

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

2020

Anssi Tuunainen

# LEAN-PERIAATTEIDEN SOVELTAMINEN ASENNUSTOIMINNASSA

– asennusprosessin johtamisen, suunnittelun ja  
tehdasvalmistelun kehittäminen leanin avulla  
asennustoiminnan helpottamiseksi

Anssi Tuunainen

## LEAN-PERIAATTEIDEN SOVELTAMINEN ASENNUSTOIMINNASSA

- asennusprosessin johtamisen, suunnittelun ja tehdasvalmistelun kehittäminen leanin avulla asennustoiminnan helpottamiseksi

Lean-toimintafilosofiaa sovelletaan lähes kaikenlaisessa liiketoiminnassa. Lean-ajattelun keskeisiä periaatteita ovat virtauksen luominen tuotantoon, jatkuva parantaminen, ihmisten toimiva kommunikaatio ja yhteistyö, mahdollisimman suuren arvon tuottaminen asiakkaalle ja hukan, eli arvoa tuottamattoman toiminnan, minimointi.

Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Oy U-Cont Ltd, joka on Etelä-Savossa sijaitseva metallialan ja projektirakentamisen yritys. Yrityksessä on jo otettu onnistuneesti käyttöön lean-menetelmiä tehdastuotannon puolella. Joitain leanin periaatteita on sovellettu jo vuosia sitten asennustoiminnassakin, mutta ajan myötä ne ovat unohtuneet. Lisäksi asennustoiminnan taso on laskenut myös useiden eri tekijöiden takia.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä toimeksiantajalle nykytila-analyysi jakeluasemien asennustoiminnasta ja selvittää, miten lean-periaatteita voisi soveltaa asennustoiminnan helpottamiseksi ja läpimenoaikojen lyhentämiseksi.

Nykytila-analyysi tehtiin kellottamalla työaikoja asennustyömaalla, ja sitä täydennettiin yrityksen työntekijöiden kanssa käydyillä keskusteluilla ja kirjoittajan tekemillä havainnoilla tutkitun asennustyön aikana. Nykytila-analyysistä saatiin tulokseksi hyvä kuva käytetyn työajan jakautumisesta eri toimintoihin ja asennuksen ongelmakohtista. Saatujen tulosten perusteella pystyttiin havaitsemaan hukan aiheuttajia ja kehityskohteita, joista toiminnan parantaminen kannattaa aloittaa. Laatuvirheellisen tavaran toimittaminen työmaalle oli suurin yksittäinen ongelmien aiheuttaja. Merkittävimmiksi kehityskohteiksi todettiin maanrakennuksen suunnittelu ja johtaminen, työtapojen standardisointi ja jatkuvan parantamisen kulttuurin luominen organisaatioon.

### ASIASANAT:

Lean, jakeluasema, läpimenoaikojen lyhentäminen

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical Engineering

2020 | 64 pages, 1 appendix

Anssi Tuunainen

# APPLYING LEAN PRINCIPLES IN INSTALLATION OPERATIONS

- easing the installation process of fuel filling stations by improving managing, design, and factory preparation

This thesis was commissioned by Oy U-Cont Ltd, a company specialized in metal works and project construction. The company has successfully adopted lean principles in its factory production. Lean principles have also previously been applied in the company's installation operations but keeping up the application of them has proved hard.

The purpose of this thesis was to analyze the current state of the installation process of fuel filling stations and study how lean principles could be applied to ease the installation process and reduce lead times. The current state analysis was made by measuring work times at an installation site and it was supplemented with conversations with workers of the company and notices made by the writer at the installation site studied in this thesis

This thesis consists of a literature study on lean, description of the installation process of a fuel filling station, results of the current state analysis and suggestions of improvements based on the current state analysis.

The results of the current state analysis provide a good picture of the deviation of working hours in different tasks and pointed out problematic areas of installations. Causes of waste and development targets from where to start further improvements could be pointed out from the results.

KEYWORDS:

Lean, Lead time reduction, Fuel Filling Station

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>7</b>
1.1 Työn lähtökohdat	7
1.2 Toimeksiantaja	8
<b>2 LEAN</b>	<b>9</b>
2.1 Yleisesti	9
2.2 Historia	10
2.3 Periaatteet	12
2.3.1 Lean-temppeli	13
2.3.2 Lean-temppelin ensimmäinen pilari: JIT	14
2.3.3 Lean-temppelin toinen pilari: Jidoka	17
2.3.4 Lean-temppelin keskiössä	18
2.3.5 Lean-temppelin perusta	22
2.3.6 Lean-periaatteiden väliset suhteet	22
2.4 Kehitystyökalut	23
2.5 Käyttöönoton lähtökohtia	27
<b>3 ASENNUSPROSESSI</b>	<b>30</b>
3.1.1 Vaihtelun vaikutus asennusprosessiin	30
3.1.2 Lean-rakentaminen ja U-Cont	31
3.1.3 Tutkittavan asennusprosessin lähtökohdat	31
3.1.4 Asennuksen työvaiheet pääpiirteittäin	32
<b>4 NYKYTILAN KARTOITUS</b>	<b>39</b>
4.1 Mittausten tulokset	42
4.2 Työmaalla tehdyt havainnot	45
4.3 Laatuvirheet ja puutteet	48
<b>5 KEHITYSTOIMENPITEET</b>	<b>52</b>
5.1 Työtavat ja -kulttuuri	52
5.2 Johtaminen	54
5.3 Suunnittelu	55
5.4 Laatu ja poikkeamat	56
5.5 Logistiikka	57

5.6 Kalusto, osat ja tarvikkeet	59
---------------------------------	----

<b>6 TULOKSET JA POHDINTAA</b>	<b>62</b>
--------------------------------	-----------

<b>LÄHTEET</b>	<b>64</b>
----------------	-----------

## **LIITTEET**

Liite 1. Toteutunut ja leanin mukainen tavoite aikataulu.

## **KUVAT**

Kuva 1. 60m <sup>3</sup> säiliökontit ankkuroituina laatalla.	32
Kuva 2. Huokosilmaputket.	33
Kuva 3. Panoraamakuva viemäröinneistä.	33
Kuva 4. HDPE-kalvo asennettuna. Kuvassa etualalla huokosilmaputkien päät.	34
Kuva 5. Sähköputkituksia	34
Kuva 6. Putkipatteri, mittarinaluslaatikoita ja Secon-X-putkia.	35
Kuva 7. Pintalaatan raudoitus ja valumuotti, saarekkeet ja huoltoluukut.	36
Kuva 8. Pintalaatta valettuna ja asvaltointi käynnissä.	36
Kuva 9. Katokset paikoilleen nostettuna.	37
Kuva 10. Valmis polttoaineen jakeluasema odottamassa avaamista.	38
Kuva 11. Spagettikaavio.	40
Kuva 12. Tarvikkeiden säilytystä työmaan läheisyydessä.	47
Kuva 13. Työkaluvaunu (AJ Tuotteet, 2020)	60

## **KUVIOT**

Kuvio 1. Lean-temppeli (Petersson ym. 2018, 150; Liker 2006, 33 mukailen).	14
Kuvio 2. Tehokkuusmatriisi (Modig & Åhlström mukailen, 2013, 100–107).	17
Kuvio 3. Esimerkki PDCA-taulusta (Petersson ym. 2018, 181).	25
Kuvio 4. Töiden jakautuminen kokonaisuudessaan tunteina.	42
Kuvio 5. Töiden jakaantuminen päivätasolla tunteina ja viikkokohtainen miehitys.	43
Kuvio 6. Havaittujen hukkien määrä ja jakautuminen tyypeittäin tunteina.	44

## **TAULUKOT**

Taulukko 1. Spagettikaavioon yhdistetty kellotustaulukko.	40
Taulukko 2. Toteutunut asennusaikataulu.	41

Taulukko 3. Kellotetut työvaiheet, työvaiheen kuvaus, kesto tunteina ja osuus prosentteina

42

## KÄYTETYT LYHENTEET ja SANASTO

AdBlue®	Urea-vesiliuos, jota käytetään lisäaineena uusimmissa dieselmoottoreiden katalysaattoreissa vähentämään typen oksidipäästöjä (Neste, 2020).
Arvo	Arvo on jotain mistä asiakas on valmis maksamaan. Arvo määräytyy aina asiakkaan näkökulmasta (Modig & Åhlström 2019, 24).
Arvoa tuottava toiminto	Toiminto, jonka aikana virtausyksikkö, palvelu tai tuote jalostuu jollain tavalla (Modig & Åhlström 2019, 23).
Arvoa tuottamaton toiminto	Toiminto, jonka aikana virtausyksikkö, palvelu tai tuote ei jalostu (Modig & Åhlström 2019, 23–24).
Gemba	Paikka, jossa työtä tehdään (Liker 2006, 224).
Genchi Genbutsu	Jap. mene katsomaan. Leanin keskeinen periaate, jonka mukaan on mentävä gembaan katsomaan, jotta ongelmatilanteen voi ymmärtää perusteellisesti. (Liker 2006, 223–224.)
Kaizen	Kehittämistyön tekemistä pienin ja hallituin askelin (Liker 2006, 23).
Lean rakentaminen	Systeemiajatteluun perustuva toimintatapa, jonka päätavoitteena on projektin lopputuloksen optimointi. Yhtenä sille ominaisena avaintekijänä pidetään eri osapuolten osallistumista projektiin jo sen määrittely- ja suunnitteluvaiheissa. (Heloma ym. 2013, 194.)
NOK	Näytteenottoaivo.
Prosessi	Käsittelyvaihe, tai niiden ketju, jossa tuotteelle tapahtuu jotakin (Petersson ym. 2018, 23).
TS	Truck stop. Raskaalle liikenteelle tarkoitettu osio jakeluasemasta.
Virtaus	Kokonaisuus, joka sisältää ja sitoo yhteen kaikki prosessit, jotka virtausyksikkö käy läpi tarpeen tunnistamisesta tarpeen täyttämiseen (Modig & Åhlström 2019, 20; Liker 2006, 87–90.)
Virtausyksikkö	Jotain mitä jalostetaan tai viedään eteenpäin prosessissa. Esimerkiksi materiaalia, informaatiota tai ihmisiä. (Modig & Åhlström 2019, 19.)
ÖBE	Öljyn- ja bensiininerotuskaivo.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn lähtökohdat

Opinnäytetyö on tehty Oy U-Cont Ltd:lle (myöhemmin U-Cont). Opinnäytetyön tavoitteena on tehdä nykytilan kartoitus U-Contin polttoaineen jakeluasemien asennustoiminnasta ja selvittää, kuinka lean-periaatteita ja -toimintatapoja voidaan soveltaa asennustoiminnassa toiminnan helpottamiseksi ja läpimenoaikojen lyhentämiseksi.

Työ on osa yrityksessä jo toteutettua lean-hanketta, jossa lean-toimintatapoja on otettu käyttöön onnistuneesti yrityksen tehdastuotannossa. Lean on usein mielletty soveltuvaksi vain tehdasympäristöön, josta asennustoiminnan työympäristö poikkeaa merkittävästi. Leania ja sen työkaluja käytetään kuitenkin nykyisin tehdasympäristöstä poikkeavissa olosuhteissa, kuten sairaaloissa, kunnallisissa toiminnoissa, rakentamisessa ja kaupan toiminnoissa.

U-Contilla on kokemusta leanin soveltamisesta myös asennustoimintaan, kun se 90-luvun lopulla teki jakeluaseman rakentamisen epävirallisen maailmanennätyksen kolmessa päivässä. Tuolloin ei käytetty lean-termiä, mutta toiminnan tehokkuus perustui sen keskeisille periaatteille. Sen jälkeen toimintamallit ovat kuitenkin vähitellen muuttuneet huonommiksi sisäisten ja ulkoisten vaikuttimien takia. Asennuksen tason nosto ja sen vakiinnuttaminen ovat opinnäytetyön keskeisimpiä tavoitteita.

Asennustoiminnan nykyistä tilaa kartoitettiin tekemällä nykytila-analyysi jakeluaseman asennustyömaasta alusta loppuun sekä käymällä keskusteluja asentajien ja muiden työntekijöiden kanssa. Varsinaisia haastatteluja ei tehty. Nykytila-analyysi tehtiin kelloittamalla työvaiheisiin käytettyjä aikoja ja yhdistämällä ne spagettikaavioon. Lisäksi kirjoittaja kirjasi muistiin myös asennustyömaalla tekemiään huomioita. Kirjoittaja osallistui asennustöihin yhtenä asennusryhmän jäsenenä, ja hänellä oli asennuskokemusta noin 15 jakeluaseman asennuksesta kesään 2020 mennessä.

Opinnäytetyön luvussa 2 esitellään leanin teoriaa, luvussa 3 käydään läpi jakeluaseman asennusprosessi pääpiirteittäin. Tämän jälkeen luvussa 4 käydään läpi asennuksen nykytilaa ja analysoidaan kelloitusten tuloksia. Lopuksi luvussa 5 esitetään kehitysehdotuksia.



Tässä opinnäytetyössä Leania on tarkasteltu siten, että on keskitytty työkaluihin ja periaatteisiin, joita asennustoiminnassa ja sen kehittämässä voisi soveltaa parhaiten. Lähdeaineistona on käytetty pääasiassa ensisijaisia lähteitä, sekä kirjoittajan luotettavaksi katsomia toissijaisia lähteitä.

## 1.2 Toimeksiantaja

U-Cont on Etelä-Savon Joroisissa ja Puolan Krakovassa sijaitseva metallialan ja projektirakentamisen yritys, jonka pääasiallisena toimialana on polttoaineiden ja muiden nesteiden varastointi- ja jakelujärjestelmien suunnittelu, valmistaminen, asennus ja huolto. Loppuvuodesta 2020 yritys työllistää Suomessa vakituisesti reilut 45 henkilöä, joista viitisentoista on toimihenkilöitä ja loput tuotanto- ja asennustyöntekijöitä. U-Cont on perheyrittäjä, jossa on syksyllä 2020 käynnissä toinen sukupolvenvaihdos.

U-Cont tarjoaa palveluja konseptikehityksessä, suunnittelussa, logistiikassa, asennuksessa sekä huollossa ja ylläpidossa, toimialanaan polttoaineiden ja muiden nesteiden varastointi- ja jakelujärjestelmät. Yrityksellä on vuosikymmenten kokemus polttoainesäiliöiden suunnittelusta ja valmistuksesta. Vuosien varrella U-Cont on tehnyt aktiivisesti ja ennakkoluulottomasti tuotekehitystä.

Viime vuosina myydyimpiä tuotteita ovat olleet polttoaineen jakeluasemat ja erikokoiset varastosäiliöt, sekä niiden putkitusratkaisut. Toimitettu on myös esimerkiksi datakeskusten varavoimalaitteistojen polttonestejärjestelmiä.

Tuotekehityksessä on panostettu paljon maanpäällisiin säiliöratkaisuihin, ja U-Contin edustaja on mukana kehittämässä maanpäällisten terässäiliöiden standardia ja myös EU-tasolla useassa eri standardisointihankkeessa ainoana Pohjoismaista. (Jari Sistonen 2020; U-Cont 2020.)

## 2 LEAN

### 2.1 Yleisesti

Terminä lean on lyhenne lean-tuotannosta. Tuotanto-sanaa ei käytetä, koska leania voi soveltaa muuallakin kuin teollisuustuotannossa. (Petersson ym. 2018, 17.) Lean on toimintafilosofia, joka perustuu Toyotan tuotantojärjestelmään Toyota Production Systemiin (TPS), joka on Toyotalla vuosien saatossa kehittynyt ja kehitetty tuotantofilosofia (Modig & Åhlström 2019, 77–78; Petersson ym. 2018, 17–18).

Leanille ei ole olemassa yksiselitteistä määritelmää, eikä ole olemassa yhtä oikeaa tapaa toteuttaa leania. Siksi usein puhutaan lean-filosofiasta eli tavasta suhtautua tekemiseen lean-ajattelun kautta peilaten. Lähestymistapoja on useita, ja niistä tulisi valita tarpeeseen sopivin. Osa lähestymistavoista soveltuu valmistukseen, osa palveluihin ja osa molempiin. Tavoitteet ovat kuitenkin kaikissa lähtökohdissa samat. (Bicheno & Holweg 2016, 11; Modig & Åhlström 2019, 127; Tuominen 2010, v.)

Modig ja Åhlström (2019, 127) kuvaavat leania toimintastrategiaksi, joka on ”strategia tavoitteen saavuttamiseksi. Tavoitteena on ennen kaikkea korostaa hyvää virtaustehokkuutta eikä resurssitehokkuutta. Eliminoinnin, vähentämisen ja hallinnan kautta on kuitenkin pyrkimyksenä parantaa jatkuvasti sekä virtaustehokkuutta että kapasiteetin tehokasta käyttöä.”

Peterssonin ym. (2018, 18) mukaan lean ei ole aktiviteetti tai toimintatapa, jonka käyttöönoton jälkeen kaikki on hyvin, vaan kokonaisvaltaisempi lähestymistapa tai pitkäaikaisempi strategia toiminnan johtamiseen, joka kattaa muun muassa yrityskulttuurin, arvot, toimintapolitiikat, johtajuuden menetelmät ja työntekijöiden osallistumisen. Lean-periaatteita seuraamalla siirrytään askeleittain lähemmäksi tavoitetilaa, jossa minkäänlaista hukkaa ei synny. Hukan poistaminen on kuitenkin päämäärän sijaan enemmänkin visio, koska aivan kaiken hukan poistaminen toiminnasta on käytännössä mahdotonta. Leanin mukaisen toiminnan tavoittelemisen ei lopu, vaan kyseessä on suunta, jota kohti mennään.

Leanin soveltamisessa voi onnistua tai epäonnistua. Haluttuihin tavoitteisiin päästäkseen onkin merkitystä sillä, kuinka leania toteutetaan. Lean ei tässä suhteessa eroa muusta kehitystyöstä. (Petersson ym. 2018, 19.) Modigin ja Åhlströmin (2019, 5) mukaan

leaniin liittyy olennaisesti tehokkuusparadoksi, jonka mukaan ”organisaatiot saattavat kuvitella olevansa tehokkaita, vaikka ne todellisuudessa haaskaavat resursseja”.

## 2.2 Historia

Osa leanin periaatteista alkoi muotoutua jo 1900-luvun alussa, kun Henry Ford kehitti tehokasta tuotantojärjestelmää autoteollisuuteen. Fordin tavoitteena oli varmistaa auto, johon kenellä tahansa olisi varaa. Valmistuskustannukset oli siis saatava minimoitua ja valmistusmäärät maksimoitua. Henkilöstön koulutusta ja auton kokoamista helpottaakseen, keksi Ford standardisoida työvaiheet. T-mallin Ford esiteltiin vuonna 1908, ja siitä alkoi kehitys kohti massatuotantoa. (Petersson ym. 2018, 39–40.)

T-mallin Fordin valmistuksessa muita tunnuspiirteitä olivat taloudellisuus, vaihdettavat osat, työnjako, lyhyisiin läpimenoaikoihin keskittyminen koko virtauksessa sekä tarkat laatukselliset kontrollit jokaisessa työvaiheessa. Fordin keskittyminen laatuun mahdollisti muun muassa sen, että autojen moottorit voitiin asentaa paikoilleen ilman koekäyttöä, toisin kuin sen kilpailijoilla. Yksi leanin periaatteista on ajatus oikeasta laadusta jokaisessa työvaiheessa. (Petersson ym. 2018, 40.)

1913 Fordin Highland Parkin tehtaalla otettiin kokoonpanossa käyttöön ensimmäinen liukuhihna. Liukuhihnan lisäksi tehtaalla nähtiin jotain muutakin uutta: tapa, jolla kokoonpantavat osat tuotiin kokoonpanolinjalle. Sisään tulevat tarvikkeet virtasivat yksitellen oikeaan paikkaan kokoonpanolinjalle. Henry Fordin visiosta syntynyt ajatus materiaalien liikkumisesta virtaamalla tehtaalla muodostui myöhemmin yhdeksi Toyota Production Systemin pääperiaatteista. (Petersson ym. 2018, 40–41.)

Yhtä automallia valmistaessa oli suhteellisen helppoa luoda tehokas virtaus. Kilpailijoiden tuodessa markkinoille enemmän valinnanvapautta, oli Fordin kuitenkin luovuttava hyvin toimineesta koko toimitusketjun virtausajattelusta. Vuonna 1928 avatulla the Rougen tehtaalla Ford keskittyi korkeisiin tuotantovolyyymeihin ja tarjoamaan asiakkaille vaihtoehtoja. Kokoonpanolinja oli saman tyyppinen kuin Highland Parkissa, mutta osien valmistuksessa oli siirrytty koneiden käytön maksimointiin ja suuruuden ekonomiaan. Vaihteleva asiakaskysyntä ja epävarmat materiaalitilaukset pakottivat yhtiön pitämään suuria varastoja sekä tuotannossa että jälleenmyyjillä. Tässä vaiheessa Fordin 1914 virtaustuotannoksi nimeämä tuotantotapa oli muuttunut massatuotannoksi. (Petersson ym. 2018, 41–42.)

Vuonna 1924 tuli markkinoille Japanissa Sakichi Toyodan kehittämä automaattinen kutomakone. Kone oli siitä erityinen, että siihen oli rakennettu mekanismi, joka langan katketessa pysäytti koneen. Kone ei siis vain automatisoinut manuaalista työtä, vaan osasi myös pysäyttää itsensä virheen sattuessa. Konseptin mukaan nimettiin myöhemmin yksi TPS:n pääperiaatteista, Jidoka, inhimillisen älyn kytkeminen laitteeseen. (Petersson ym. 2018, 39–44.)

Toyota myi kutomakoneen patentin Britanniaan vuonna 1929. Siitä saaduilla varoilla Sakichi Toyodan poika Kiichiro perusti yhtiöön autojen valmistukseen keskittyvän liiketoiminta-alueen. Kiichiro vieraili ennen autonvalmistuksen aloittamista Yhdysvalloissa ja Euroopassa tutustumassa autonvalmistukseen. Matkoillaan hän näki myös Fordin massatuotantoa, ja totesi että hänen oli sovellettava oppimaansa Japanin olosuhteisiin. Vuonna 1937 perustettiin Toyota Motor Companyn. (Modig & Åhlström 2019, 70–72; Petersson ym. 2018, 44–45.)

Toisen maailmansodan jälkeen Japanissa oli pulaa materiaaleista ja pääomasta, joten massatuotantoon ei ollut mahdollisuuksia. Toyotalla keskityttiin valmistamaan asiakkaiden tilauksesta useita eri malleja autoista lyhyillä läpimenoajoilla. Lisäksi tarvittavat osat valmistettiin sitä mukaa kun niitä tarvittiin, ja ne toimitettiin kokoonpantavaksi oikea-aikaisesti. Syntyi Just-In-Time (JIT), yksi TPS:n ja leanin pääperiaatteista. (Modig & Åhlström 2019, 70–72; Petersson ym. 2018, 44–45.)

1940-luvun lopulla Toyotan silloinen tehtaanjohtaja loi Taiichi Ohno strukturoidun toimintaperiaatteiden järjestelmän, joka sai nimen Toyota Production System. (Petersson ym. 2018, 44–45.)

Ensimmäistä kertaa terminä lean esiintyy John Krafcikin vuonna 1988 kirjoittamassa artikkelissa Lean-tuotantojärjestelmän Riemuvoitto, jossa verrattiin autonvalmistajien tuotavuustasoja ja kahta eri tuotantojärjestelmää, järeää massatuotantojärjestelmää ja sen vastakohtana pidettyä haurasta (eng. fragile) tuotantojärjestelmää. Krafcik kuitenkin päätti käyttää hauraan sijasta termiä lean (eng. hoikka), joka hänen mielestään kuvasi paremmin Toyotan tuotantojärjestelmää, jolle oli ominaista pienet varastot, pienet puskurit ja yksinkertainen tekniikka. (Modig & Åhlström 2019, 79.)

Myöhemmin Krafcik oli mukana IMVP-tutkimusohjelmassa (International Motor Vehicle Programm), jossa hänen esittämiä ajatuksiaan kehitettiin pidemmälle. IMVP:n pohjalta julkaistiin vuonna 1990 kirja *The Machine that Changed the World*. Vuosien tutkimustyön

tuloksena syntyneessä kirjassaan James P. Womack, Daniel T. Jones ja Daniel Roos kertovat leanin koostuvan neljästä periaatteesta (Modig & Åhlström 2019, 79):

1. Tiimityö
2. Viestintä
3. Resurssien tehokas hyödyntäminen ja hukan poistaminen,
4. Jatkuvat parannukset.

Womack ja Jones ja jatkoivat käsitteen kehittelyä, ja esittivät vuonna 1996 julkaistussa teoksessaan Lean Thinking viisi periaatetta kuinka yrityksen tulisi toimia ollakseen Lean (Modig & Åhlström 2019, 79–80):

1. Määritä arvo lopullisen asiakkaan näkökulmasta.
2. Tunnista kaikki virtauksen vaiheet ja poista ne, jotka eivät tuota arvoa (eli hukka).
3. Järjestä arvoa tuottavat vaiheet niin, että tuote virtaa sujuvasti asiakasta kohti.
4. Kun virtaus on valmiina, anna asiakkaiden "vetää" arvoa ylävirtaan.
5. Kun nämä neljä vaihetta on tehty, prosessi alkaa alusta ja jatkuu, kunnes on päästy tilanteeseen, jossa tuotetaan täydellistä arvoa ilman hukkaa.

### 2.3 Periaatteet

Leanin keskeisenä ajatuksena on tuottaa asiakkaalle mahdollisimman paljon arvoa hukkaa vähentämällä. Arvo on jotain mistä asiakas on valmis maksamaan. Hukka on puolestaan puhtaasti arvoa lisäämätöntä toimintaa. Arvon siirtoa syntyy, kun yksi osapuoli (resurssit) antaa, ja toinen osapuoli (virtausyksikkö) saa arvoa. Arvo määritellään aina asiakkaan näkökulmasta. (Kanbanize 2020c; Modig & Åhlström 2019, 20.)

Päämääränä leanissa on työn sujuva eteneminen, virtaus. Virtausta estäviä tekijöitä ovat vaihtelu, ylikuormitus ja hukka (mura, muri ja muda). Näitä esteitä poistamalla on tarkoitus päästä päämäärään, eli jatkuvaan virtaukseen. Vaihtelu aiheuttaa ylikuormitusta ja hukkaa. (Torkkola, 2017, 23.)

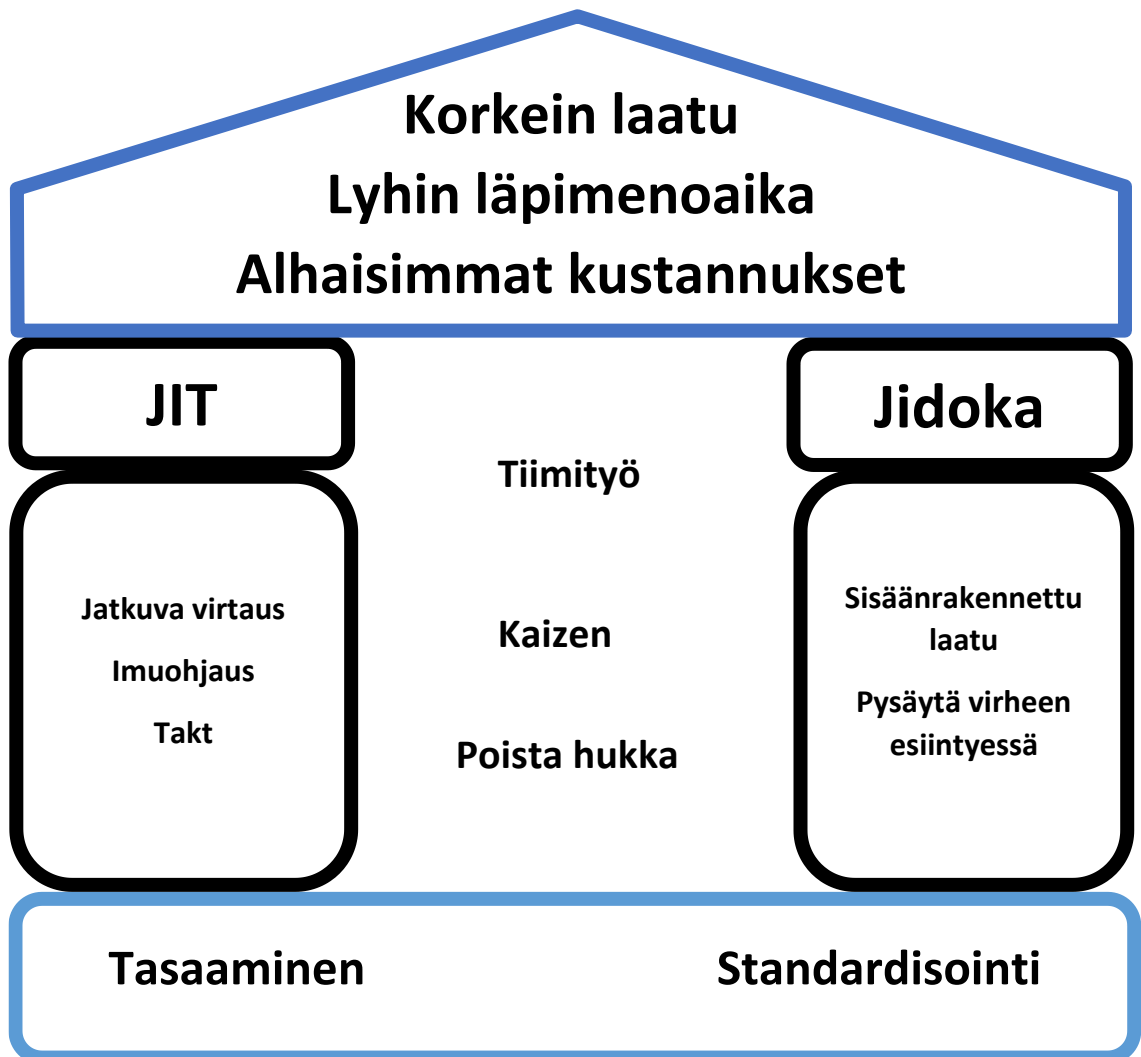
Leanissa pyritään toimintaan, joka on hyödyksi kaikille sidosryhmille. Sidosryhmiä ovat kaikki ne osapuolet, jotka vaikuttavat toimintoon tai joihin toiminnolla on vaikutusta. Sidosryhmät jaetaan yleensä neljään eri luokkaan: henkilöstö, asiakkaat/toimittajat, omistajat ja yhteiskunta. Nämä ryhmät ohjaavat yhdessä toimintoa eteenpäin.

Varmistaakseen pidempiaikaisen menestyksen, tulee toiminnon kyetä täyttämään kaikkien edellä mainittujen sidosryhmien tarpeet. Ei ole kestävä ratkaisu, jos esimerkiksi keskitytään ainoastaan asiakkaaseen, mutta saadaan aikaan enemmän ylimääräistä stressiä henkilöstölle. (Petersson ym. 2018, 20–21.)

### 2.3.1 Lean-temppele

Lean-periaatteet kuvataan usein talona tai temppeleinä (kuvio 1). Kuvaustapa perustuu TPS:n periaatteiden rakennelmaan, jota on kuvattu vuosikymmeniä nimenomaan temppeleinä. Rakennus kuvaa pysyvyyttä. Temppeleissä katto esittää visioita, eli tavoitetta, jota kohti toiminto pyrkii. Pilarit kuvaavat TPS:n pääperiaatteita, jotka johtavat kohti visiota.

Tasaaminen ja standardisointi ovat perusedellytyksiä, joiden tulee olla kunnossa, että ne voivat luoda vakaan perustan muille periaatteille. Kaiken toiminnan keskiössä on tiimityö, jatkuva parantaminen, eli kaizen, ja hukkan poistaminen. (Petersson ym. 2018, 75–79, 150.)



Kuvio 1. Lean-temppeli (Petersson ym. 2018, 150; Liker 2006, 33 mukailen).

### 2.3.2 Lean-temppelin ensimmäinen pilari: JIT

JIT eli Just-in-time on leanin pääperiaate, jonka mukaan asiakkaalle toimitetaan oikea määrä oikeita tuotteita oikeaan aikaan. JITin noudattamisen tavoitteena on saavuttaa lyhyet ja ennustettavat läpimenoajat. Oikea-aikaisilla toimituksilla vältetään odottamista, joka on hukkaa. JITin alla on kolme periaatetta: Jatkuva virtaus, imuohjaus ja takt, eli tahtiaika, johon ei paneuduta syvemmin tässä opinnäytetyössä. (Petersson ym. 2018, 99, 342.)

## **Jatkuva virtaus**

Jatkuva virtaus, myös yksiosainen virtaus, on malli, jota leanissa tavoitellaan. Siinä tuotteet, materiaalit ja informaatio liikkuvat jatkuvasti prosessista toiseen saamassa lisäarvoa. Yksi virtaukseen liittyvistä ajatuksista on, että varastoa kuvataan järvenä. Kun virtausta lisätään, alkaa järven vedenpinta laskea ja paljastaa kareja. Karit kuvaavat suurien varastojen piiloon jättämiä ongelmia ja tehottomuutta, jotka tulee ratkaista välittömästi. Yksiosaisessa virtauksessa esiintyvä ongelma keskeyttää tuotannon, joka pakottaa työntekijöitä etsimään ongelmaan ratkaisun viipymättä, ettei tuotanto kärsi ja ongelma toistu. (Liker 2006, 87–88; Petersson ym. 2018, 110.)

Perinteiset suuren kapasiteetin liiketoimintaprosessit voivat piilottaa kenenkään huomaamatta suurtakin tehottomuutta, jolloin ihmiset olettavat, että jonkin prosessin valmistamiseen menee tyypillisesti päiviä tai viikkoja. Lean-prosessi voi kuitenkin suoriutua samasta tehtävästä tunneissa tai jopa minuuteissa. (Liker 2006, 87–88.)

Virtaus luodaan kytkemällä toisestaan erillään olevia operaatioita yhteen. Jatkovaa virtausta ei ole tietenkään mahdollista tai kannattavaa pakottaa joka paikkaan. Ihanne virtauksesta tarjoaa kuitenkin suunnan. (Liker 2006, 90, 101.)

## **Imuohjaus**

Imuohjauksen puhtain muoto on yksiosainen virtaus. Virtauksessa asiakkaan tilaus käynnistää prosessin. Mitään ei tuoteta ennen kuin prosessin seuraava henkilö tai vaihe tarvitsee sitä. (Liker 2006, 90, 105.)

## **Virtaustehokkuus**

Virtaustehokkuus ilmaisee sitä, kuinka suuri osuus läpimenoajasta on arvoa tuottava. Virtaustehokkuuden kasvattamista ei ole tarkoitus tehdä nopeuttamalla arvoa tuottavia toimintoja, vaan maksimoimalla arvon siirron tiheyttä ja leikkaamalla arvoa tuottamattomia toimintoja. Modigin & Åhlströmin mukaan on tärkeää tarkastella prosessia aina virtausyksikön näkökulmasta, jotta todella ymmärtäisi virtaustehokkuutta. (Modig & Åhlström 2019, 19, 27–28.)

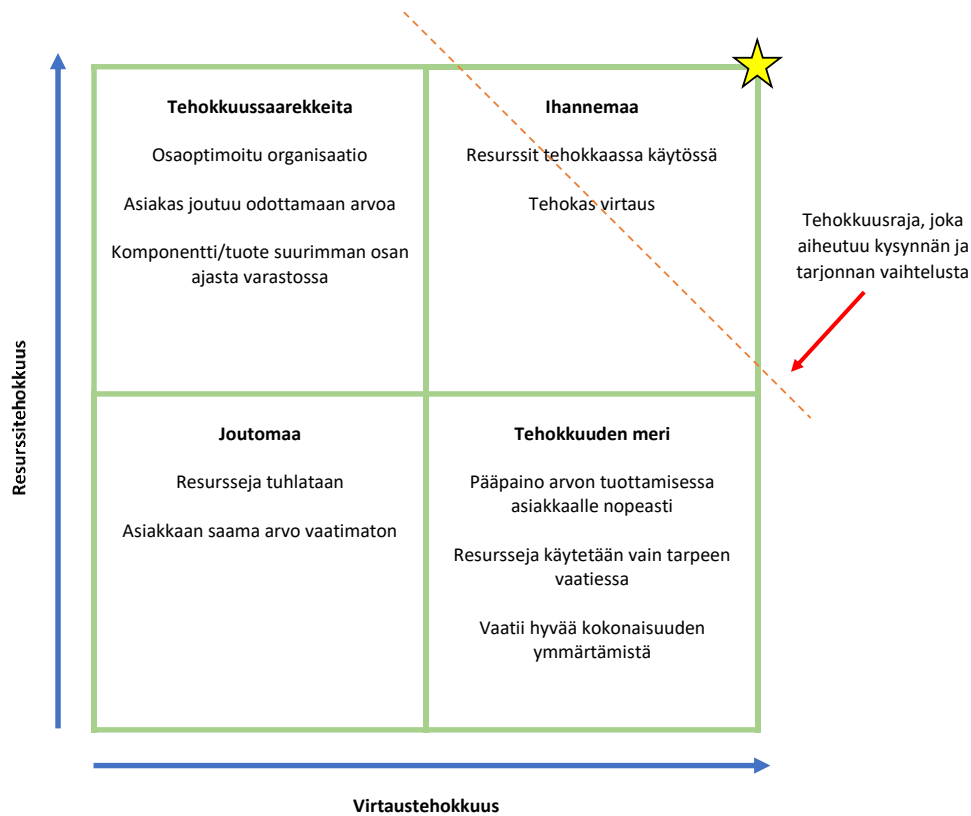


Virtaustehokkuudessa keskitytään yksikköön, joka "virtaa" prosessien läpi. Teollisuudessa yksiköitä ovat tuotteet, joita jalostetaan käyttämällä erilaisia materiaaleja. Virtaustehokkuus mittaa siis sitä, kuinka paljon virtausyksikkö jalostuu tietyssä ajanjaksona. Tämä ajanjakso alkaa tarpeen tunnistamisesta ja päättyy siihen, kun tarve on tyydytetty. (Modig & Åhlström 2019, 13.)

Resurssitehokkuutta korostaessa suurin huomio kiinnitetään tuotteen tai palvelun tuottamiseen tarvittaviin resursseihin kuten henkilöstöön, koneisiin ja työkaluihin eli fyysisiin ja henkilöresursseihin. Resurssitehokkuus mittaa, kuinka paljon jotain resurssia hyödynnetään suhteessa tiettyyn ajan jaksoon. (Modig & Åhlström 2019, 10.)

Hyvää resurssitehokkuutta tavoiteltaessa on tärkeämpää pitää resurssit käytössä, eli varmistaa että resursseilla on aina jokin virtausyksikkö jalostettavana. Hyvää virtaustehokkuutta tavoiteltaessa on tärkeämpää pitää virtaus käynnissä eli varmistaa, että on koko ajan jokin resurssi, joka jalostaa virtausyksiköitä (Modig & Åhlström 2019, 21).

Modig & Åhlström (2013, 100–107) esittävät resurssi- ja virtaustehokkuuden välistä suhdetta tehokkuusmatriisilla (kuvio 2.), joka on jaettu neljään eri alueeseen. Täydellisen resurssi- ja virtaustehokkuuden saavuttamisen tavoittelusta he käyttävät termiä ”tähten tavoittelu”. Tähten tavoittaminen on käytännössä mahdotonta ja vaatisi kyvyn ennakoita asiakkaiden tarpeet täsmällisesti. Tavoitteena on kuitenkin järjestää toiminta niin, että päästäisiin mahdollisimman lähelle sitä.



Kuvio 2. Tehokkuusmatriisi (Modig & Åhlström mukailleen, 2013, 100–107).

Kysynnän ja tarjonnan vaihtelu rajoittaa mahdollisuuksia tähden tavoittamiseen. Vaihtelu synnyttää tehokkuusrajan, jonka ylittäminen on mahdotonta. Suurempi vaihtelun määrä ajaa tehokkuusrajaa lähemmäs kuvaajan origoa, eli heikentää resurssien ja virtauksen tehokkuutta. Vaihtelun vähentäminen puolestaan vetää tehokkuusrajaa lähemmäksi tähteä. (Modig & Åhlström 2013, 100–107.)

### 2.3.3 Lean-temppelin toinen pilari: Jidoka

Jidoka on leanin toinen pääperiaate, jonka tavoitteena on saavuttaa korkea ja tasainen laatu ilman tarkistuksia. Keskeisenä ajatuksena on, ettei yksikään virhe pääse siirtymään prosessissa eteenpäin, ja virheiden analysointi yhteistyössä työntekijöiden ja lähiesimiesten kesken niin, etteivät ne pääse toistumaan. Jidokan tarkoituksena on myös luoda niin näkyvä ja visuaalinen organisaatio, että virtausta haittaavat tai estävät asiat huomataan heti. (Heloma ym. 2013, 196; Petersson ym. 2018, 342; Torkkola, 2017, 49.)

Jidoka jakaantuu kahteen periaatteeseen: sisäänrakennettuun laatuun ja pysäytä virheen esiintyessä (Petersson ym. 2018, 342).

Sisäänrakennettu laatu -periaatteen tavoitteena on luoda prosessi, joka kykenee varmasti tuottamaan tuotteita oikealla laadulla. Tavoitteena on tehdä asiat alusta lähtien oikein ja välttää jälkikäteen tehtäviä erillisiä laatutarkastuksia. (Petersson ym. 2018, 88.)

Manuaalisessa työssä tärkeimmät sisään rakennetun laadun edellytykset (Petersson ym. 2018, 88):

- Asiakkaat ja asiakastarve on selkeästi määritelty.
- Työtavat on suunniteltu niin, että työ on helppo tehdä oikein.
- Jokainen noudattaa sovittua työtapaa eli standardia.
- Työntekijöillä on oikea pätevyys työn tekemiseen.

Pysäytä virheen esiintyessä -periaatteen mukaan, mikäli jossain havaitaan virhe, kyseinen toiminto pysähtyy tai ainakin reagoi virheeseen heti (Petersson ym. 2018, 94).

#### 2.3.4 Lean-temppelin keskiössä

##### **Tiimityö**

Leanissa kaikkien järjestelmien tarkoituksena on tukea lisäarvoa tuottavaa työtä tekevää tiimiä. Tiimit eivät kuitenkaan tee lisäarvoa tuottavaa työtä, vaan yksittäiset työntekijät. Järjestelmä tarjoaa työntekijöille työkaluja ja vapautta työtapojen kehittämiseen. Työntekijät saavat järjestelmän elämään työskentelemällä, kommunikoimalla, ratkomalla ongelmia ja kasvamalla yhdessä. Tiimit koordinoivat työtä, motivoivat, oppivat toisiltaan ja antavat kehitysehdotuksia. Keskeistä on sitoutuneiden tiimien ja ihmisten kunnioittaminen, kehittäminen ja haastaminen, ja tarjota heille samalla tukea ja rohkaisua. (Liker 2006, 36, 185.)

## **Kaizen**

Kaizen eli jatkuva parantaminen, on leanin keskeisimpiä käsitteitä ja Peterssonin ym. (2018, 171) mukaan ehdoton edellytys lean-strategian menestymiselle. Tehdyt parannukset voivat olla pikkiriikkisiä tai suuria. Myös kaiken lisäarvoa tuottamattoman hukan poistaminen on kaizenia. (Liker 2006, 23.)

Pienet parannukset eivät usein tuo suurta tulosvaikutusta, mutta ne eivät myöskään vaadi suuria resursseja. Jatkuvan parantamisen vahvuuksia on se, että on mahdollista tehdä useita kehittämistoimenpiteitä yhtä aikaa ja näin saavuttaa merkittäviä tulosparannuksia ajan myötä. Toinen vahvuus on, että siihen voivat osallistua kaikki. Pienet parannukset eivät usein tarvitse erityisosaamista. Kaikkien osallistuminen vähentää henkilöstön osaamisen ja luovuuden käyttämättä jättämiseen liittyvää hukkaa, ja sillä parannetaan ihmisten sitoutumista. (Petersson ym. 2018, 31, 167.)

Jatkuva parantaminen soveltuu sekä poikkeama- että tavoitelähtöiseen toiminnan kehittämiseen. Jatkuvaa parantamista tehtäessä tulee keskittyä oikeisiin asioihin kokonaiskuva hahmottamalla, mutta keskittymällä yksityiskohtiin. (Petersson ym. 2018, 31, 167.)

Peterssonin ym. (2018, 170) mukaan ”lean-kulttuurin luomisessa onnistuneet organisaatiot erottuvat muista siinä, kuinka hyvin ne ovat onnistuneet juurruttamaan toimivan ja itseään ruokkivan jatkuvan parantamisen, jossa on sitoutuneena mukana niin moni kuin mahdollista (mieluiten kaikki).”

## **Hukka**

Hukkaa on kaikki toiminta prosesseissa, joka ei tuota lisäarvoa tuotteelle tai asiakkaalle, ja jarruttaa tuotantovirtausta. Hukan poistaminen yksi leanin keskeisiä periaatteita. Jotta hukkaa voi poistaa, on osattava erottaa toisistaan arvoa tuottava toiminta ja hukka. (Petersson ym. 2018, 151.)

Hukka voidaan jakaa kolmeen eri muotoon mudaan, muraan ja muriin. Epätasapaino (jap. mura) tarkoittaa vaihtelua. Tässä yhteydessä vaihtelu on vastakohta ennustettavuudelle. Suuri vaihtelu aiheuttaa käytännössä sen, että toiminnon on hankittava jonkinlaista lisäturvaa, esimerkiksi lisätyövoimaa, ylimääräistä varastoa tai varaamaan ylimää-

räistä aikaa työntekoon, pystyäkseen täyttämään asiakasvaatimukset. Epätasapaino aiheuttaa siis hukkaa. Kokemus on osoittanut, että vaihtelu on asennustöissä ja rakentamisessa usein vaikein hukan muoto hallita.

Ylikuormituksessa (jap. muri) resurssiin kohdistuu liikaa työtä sen kapasiteettiin nähden. Ylikuormitusta voi välttää tasaamisella ja tasapainottamalla.

Hukka (jap. muda) ei tuota suoraan lisäarvoa yhdellekään sidosryhmälle. (Petersson ym. 2018, 149–150.)

Mudakin voidaan tosin jakaa kahteen eri tyyppiin:

Puhtaaseen hukkaan (eng. pure waste), joka ei tuota minkäänlaista lisäarvoa ja voidaan poistaa prosessista suoraan.

Tarpeelliseen hukkaan (eng. necessary waste), joka ei suoraan tuota lisäarvoa, mutta on kuitenkin tarpeellista lisäarvon tuoton mahdollistamiseksi ja laadun varmistamiseksi. Tarpeellista hukkaa voivat olla mm. johtaminen, suunnittelu, mittaaminen ja raportointi. Tarpeellisen hukan poistaminen tulee tehdä vain perusteellisen analyysin jälkeen. (Kanbanize 2020a; Kanbanize 2020b; Spica 2020.)

Yleisin tapaa jakaa puhdas hukka on nykyisin niin sanottu 7+1 hukkaa. Listan seitsemän ensimmäistä hukkaa tulevat TPS:stä. Länsimaissa listaan on lisätty vielä yksi hukka korostamaan työntekijöiden koko osaamisen ja luovuuden hyödyntämistä toiminnan kannalta. (Petersson ym. 2018, 152.)

1. Ylituotanto

Tuotanto valmistaa osia, joille ei ole vielä asiakasta. Lisää varastointi- ja kuljetuskustannuksia. Tuotantoprosessin jokaisen vaiheen tulisi tuottaa vain asiakkaan tilaamaa tuotetta.

2. Odottelu

Työntekijät joutuvat seuraamaan automatisoitua konetta tai odottelemaan seuraavaa käsittelyvaihetta, työkalua, toimitusta, komponenttia jne. Tai heille ei ole mitään tekemistä varaston loppumisen, käsittelyviiveiden, välineistön sammuttamisen ja kapasiteetin pullonkaulojen takia. Tuotanto tulisi järjestää siten, että sekä koneet että työntekijä välttyvät tarpeettomalta odotukselta.

3. Tarpeeton kuljettelu

Keskeneräisen työn siirtely pitkiä matkoja tai tehottomasti. Materiaalien, osien tai valmiiden tuotteiden siirtely varastojen ja prosessien sisällä tai välillä. Materiaalien ja tuotteiden kuljetusta tulisi välttää mahdollisimman paljon, minkä voi toteuttaa esimerkiksi luomalla erilaisia tilaratkaisuja.

#### 4. Ylikäsittely tai virheellinen käsittely

Osien käsittelyssä on tarpeettomia työvaiheita ja käsittely on muutenkin teho- tonta huonon tuotesuunnittelun tai työkalun takia. Käsittely aiheuttaa turhaa liik- kumista ja virheitä tuotteeseen. Tuotteen kanssa ei tulisi työskennellä enempää kuin asiakas vaatii. Myös tarvittavaa laadukkaampien tuotteiden tuottamista sekä liian kehittyneiden, monimutkaisten tai kalliiden työkalujen käyttöä pidetään huk- kana.

#### 5. Tarpeeton varastointi

Liian suuret varastot raakamateriaalia, keskeneräistä tuotantoa tai valmiita tuot- teita aiheuttavat pidempiä läpimenoaikoja, vanhentuneisuutta, vahingoittuneita hyödykkeitä, viivettä ja ylimääräisiä varastointi- ja kuljetuskustannuksia. Liian suuret varastot myös peittävät todellisia ongelmia kuten tuotannon epätasapai- noa, vikoja ja myöhästyneitä toimituksia alihankkijoilta. Varastot myös sitovat pääomaa prosessiin.

#### 6. Tarpeeton liikkuminen

Työntekijöiden turha liike työn aikana kuten työkalujen, osien ja tarvikkeiden et- siminen, hakeminen, kurkottelu ja pinoaminen. Myös kävely lasketaan hukaksi. Toiminta olisi suunniteltava siten, ettei työntekijöiden tarvitsisi siirtyä paikasta toi- seen tehdessään erilaisia työtehtäviä.

#### 7. Viat

Viallisten osien korjaaminen tai tuottaminen aiheuttaa tarpeetonta käsittelyä, hu- kattua aikaa ja turhaa työtä. Jokaisen tuotantoprosessin vaiheen tulisi vastata virheettömien tuotteiden valmistamisesta.

#### 8. Työntekijä luovuuden käyttämättä jättäminen.

Ideoiden, taitojen, parannusten ja oppimismahdollisuuksien hyödyntäminen me- nee hukkaan, jos työntekijöitä ei sitouteta tai kuunnella. (Liker 2006, 28–29, 88– 89; Modig & Åhlström 2019, 75.)

### 2.3.5 Lean-temppelin perusta

#### **Standardisointi**

Leanissa standardi tarkoittaa yhdessä sovittua, parasta mahdollista toimintatapaa tietyn tehtävän tekemiseen. Kaikkien noudattaessa standardeja toiminnasta tulee ennustettavampaa, ja se luo edellytykset poikkeamien tai konkreettisen hukan havaitsemiselle. (Petersson ym. 2018, 68, 149.)

#### **Heijunka**

Heijunka eli tasaaminen. Virtauksen tasaaminen, on yksi leanin perusedellytyksistä. Käytännössä se tarkoittaa työkuorman tasaamista niin tasaiseksi kuin mahdollista. Tasaisella työkuormalla saavutetaan useita etuja kuten paremmat virtaustehokkuus, laatu ja resurssitehokkuus. Tasainen työkuorma on myös työntekijöiden kannalta paras vaihtoehto. Liiallinen työn määrä ylikuormittaa työntekijöitä, ja liian vähäinen työn määrä haittaa keskittymistä ja laskee mielenkiintoa työtehtävän standardin mukaiseen suorittamiseen. (Petersson ym. 2018, 79.)

### 2.3.6 Lean-periaatteiden väliset suhteet

Lean-periaatteiden väliset suhteet on hyvä ymmärtää, jotta toiminta osataan priorisoida parhaan mahdollisen lopputuloksen saavuttamiseksi.

Kun työtapojen standardisointi on edennyt tarpeeksi pitkälle, sisältää standardi myös määritelmän työhön käytettävästä ajasta. Kun työhön käytettävä aika on tiedossa, antaa se edellytykset virtauksen tasaamiselle. Standardisointi ja tasaaminen edistävät pysyvää ja hyvää laatua. Standardisoitu työtapo on paras tiedetty tapa tehdä työ myös laadun näkökulmasta. Kaikkien työntekijöiden omaksuttua standardin, tehdään asiat kerralla oikein.

Tasaaminen tukee pysyvää ja korkeaa laatua auttamalla määrittämään oikean tavan resurssien käyttöön. Tasaaminen luo edellytykset varastojen vähentämiseen, mikä tukee jatkuvaa virtausta ja lisää virtaustehokkuutta

Standardisointi luo ennustettavuutta ja parantaa samalla jatkuvaa virtausta, koska tiettyyn tehtävään kuluva työaika on määritelty.

Jidoka auttaa pyrkimistä parhaaseen mahdolliseen laatuun. Yhdessä JITin kanssa, se auttaa luomaan edellytykset korkealle ja tasaiselle laadulle. Kaikkien prosessien korkea ja tasainen laatu on edellytys tehokkaalle virtaukselle.

Lyhimmän mahdollisen läpimenoajan ja matalimpien mahdollisten kustannusten saavuttamiseksi on tärkeää, että kaikissa prosesseissa ja sisään tulevilla materiaaleilla on korkea laatu, ja nämä yhdistyvät tehokkaaksi virtaukseksi. Tehokkaalla virtauksella on suuri vaikutus asiakkaisiin, koska se mahdollistaa lyhyet läpimenoajat, korkean toimitusvarmuuden ja kilpailukykyiset kustannukset. (Petersson ym. 2018, 118–120.)

## 2.4 Kehitystyökalut

Lean tarjoaa käytettäväksi suuren määrän erilaisia työkaluja. On todella tärkeää ottaa huomioon, että jotkin työkalut eivät välttämättä sovellu tietynlaisten ongelmien ratkaisemiseen, vaan on löydettävä oikea työkalu oikean ongelman ratkaisemiseksi. (Petersson ym. 2018, 289–290.) Lean-sahaa ei siis kannata käyttää lean-vasarana, eikä lean-ruuvi-meisseliä kannata syyttää siitä, että sillä ei voi naulata lean-naulaa. Seuraavaksi on esitelty joitain työkaluja, joita on käytetty tätä opinnäytetyötä tehdessä ja joita kirjoittajan mielestä voisi hyödyntää jatkossa toiminnan kehittämiseen leaniksi.

### **5 x miksi**

5 x miksi -menetelmää käytetään poikkeamien juurisyiden selvittämiseen. Menetelmä on hyvin yksinkertainen. Otetaan lähtökohdaksi jokin poikkeama, ja kysytään ”miksi?”, siihen asti, että poikkeaman juurisyys on löytynyt. Juurisyyn löydyttyä päätetään toimenpiteet. Menetelmää on käytetty onnistuneesti, jos juurisyyn on vaikutettu siten, että poikkeama ei enää toistu. Analysoinnin tarkoituksena on haastaa käytetyt työtavat yksittäisten ihmisten sijaan. (Petersson ym. 2018, 319–322.)



## PDCA-kehittämismenetelmä

PDCA-kehittämismenetelmää (myös PDSA-kehittämismenetelmä nimitystä käytetään), joka tunnetaan myös Demingin laatuympyränä, käytetään perustana järjestelmälliseen toiminnan parantamiseen. Menetelmä perustuu kehämalliin, jonka varaan toiminnan parantaminen rakentuu. PDCA/PDSA, on akronyymin menetelmän neljästä vaiheesta (Petersson ym. 2018, 177; Torkkola, 2017, 40.):

- Plan (Suunnittele)
- Do (Toteuta)
- Check (Tarkista) / Study (Tutki)
- Act (Toimi / Standardisoi)

Suunnitteluvaiheessa asetetaan tavoite ja suunnitellaan tarvittavat toimenpiteet. Tämän lisäksi myös kerätään tietoja, yksilöidään ja analysoidaan ongelmat ja määritetään ongelmien juurisyyt.

Suunnitteluvaiheessa viestintä on tärkeää, ja kaikkien osallistujien on saatava tarvittavat tiedot, ja heillä on oltava mahdollisuus vaikuttaa kehittämistyöhön.

Toteutusvaiheessa toimitaan tehtyjen suunnitelmien mukaan. Perusteellisesti tehty suunnitteluvaihe helpottaa toteutusvaihetta. Ongelman tulee olla selkeästi määritelty, juurisyyn olla selvitetty, ja kaikkien on tiedettävä mitä tehdä.

Tarkistusvaiheessa ei arvioida ainoastaan sitä mitä on saavutettu verrattuna tavoitteeseen, vaan myös sitä mikä toimi hyvin ja mikä vähemmän hyvin eri vaiheissa, mitä opittiin tulevaisuuden ja tulevan kehittämistoiminnan kannalta, ja mitä juurisyystä sanottiin suunnitteluvaiheessa.

Jos kehittämistoimet ovat onnistuneet, täytyy uusi ja parempi suorituskykytaso vakiinnuttaa. Tämä tapahtuu yhdessä sovitulla standardilla, jossa kuvataan uusi tapa toimia, ja jota kaikkien täytyy noudattaa. Tarkistusvaihe on viimeinen vaihe kehityskehässä. Sen jälkeen lähtökohtana on uusi taso, josta voidaan taas havaita uusia poikkeamia.

Standardisointivaiheeseen arvioidaan myös pitääkö parannettu standardi ottaa käyttöön muualla. Myös onnistumisten huomiointi on tärkeää, koska se tukee toiminnan parantamisen jatkuvuutta. Kehittämistyön tulee olla mielekästä ja innostusta herättävää. (Petersson ym. 2018, 178–180.)

## PDCA-kehittämistaulu

Kehittämistaulu on eräänlainen ilmoitustaulu, josta voi seurata kehittämistoiminnan etenemistä (kuvio 3). Taulun pitäisi sijaita kehittämisryhmän omalla alueella, jotta sen ääreen olisi mahdollisimman helppo kulkea. Taulu voi olla myös digitaalinen ja toimia esimerkiksi matkapuhelimessa tai muulla älylaitteella. (Petersson ym. 2018, 180–182.)

Kehittämisryhmä "Esimerkki"				
Avoinna olevat toimenpiteet	Vastaava	PDCA-vaihe	Tehty	
		⊕		
Selitys	Tehdyt parannukset	Ideat/poikkeamat	Karanteenissa/seurannassa	Odottaa vastausta
<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ Ongelma tunnistettu ja vastuuhenkilö nimetty</li> <li>⊖ Kehittämistoimenpiteitä suunnitellaan</li> <li>⊙ Kehittämistoimenpiteet meneillään</li> <li>⊙ Kehittämistoimenpiteiden arviointi meneillään</li> <li>⊙ Kehittämistoimenpiteiden tehokkuus varmistettu ja uusi tapa standardisoitu</li> </ul>				

Kuvio 3. Esimerkki PDCA-tilasta (Petersson ym. 2018, 181).

Kehittämistaulussa olisi hyvä olla seuraavia tietoja jollain tavalla mukana:

**Käynnissä olevat toimenpiteet:** Asiat, joiden parissa kehittämisryhmä työskentelee sillä hetkellä. Lisäksi tiedot siitä kuka vastaa toimenpiteistä ja milloin pitäisi olla valmista.

**PDCA-tilanne:** Missä vaiheessa kehittämistyö on, ja miten se etenee.

**Tehdyt parannukset:** Lista parannuksista, joita kehittämisryhmä on saanut aikaan. Auttaa kehittämisryhmän motivoinnissa nostamalla esiin kuinka paljon toiminnan parantamisessa on saatu aikaan, ja toimii pöytäkirjana, johon voidaan palata, mikäli jokin aikaisemmin ratkaistu poikkeama tapahtuisi uudestaan.

Ideat/poikkeamat: Järjestelemätön odotuslista, johon kehitysryhmän jäsenet voivat kirjata parannusehdotuksensa ja havaitut poikkeamat, jotka voidaan ottaa myöhemmin käsitteilyyn.

Odottaa vastausta: Poikkeamat, joita kehitysryhmä ei jostain syystä voi hoitaa itse, vaan ne lähetetään jollekin sopivammalle kehittämisryhmälle.

Karanteeni/Seuranta: Osio arviointia odottaville toimenpiteille, joiden päättämiseen menee pitkä aika, ja joiden parissa kukaan kehittämisryhmän jäsen ei sillä hetkellä työskentele.

Poikkeamien priorisointi. Tauluun kannattaa kirjata periaatteet, joiden mukaan kehittämistoimenpiteet priorisoidaan. Näin kaikille on selvää, missä järjestyksessä parannusehdotuksia ryhdytään toteuttamaan. Priorisoinnin ja visualisoinnin apuna voi käyttää ns. PICK-kaaviota (Kuvio 3, oikea yläkulma), jossa poikkeamat jaotellaan niiden kehitystyön vaatiman panostuksen ja vaikutuksen mukaan. (Petersson ym. 2018, 180–182, 186.)

### **Spagettikaavio**

Spagettikaaviota käytetään hahmottamaan miltä virtaus, jossa on kuljetuksia ja liikkeitä, fyysisesti näyttää. Spagettikaaviota käyttämällä visualisoidaan prosesseihin ja virtaukseen liittyvät kuljetukset ja liikkuminen, koska kuljettaminen ja liikkuminen on hukkaa. Spagettikaaviossa tarkkailtavan toiminnon pohjapiirustukseen merkitään siirtymiset työpisteessä tai virtauksessa. Jokaista liikettä kuvataan viivalla, jonka seurauksena on yleensä suuri määrä pitkiä viivoja, jotka muistuttavat keitettyä spagettia. (Petersson ym. 2018, 305–306.)

Spagettikaavioon yhdistetään myös usein prosessien mittausta. Tässä tapauksessa Spagettikaavion kanssa kirjattiin ylös myös syyt liikkumisiin, odottamisiin ja eri pisteissä tehdyt työtehtävät ja niihin käytetty aika. Kuva työn tuloksena syntyneestä spagettikaaviosta luvussa 4 (kuva 11).

## Uimaratakaavio

Uimaratakaavio on työkalu virtauksen analysointiin ja parantamiseen. Sitä käytetään yleensä kartoittamaan virtausta, jossa on useita samanaikaisia prosesseja. Uimaratakaaviolla voidaan kartoittaa ja luoda kuva nykytilanteesta, sekä luoda tulevaisuuden tavoitetila, jonka perusteella voidaan määritellä toimintasuunnitelma siihen pääsemiseksi.

Nimensä menetelmä on saanut siitä, että sen lopputuloksena syntyvä kartta muistuttaa vierekkäisiä uimaratoja. Jokainen ”rata” kuvaa virtauksen osastoja tai tehtäväalueita. Virtauksen prosessit merkitään aikajärjestyksessä niille kuuluville radoille. Jokaiseen prosessiin liitetään niihin olennaisesti liittyvät tiedot. Nykytilan kartoituksen ja parannusehdotusten perusteella voidaan tehdä kartta tulevaisuudessa toivotusta virtauksesta.

Tavoitetilan saavuttamiseksi laaditaan toimintasuunnitelma, jossa kehittämistyö jaetaan pieniin, konkreettisiin ja hallittavissa oleviin tehtäviin. Usein on hyödyllistä jakaa kuva tulevaisuuden tavoitetilasta ns. kehittämislohkoihin, joiden perusteella muodostuu luonnollisia vastuualueita. Kehittämisalueet määräytyvät kartalla kehittämisenäkökulmasta toisiaan lähellä olevien alueiden mukaan. Kehittämislohkolle valitaan vastuuhenkilö, joka on vastuussa lohossa tapahtuvasta kehitystyöstä. Jokaiselle kehitettävälle prosessille valitaan myös vastuuhenkilö, sekä luodaan aikataulu kehittämistyön seuraamiseksi. (Petersson ym. 2018, 300, 302–304.)

Jakeluaseman asennusta kartoittaessa, voidaan toisella radalla analysoida maanrakennusta ja sen etenemistä ja toisella radalla asennusta, joka etenee vahvasti maanrakennuksen tahdittamana.

### 2.5 Käyttöönoton lähtökohtia

Lean-menetelmien käytöstä ei saa tulla itsetarkoitusta. Ongelmia syntyy, jos jonkin menetelmän käytöstä tulee tavoite sen sijaan, että menetelmä olisi keino jonkin asetetun tavoitteen saavuttamiseksi. Käytettävän työkalun tai menetelmän taustalla oleva tavoite tulee olla jatkuvasti mielessä. (Modig & Åhlström 2019, 94.)

Nopeat ja huomattavat muutokset aiheuttavat helposti vastarintaa työntekijöissä, joten uudistusten kanssa on edettävä varovasti (Liker 2006, 98).

Lean-strategian onnistumiseen organisaatiossa on tärkeää leania kohtaan vallitseva asenne. Positiivisen asenteen saavuttamiseksi, on ymmärrettävä, että leanin oikea soveltaminen luo olosuhteet, jossa kaikki sidosryhmät voittavat. Esimiesten on ymmärrettävä mistä leanissa on kyse, ja osattava viestiä se organisaatiolleen. Petersson ym. mukaan tällaisen yhteisen käsityksen luominen on yksi johtamisen tärkeimmistä tehtävistä. (Petersson ym. 2018, 52–53.)

Jo aikaisessa vaiheessa tulisi viestittää työntekijöille, kuinka kehitystyön seurauksena vapautuneiden resurssien kanssa menetellään. Heille tulisi esittää positiivinen ja selkeästi viestitty suunnitelma siitä kuinka vapautuvia resursseja käytetään niin, että siitä on etua kaikille. (Petersson ym. 2018, 34, 175.)

Kehittämistyön tekijät ja siitä vetovastuussa olevat tulisi löytyä talon sisältä. Esimiesten ja työntekijöiden täytyy yhdessä oivaltaa ja tehdä kehittämistoimenpiteet, jotta jatkuva, pysyvä ja kestävä muutos kohti leania onnistuu. (Petersson ym. 2018, 277.)

Jatkuvaa parannusta tehdessä tulisi muistaa, että mitään ei voi tietää, jos ei kokeile. Kokeillessa on aina hyväksytty mahdollisuus epäonnistumiseen. Lähdetään oletuksesta, että suunnitelma toimii, mutta siitä ei voi olla täysin varma etukäteen. Sari Torkkolan mukaan ”muutos vaatii toimintaa, ja toiminta vaatii rohkeutta.” Kun muutosta ajattelee sarjana kokeiluja, joista osa onnistuu ja osa epäonnistuu, lisääntyy rohkeus toimia. (Torkkola 2017, 38–39.)

Aki Pekuri ja Maila Herrala esittävät artikkelissaan Lean-organisaatiota rakentamassa – henkilöstön osallistaminen ja kulttuurinmuutoksen kulmakivet (Heloma ym. 2013, 194–197) kulttuurinmuutoksen kulmakivien olevan johtaminen, motivointi, osaaminen, luottamus ja ihmiset.

Johtaminen. Johdon sitoutuminen ja tuki on kriittistä Lean-filosofian onnistuneessa käytössä. Johdon tulee kannustaa henkilöstöä luovaan ajatteluun ja osallistaa heidät oman työnsä kehittämiseen. Myös heidän tavallista itsenäisempi päätöksenteko tulee mahdollistaa. Organisaatiokulttuuri on mahdollista muuttaa päivittäiseen ja näkyvään jatkuvaan parantamiseen vain osallistamalla yhä enemmän ihmisiä leanin pariin.

Motivointi. Sekä sisäisiä, että ulkoisia motivaatiotekijöitä korostetaan monipuolisesti Lean-organisaatiossa. Luovuuteen kannustava työympäristö ja työntekijöiden osaamisen sopivalla tavalla haastava monipuolinen työnkuva motivoi työntekijöitä. Mahdollisuus

hyödyntää opittuja taitoja kokonaisvaltaisesti ja nähdä Lean-konseptien toimivuus käytännössä on tehokkain tapa sitouttaa työntekijät oppimiseen ja jatkuvaan parantamiseen.

Osaaminen. Koko henkilöstöllä tulee olla käsitys siitä mistä Lean-ajattelussa on kyse ja mihin sillä pyritään, jotta työkalujen, ihmisten ja kulttuurin sidonnaisuudet tulevat ilmi.

Luottamus. Luottamuksen menettäminen on helppoa, mutta sen rakentaminen tapahtuu ajan kanssa. Lean-ajattelussa luottamuksen rakentaminen lähtee kolmesta periaatteesta: avoimuudesta, ihmisten kunnioittamisesta ja lupauksen pitämisestä. Luvatut asiat tehdään ja sitä mitä ei voi varmasti tehdä, ei luvata. Näiden perusasioiden tulee olla kunnossa, muuten todellista luottamusta ei eri osapuolten välillä rakennu.

Ihmiset. Yhteistyöhön kykenevät ja Lean-filosofiaan sitoutuneet työntekijät ovat avainasemassa. (Heloma ym. 2013, 194–197.)

## 3 ASENNUSPROSESSI

### 3.1.1 Vaihtelun vaikutus asennusprosessiin

Vaihtelu on suurin ongelmien aiheuttaja työmaalla.

Vaihtelun ominaisuutena on, että se kumuloituu ketjussa eteenpäin, ja vähentää näin pitkissä prosessiketjussa viimeisenä olevien mahdollisuuksia onnistumisiin (Torkkola, 2017, 195). Tämän huomaa hyvin käytännössä asennustyömaalla, koska se on paikka, jossa esimerkiksi edellisten työvaiheiden tekemät virheet viimeistään huomataan, ja joudutaan korjaamaan. Asennettavien tuotteiden erilaisuus ja vaihtuvat työkohteet tuovat omat lisämausteensa työhön.

Maanalaisten rakenteiden asennusvaiheessa asentajien työkuorma vaihtelee paljon, koska asennustöitä pystytään tekemään jaksottaisesti maanrakennuksen tahdittaessa työntekoa. Rakenteita pystytään asentamaan käytännössä kerroksittain siten, että ensin asennetaan yksi kerros rakenteita, jonka jälkeen maanrakennus peittää rakenteet ja jatkaa maanrakennustyötä siihen asti, kunnes maan pinta on saatu nostettua seuraavien rakenteiden vaatimaan tasoon. Tästä aiheutuu usein asentajille epätasainen työkuorma ja pitkiäkin odottelujaksoja, riippuen maanrakennuksen resursseista ja nopeudesta ja kaivannon koosta. Maantäytön aikana pyritään tekemään muita työvaiheita valmistelevia töitä, mutta aina se ei onnistu ja valmistelevia töitä pystytään yleensä tekemään vain rajallinen määrä.

Ulkoisen vaihtelu aiheuttaa ajoittain suuriakin haasteita asennustöissä. Tontin koko, muoto ja sijainti vaikuttavat paljon työskentelyyn. On huomattavasti eroa, onko työmaa keskellä kaupunkia pienellä tontilla, kuin että ollaan työmaalla, jossa on tilaa hehtaareittain, eikä muita toimijoita pyörimässä tiellä. Asennustyömaat saattavat olla todella pieniä, ja ne voivat olla useasta suunnasta ulottumattomissa. Voi olla, että autot, joissa työkalut ja muut asennustarvikkeet kulkevat joudutaan jättämään kauas, jolloin olisi tärkeää, että asentajat saisivat autoista helposti tarvitsemansa työkalut ja tarvikkeet mukaansa. Myös muita asennettavia osia ja tavaroita voi joutua hakemaan kaukaa.

Haastava maaperä tai pilaantunut maa-aines ja sen vaihto voivat pahimmillaan venyttää asennusaikataulua viikoilla. Sääolosuhteet voivat hankaloittaa työskentelyä ajoittain, kuten myös työmaalla toimivat muut toimijat.

### 3.1.2 Lean-rakentaminen ja U-Cont

Tehokkaasta asennustoiminnasta ja lean-rakentamisen periaatteista U-Contilla on kokemusta jo 90-luvun lopulta, kun se teki jakeluaseman rakentamisen epävirallisen, edelleen rikkomattoman, maailmanennätyksen. Aikaa säiliönkaivannon kaivuun aloittamisesta siihen, kun polttoaineen myynti aloitettiin, kului 3 päivää. (3 Days installation of petrol station 2014; Jari Sistonen 2020.)

U-Contin toimitusjohtaja Jari Sistosen kokemusten mukaan lean-toimintamalli on myös osoittautunut vuosien myötä helposti rapautuvaksi. Rapautumista aiheuttaa tahtoen ja tahtomattaan alueen muut toimijat, asiakkaat omilla määräyksillään, viranomaiset, työtä johtavat tahot, asentajat, edellisten vaiheiden tekijät ja suunnittelijat. Ilman vastustavaa voimaa eli johtamistyötä toiminta siirtyy pikkuhiljaa kohti epäjärjestyksen tilaa.

Käytännössä asennustoiminnassa lean-rakentamisen periaatteita pyritään jonkin verran soveltamaan, varsinkin sähköasennusten, pinnanmittaus- ja mittariasennuksen ja valomainosasennuksessa, jotka aikataulutetaan yleensä siten, että ne tehdään vasta, kun ne eivät häiritse paljoa U-Contin omaa toimintaa.

### 3.1.3 Tutkittavan asennusprosessin lähtökohdat

Tässä opinnäytetyössä asennusprosessi katsottiin alkavaksi U-Contin asentajien osalta säiliökonttien asennuksesta kaivantoon ankkurointilaatan päälle.

Asennettavat säiliöt olivat 2kpl kolmeosastoisia 60m<sup>3</sup> polttonestesäiliökonttia ja 1kpl 10m<sup>3</sup> AdBlue-säiliökontti, jolle valettiin oma ankkurointilaatta säiliökontin yhteydessä olevaan valukehikkoon. Kaikki säiliöt olivat kaksivaippaisia ja varustettiin elektronisella välitilanvalvonnalla. Asennettujen katosten mitat olivat 7x14m ja 2x7m. Jakelumittareita asennettiin kolme kappaletta, joista yksi oli kolmen polttoainelaadun ja AdBluen jakelumittari ja kaksi muuta neljän polttoainelaadun jakelumittareita.

Pintarakenteeksi mittarikentälle ja täyttöalueelle tässä kohteessa valettiin laaja betoni-laatta. Laatan laajuus ja pitkä kuivumisaika aiheutti sen, ettei jakeluasemalla pystynyt tekemään asennustöitä lähes viikkoon.



### 3.1.4 Asennuksen työvaiheet pääpiirteittäin

Säiliökonttien asennus (kuva 1). Säiliökontit toimitettiin paikalle rekalla ja nostettiin paikalleen ankkurointilaatalle mobiilinosurilla. Säiliökontit ankkuroitiin ankkurointilaatassa oleviin kierretankoihin ankkurointipannoilla. Säiliökonttien kanssa samaan aikaan nostettiin paikalleen myös ison katoksen toisen pilarin perustus, joka nostettiin sille valetulla aluslaatalla olevan murskearinan päälle.

Tarkkailukaivon ja -putkien ja huokosilmaputkien asennus. Tarkkailukaivosta ja huokosilmaputkista voidaan tutkia säiliökaivannon hiilivetyttöisyyksiä mahdollisten säiliö- ja putkivuotojen varalta. Sekä tarkkailu- että huokosilmaputket ovat 110 mm salaojaputkea.



Kuva 1. 60m<sup>3</sup> säiliökontit ankkuroituina laatalle. Vasemmalla tarkkailukaivo. Oikeassa yläkulmassa pilarin "tattiperustus". Ympyröitynä tarkkailuputken päät. Oranssi viiva kuvaa tarkkailuputken kuvassa näkymättömiä osia.

Tarkkailuputket asennettiin ankkurointilaatan tasolle laatan ympärille, ja putkien päät tuodaan tarkkailukaivoon (kuva 1). Huokosilmaputkia asennettiin kahteen tasoon. Alemmat huokosilmaputket asennettiin hieman säiliön puolivälin tasoa alemmas, polttonestesäiliöiden sivuille. Ylemmät huokosilmaputket asennettiin hieman säiliöiden ylimmän kohdan alapuolelle mittarikentälle sekä täyttöalueelle samalle tasolle (kuva 2). Putket tehdään

valmiiksi työmaalla. Huokosilmaputkien salaojaa olevien osien ympärille pyöritettiin harsoa, niille kohdin, joiden haluttiin olevan huokostettavissa. Loput huokosilmaputkista on 110 mm viemäriputkea, jotka nostetaan huokosilmakaivoihin. Huokosilmaputkien sisään vedetään maadoituskuparit.



Kuva 2. vasemmalla alemmat huokosilmaputket. Kuvaan merkitty oranssilla vasemmalta säiliön vierestä puuttuva putki. Oikeanpuoleinen kuva. Ylemmät huokosilmaputket.

Tarkkailuputkien asennuksen yhteydessä asennettiin myös aluemaadoituksen kuparit, jotka kiertävät säiliöt kaivannossa ja ne tuodaan maadoituskiskolle. Maadoitusten tarkoituksena pitää jakeluasema-alueella olevat rakenteet samassa potentiaalissa, ja näin estää potentiaalieroista johtuvaa kipinöintiä säiliöitä täyttäessä ja tankatessa.

Säiliöiden huoltokuilut ja hiekanerotuskaivot viemäroitiin ilmasulkukaivojen kautta öljyn- ja bensiininerottimelle, joka laskee näytteenotto- ja sulkukaivolle, joka puolestaan laskee viemäriverkkoon (kuva 3). Suojakalvon kalvokaivot yhdistettiin viemärlinjoihin. Viemäriin asennettiin öljynkestävät tiivisteet. Ilmasulkukaivoon tulevissa putkissa on vesilukot estämässä mahdollisten polttoainehöyryjen leviämistä jakeluaseman viemäreissä. Viemäriputket ja kaivot eristettiin 100 mm:llä lämmöneristelevyä putkien jäätyminen estämiseksi.



Kuva 3. Panoraamakuva viemäroinneistä. Kuvassa vasemmalta lähtien yhdyskaivo, NOK ja ÖBE. Etualalla ilmasulkukaivoja ja taaempana hiekanerotuskaivoja. Oikeassa reunassa ympyröitynä kalvokaivo.

HDPE-tiivistyskalvon asennus (kuva 4). Jakelualueelle asennetaan jakeluasemastandardin vaatima suojausrakenne, joka on vähintään 1 mm paksua HDPE-kalvoa. Tässä kohteessa kalvon paksuus oli 2 mm. Kalvon pohjat on tehty siten, että niissä on kaatoa kalvokaivoille, jotka laskevat viemärilinjoihin. Kalvo peitetään lopuksi suodatinkankaalla. Tällä estetään maa-aineksen ja muun ei-halutun aineksen päätyminen kalvokaivoihin.



Kuva 4. HDPE-kalvo asennettuna. Kuvassa etualalla huokosilmaputkien päät.

Kalvon läpivientien ja listojen asennus. Kuiluihin asennetaan putkien läpivientikumien kehukset, jotka tulevat myös suojakalvon läpi. Huoltokuiluja vasten nostettujen kalvon reunojen päälle asennetaan kulmalistat, jotta kalvon ja kuilun väliin ei pääse valumaan mitään. Kalvon asennuksen asianmukaisuus tarkastetaan viranomaisten toimesta ennen kuin kalvoa voi alkaa peittää. Yleensä palo- ja/tai ympäristöviranomaisen suorittaa tarkastuksen.

Sähkökaivojen ja putkien asennus (kuva 5). Sähköputket vedetään laittilan perustukselta tarvituille paikoille esim. huoltokuiluille, saarekkeille ja aluevalaistukselle.



Kuva 5. Huoltokuiluille ja aluevalaistukselle vedettyjä sähköputkia. Oikeassa yläkulmassa kuilujen tuuletusputkia ilmaputkipatterille.

Ilmaputkipatterin ja kaivojen ja kuilujen tuuletusputkien asennus. ÖBEltä, NOKilta ja huoltokuiluilta vedettiin tuuletusputket ilmaputkipatterille. Tuuletusputkina käytettiin 110 mm viemäriputkea.

Mittarinaluslaatikoiden asennus. Mittarinaluslaatikot tulevat nimensä mukaisesti jakelumittareiden alle. Niissä kulkevat mittareille menevät imuputket ja sähköjohdot. Lisäksi yhdessä mittarinaluslaatikossa kulki säiliöiden täyttöputkia.

Imu- täyttö- ja ilmaputkien asennus. Suurin osa imu- täyttö- ja ilmaputkista oli valmiiksi asennettuina kuiluissa tai moduloituina irtonaisina. Moduloidut putket yhdistetään laippaliitoksilla. Kuitenkin kaikki kuiluista lähtevät säiliöiden ilmaputket, orjasaarekkeen mittarinaluslaatikolle menevät imuputket ja huoltokuilusta toiseen menevät imuputket tehtiin Secon-X-putkesta (kuva 6). Secon-X on kaksivaippaista putkea, jonka päihin pakataan puristusliittimellä kierreltiin, johon pakataan laippa.



Kuva 6. Vasemmassa reunassa putkipatteri. Vasemmassa kuvassa avonaisten huoltokuilujen päällä TS:n mittarinaluslaatikko. Oikeanpuoleisessa kuvassa kaksi muuta mittarinaluslaatikkoa. Mustat putket ovat Secon-X-putkia.

Koeponnistukset. Järjestelmä koeponnistettiin ilmalla vähintään 0,3 barin paineella. Imuputkille tehtiin tiiveystarkastus vähintään 6 barin paineella nesteellä. Lisäksi täyttöputkistot koeponnistettiin erikseen vähintään 6 barin paineella.

Betoniset mittarisaarekkeet asennettiin mittarinaluslaatikoiden päälle ja pääurakoitsijana ollut yritys teki pintalaatan valukehikon ja raudoituksen (kuva 7). Huoltoluukut, joista pääsee säiliöiden huoltokuiluihin, ja niiden valukehikot asennettiin laatan kaatojen mukaisesti. Tämä voitiin tehdä vasta, kun saarekkeet ja pintalaatan valukehikko oli asennettu, että kaadot saatiin oikein.

Lisäksi asennettiin maadoituskupareja mm. suojakaiteille, putkipatterille ja huokosilma-putkille.



Kuva 7. Pintalaatan raudoitus ja valumuotti, saarekkeet ja huoltoluukut.

### **Pinta- ja maanpäälliset rakenteet.**

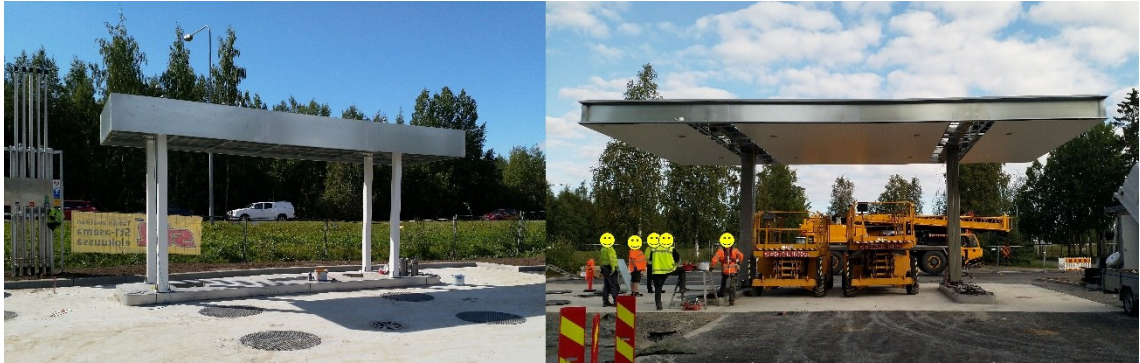
Pintarakenteeksi mittarikentälle ja täyttöalueelle valettiin noin 220m<sup>2</sup> laajuinen betoni-laatta (kuva 8). Muu alue asvaltoitiin, kun laatta oli kuivunut vajaan viikon.



Kuva 8. Pintalaatta valettuna ja asvaltointi käynnissä.

Laitetila, katokset ja niiden pilarit toimitettiin paikalle rekalla. Laitetila asennettiin perustuksensa päälle. Laitetila on pieni koppi, jossa sijaitsevat mm. jakeluaseman sähkötaulut ja muuta aseman tarvitsemää elektroniikkaa. Molempien katosten pilarit kiinnitettiin pulttiliitoksien niiden perustuksissa oleviin kierretankoihin ja pienempi katos nostettiin paikoilleen pilareiden päälle (kuva 9). Isomman katoksen pilarien juuriin tehtiin jälkivalu betonilla pilareiden kiinnitysmuttereiden suojaamiseksi ja nurjahduksen estämiseksi.

Isompi katos toimitettiin työmaalle kahdessa lohkossa. Katoslohkot yhdistettiin pulttiliitoksiin ja nostettiin asennusjaloille alakaton, valaisinten ja sähköjohtojen asennusta varten. Näiden valmistuttua katos nostettiin mobiilinosturilla paikalleen ja kiinnitettiin pilareihin pulttiliitoksiin. Ylä- ja alakatto viimeisteltiin katoksen paikalleen noston jälkeen. Katosten ja pilareiden pultit kiristettiin momenttiin. Aliurakoitsija asensi katoksen valomainokset katoksen paikalleen noston jälkeen.



Kuva 9. Katokset paikoilleen nostettuna.

Aliurakoitsijat tekivät sähköasennukset, pinnanmittausanturien asennukset sekä valomainosten ja mainospylonin asennukset.

Jakelumittarit nostettiin paikoilleen trukilla, imuputket yhdistettiin mittareihin ja mittarit kiinnitettiin saarekkeisiin. Mittarinaluslaatikot ja huoltokuilut täytettiin vaahtolasimurskeella täytetyillä muovisäkeillä. Niiden tarkoituksena on viedä tilavuutta kuiluihin mahdollisesti joutuvilta räjähdysvaarallisilta aineilta.

Lopuksi asennettiin myös erilaisia suojarakenteita ja merkinnät: Täyttöputkia suojaava täyttölaatikko kiinnitettiin saarekkeeseen betoniruuveilla. Täyttölaatikkoa ja pienempää katosta suojaamaan asennettiin suojakaiteet. Putkipatterin maanpinnan yläpuolelle jääviä putkiliitoksia suojaamaan asennettiin rosterinen suojakotelo. Vaaditut varoitusmerkinnät ja laatumerkinnät asennettiin paikoilleen.

Säiliöiden ensitäyttö. Säiliötä ensikertaa täytettäessä paikalla oli polttoaineen toimittajan edustaja tekemässä turvallisuusselvitystä. Säiliöiden mittatilavuustaulukoiden paikkansapitävyys tarkastettiin myös ensitäytön yhteydessä.

Lopuksi suoritettiin loppu- ja käyttöönototarkastus, jossa oli paikalla palo-, ympäristö- ja rakennusviranomaisia ja asiakkaan ja urakoitsijan edustajia. Hyväksytyin tarkastuksen jälkeen asema voitiin ottaa käyttöön.



Kuva 10. Valmis polttoaineen jakeluasema odottamassa avaamista. Katoksista poistettu asiakkaan logot.

## 4 NYKYTILAN KARTOITUS

Nykytilan kartoitus tehtiin kirjoittajan toimesta kahdeksan viikon aikana kesällä 2020 eräällä U-Contin asennustyömaalla Suomessa. Työvaiheiden kestot mitattiin kellottamalla ja merkattiin kentällä käsin ylös muistivihkoon, josta ne siirrettiin Excel-taulukkoon.

Työvaiheiden kellotus onnistui hyvin, varsinkin kun ottaa huomioon asennusprosessin noin kahdeksan viikon keston, ja sen että kellotukset tehtiin muiden työtehtävien ohessa. Kellotuksen lisäksi kirjattiin ylös myös ilmi tulleita ongelmia, asentajien kokemuksia, näkemyksiä ja kehitysehdotuksia asennusprosessiin liittyen. Niistä lisää tässä ja seuraavassa luvussa.

Kellotetut työvaiheet jaoteltiin 11 eri kategoriaan, joita ovat jalostava työ, pakollinen valmisteleva työ, tarpeellinen hukka, edellisen työvaiheen korjaus, hukkatyö, omien virheiden korjaus, pakollinen logistiikka, siirtäminen, työmatka, tauko ja ei varmuutta. Tarkemmat kuvaukset eri kategorioiden sisällöistä ja niiden jakautumisesta löytyvät seuraavan sivun taulukossa 1. Edellisen työvaiheen korjaus, omien virheiden korjaus ja siirtäminen ovat myös hukkaa, mutta ne eroteltiin mittauksissa erillisiksi kategorioiksi, helpottamaan töiden jakaantumisen hahmottamista.

Kellotusten tuloksista luotiin kuvaajia helpottamaan niiden tulkintaa. Kuvio 4 havainnollistaa kaikkien asennuksen aikaisten työtuntien jakautumiseneri kategorioissa. Kuvio 5 havainnollistaa töiden jakautumisen päivätasolla ja viikkokohtaisen miehityksen U-Contin osalta.

Spagettikaaviota käytettiin soveltaen. Tehdyt työvaiheet numeroitiin ja niiden tekopaikka merkattiin spagettikaavioon. Koska asentajat liikkuvat työmaalla niin paljon, merkattiin ylös vain osa pidemmän matkan siirtymisistä. Siitä voi kuitenkin huomata, että välillä jouduttiin hakemaan tavaraa melko kauas jätetyiltä autoilta ja tavaroiden varastointiin käytetyltä alueelta (Kuva 11).





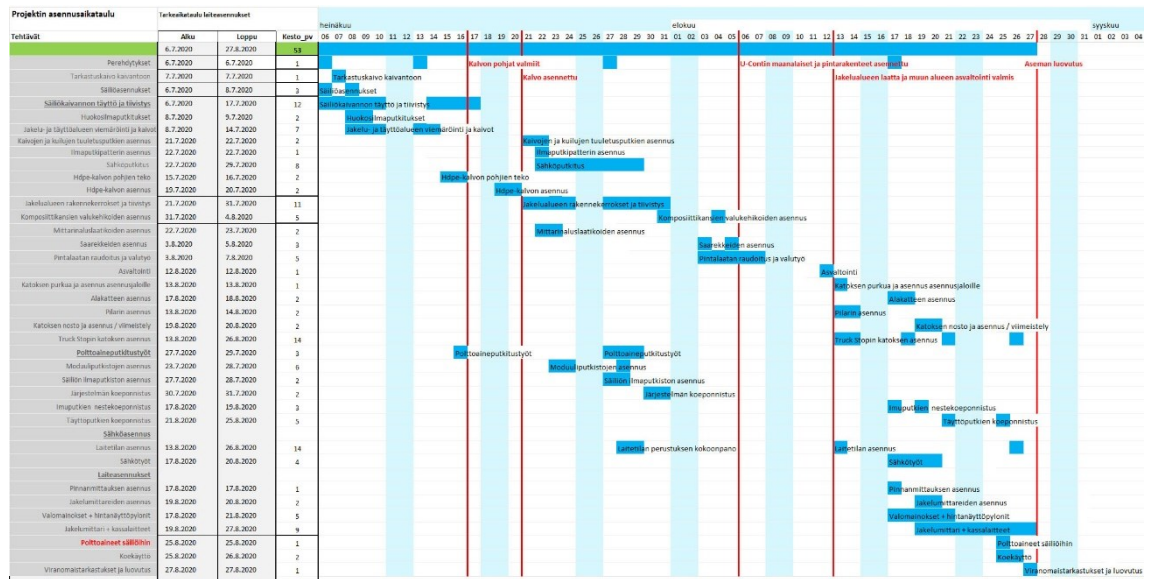
Kuva 11. Spagetrikaavio.

Spagetrikaavio		pvm	lko 4									
Tehtävä		Työryhmä										
Nro	Työvaihe	Aika min	Odotus	Pakollisuus	Hukan laatu	Hiömäärä	Odottajien m	Tod. Aika	Pvm	Haku	Huom	
	<b>Maanantai 27.7.</b>	Aika min	Odotus	Pakollisuus	Hukan laatu	Henkilömäärä	Odottajien m	Tod. Aika	Pvm	Haku	Huom	
191		60		pk	v	1		60	27.7.			
192		270		pm	v	2		540	27.7.			
193		15		pl		2		30	27.7.			
194		110		pm	v	2		220	27.7.			
195		60		pk	v	2		120	27.7.			
196		265		pm	v	2		530	27.7.			
197		30		p		2		60	27.7.			
198		15		p	v	2		30	27.7.			
199		120		pk	yt	2		240	27.7.			
200		5		s		1		5	27.7.		1	
201		30		p	tk	2		42	27.7.			
202		5		s		1		5	27.7.		1	
203		5		s		1		5	27.7.		1	
204		5		s		1		5	27.7.		1	
205		3		s		1		3	27.7.		1	
206		30		pk	yt	2		60	27.7.			

Taulukko 1. Spagetrikaavioon yhdistetty kellotustaulukko.

Spagettikaavioon yhdistettiin kellotustaulukko, jossa näkyy työvaiheen numero, tehty työvaihe, työvaiheeseen käytetty aika, odotusaika, työvaiheen kategoria, mahdollisen hukan laatu, työvaiheen tekijämäärä, odottajien määrä, työvaiheeseen kulunut kokonaisaika, päivämäärä, tavaran tai muun haku ja lisähuomio. Taulukon perusteella saatiin luotua kuviot 4, 5 ja 6.

Työmaa valmistui suunnitellussa aikataulussa (taulukko 3).

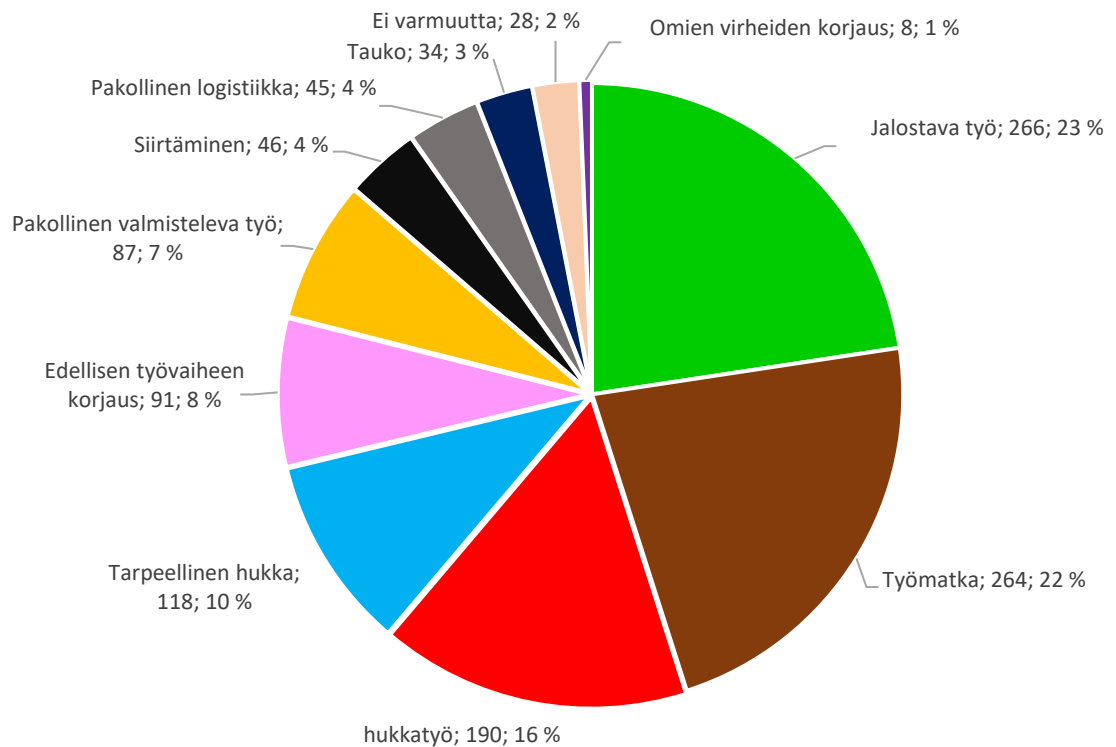


Taulukko 2. Toteutunut asennusaikataulu.

Asennustyön aikana olleesta 7 viikonlopun 14 päivästä vain yhtenä tehtiin töitä. Tällöin töissä olivat kalvon asentaneet aliurakoitsijat. Kokonaisuudessaan asennus kesti 53 päivää, joista 13:na työmaalla ei tehty töitä ensinkään, joka on lähes 25 % päivistä. Työmaa oli myös melko pitkässä matkassa, joten maanantaista ja perjantaista meni yleensä noin puolet päivästä työmatkoihin, jolloin asennustöiden osalta viikonloppu kesti yleensä kolme vuorokautta. Myös joinakin maanantaina meni hallilla useampia tunteja auton tyhjentämiseen ja pakkaamiseen.

Liitteessä 1 on esitetty leanin mukainen tavoiteaikataulu ja toteutunut aikataulu suurempikokoisina.

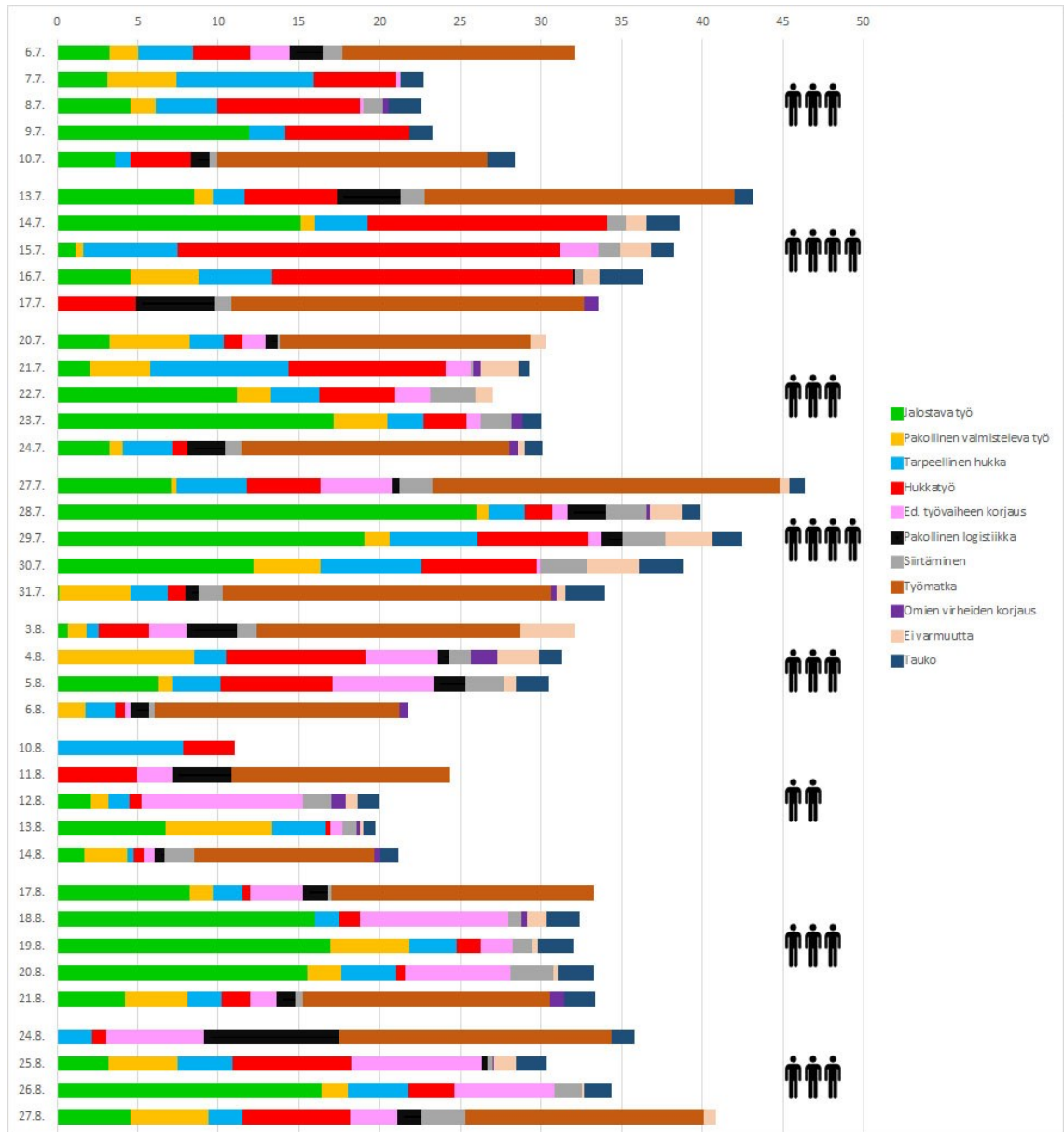
#### 4.1 Mittausten tulokset



Kuvio 4. Töiden jakautuminen kokonaisuudessaan tunteina.

Kategoria	Kuvaus	Tuntia	%
Jalostava työ	Työ, jonka tekeminen tuottaa arvoa.	266	23 %
Työmatka	Joroisten hallilta työmaalle ja takaisin.	264	22 %
Hukkatyö	Työ, joka ei selvästi tuota lisäarvoa tai odottelu.	190	16 %
Tarpeellinen hukka	Työvaihe, jota tekemättä työt eivät etene, mutta joka ei suoranaisesti ole kytköksissä tuottavaan työhön.	118	10 %
Edellisen työvaiheen korjaus	Työvaiheet, joissa korjataan jonkin edeltävän työvaiheen virheellistä tai puutteellista työtä. Sisältää myös piirustusten selvittelyn.	91	8 %
Pakollinen valmisteleva työ	Valmisteleva työ, joka on tehtävä, jotta arvoa lisäävän työvaiheen voi tehdä.	87	7 %
Siirtäminen	Työkalujen ja osien hakeminen ja siirtäminen työmaalla.	46	4 %
Pakollinen logistiikka	Kuormien purut ja lastaukset työmaalla ja hallilla.	45	4 %
Tauko	Lakisääteinen tauko. Osa tauoista merkittiin erikseen kirjanpidon helpottamiseksi.	34	3 %
Ei varmuutta	Työmaalla oltu aika, josta ei ole täyttä varmuutta mitä on tehty.	28	2 %
Omien virheiden korjaus	Asentajien omista virheistä johtuvien työvaiheiden korjaaminen.	8	1 %

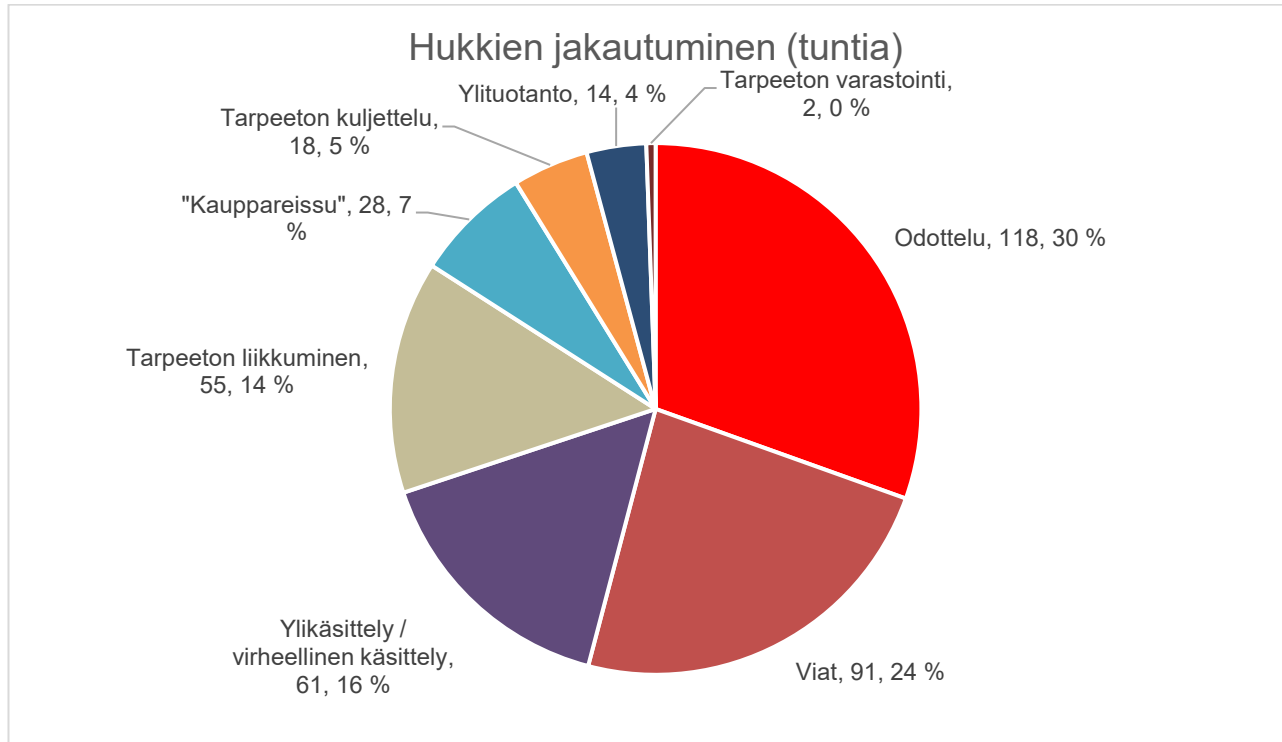
Taulukko 3. Kellotetut työvaiheet, työvaiheen kuvaus, kesto tunteina ja osuus prosentteina



Kuvio 5. Töiden jakaantuminen päivätasolla tunteina ja viikkokohtainen miehitys.

Suurimmat hukkapiekit osuvat maanalaisten rakenteiden asennuksen ajalle. Varsinkin toiselle työviikolle, jolloin työmaalla oli neljä asentajaa, tällöin suurin osa hukasta oli odoteltua. Edellisten työvaiheiden korjaus taas painottuu asennuksen viimeisille viikoille. Suurin osa tästä oli puutteellisten tuotteiden tai muiden vikojen korjailua. Myös työmatkoihin käytetty nousee todella merkittäväksi.

Tehtyjä töitä jaoteltiin myös hukan tyyppin mukaan (kuvio 6). Näitä kaikkia töitä ei välttämättä ole merkitty edellä kuvattuun "hukkatyö"-kategoriaan. Hukkien kuvaukset löytyvät luvusta 2.3.4. "Kauppareissu", kuuluu tarpeettoman liikkumisen alle, mutta se otettiin omaksi kategoriakseen, jotta saatiin selville kuinka paljon aikaa kuluu pääasiassa tarvikkeiden ostoon ja vuokraukseen työmaan aikana.



Kuvio 6. Havaittujen hukkien määrä ja jakautuminen tyypeittäin tunteina.

Suurimmaksi hukaksi nousi odottelu, jota oli kaikkiaan n. 118 tuntia, 30 % hukasta. Määrä vastaa lähes yhden henkilön kolmen viikon työmäärää. Toiseksi suurin hukan aiheuttaja oli viat, jotka työllistivät yli 91 tuntia, 24 % hukasta. Ylikäsittely 61 tuntia, 16 % hukasta ja tarpeeton liikkuminen n. 55 tuntia 14 % hukka-ajasta, olivat myös merkittäviä hukan muotoja. Odottelun vähentämiseksi työvoiman oikea resursointi olisi tärkeää. Viojen korjaamisen määrää saisi laskettua toimittamalla laadukasta tavaraa työmaalle.

## 4.2 Työmaalla tehdyt havainnot

### **Työtavat**

Kaikilla asentajilla on hieman oma tapansa tehdä tiettyjä asioita. Esimerkiksi Forecourt-kansien kehysten kiinnitys valukehikoihin tehdään asentajasta riippuen eri määrällä ruuveja. Lisäksi käytettävien ruuvien tyyppiä ei ole määritelty, vaan asentajat käyttävät mitä on saatavilla. Käytettävien osien standardisointi ja yhdenmukaistaminen helpottaisi hankintaa.

Myös laittilan kiinnittämiseen perustukseen ei ilmeisestikään ole standardoituja osia, vaan asentajat käyttävät siihen tarvikkeita mitä on saatavilla tai mitä he sattuvat hankkimaan. Tällä kertaa kiinnitys toteutettiin rakennuskulmilla ja betoniruuveilla. Betoniruvien suuren koon takia laittilan perustus kuitenkin vaurioitui ja sitä jouduttiin korjailemaan työmaan valmistumisen jälkeen. Jos käytettävien ruuvien koko olisi suunniteltu etukäteen ja ollut selkeästi tiedossa asentajilla, olisi tältä todennäköisesti välttytty.

### **Koeponnistukset**

Koeponnistukset tehtiin jostain syystä kolmessa erässä. Järjestelmä ponnistettiin 30.–31.7., samalla täyttöputket ponnistettiin pelkällä ilmalla n. 7 barin paineella. 1 ja 2 saarekkeen imuputkien nestekoeponnistukset tehtiin 17.8. ja TS:n putket ponnistettiin kaksi päivää myöhemmin. Täyttöputket ponnistettiin ilmalla 21.8. ja yksi vuotava ja uudelleen pakattu Camlock-nokkavipuliitin ponnistettiin vielä 25.8. Täyttöputkia ponnistaessa löytyi kaksi vuotoa, joita ei havaittu järjestelmää pienellä paineella koeponnistaessa: yhden täyttölaatikon ja putkilinjan välisen laipan pultteja ei oltu kiristetty kunnolla, ja erään täyttöputken Camlock vuoti. Kyseistä Camlockia ei jostain tuntemattomasta syystä oltu pakattu ja ponnistettu hallilla, vaikka osa siellä olikin. Koska oli kiire kotiin, Camlock pakattiin uudestaan liimalla, ja koeponnistettiin uudestaan vasta seuraavalla viikolla. Tällöin liitos todettiin pitäväksi.

## **Virheistä ja puutteista reklamointi**

Asentajien kanssa jutellessa nousi useampaan kertaan esille sanat ”siitä on kyllä sanottu”. Eli virheet työmaalla kyllä yleensä huomataan, ja ne korjataan, mutta korjaus ehdotukset ja tiedot puutteista eivät usein päädy niin pitkälle, että niiden toistuminen saataisiin estettyä. Suullisen kahvihuone- tai puhelinreklamoinnin ongelmat oli kirjoittajan saamien tietojen mukaan yrityksessä kyllä tiedostettu, mutta testikäytössä ollutta matkapuhelimella toimivaa palautesysteemiä ei oltu tällä asennuksella vielä otettu käyttöön.

## **Työmaalle saapuminen**

Kirjoittajaa jäi ihmetyttämään miksi ykkösasentajat useimmiten haluavat ajaa itse työmaalle, vaikka työmatkalla olisi mahdollista tutustua esimerkiksi piirustuksiin ja suunnitelmiin tai vaikka majoituksen varaamiseen.

Työmaalle saavuttaessa vastaava työnjohtaja, jonka piti pitää perehdytykset, oli juuri lähtenyt käymään muualla, ja häntä piti odotella lähes tunti. Kun perehdytykset oli saatu pidettyä, oli nosturi jo valmiina ja nostohommat aloitettiin melkein heti. Yhteisiä toimintasuunnitelmia nostojen osalta juurikaan tehty.

Kuviin ei aina tunnuta perehdyttävän kovin paljoa ennen työmaata. Tämän kävi ilmi siitä, kun ensin toinen säiliöistä meinattiin asentaa väärin päin kaivantoon ja pilarianturan perustus asennettiin ensin 180-astetta väärin päin.

## **Maanrakennus**

Maanrakennus ja maanalaisten osien asentaminen kesti 4 viikkoa, jonka jälkeen meni vielä n. 1,5 viikkoa pintalaatan valussa ja asvaltoinnissa, eli yli kaksi kolmasosaa koko asennuksen kestosta. Myös suurimmat hukkapiiikit asettuvat tuolle samalle ajalle. Maanrakennuksen ja maanalaisten osien asentamisen ja resursoinnin kehittämällä voidaan siksi saavuttaa suurimpia vaikutuksia läpimenoaikoihin ja odottelun vähentämiseen. Asennuskohteen säiliökaivanto oli suurikokoinen ja töitä olisi varmasti nopeuttanut kahden kaivinkoneen käyttö yhden sijasta. Tilaakin tälle olisi ollut.

Työmaalla pitäisi olla ainakin yksi johtava henkilö, jolla selkeä käsitys mitä milloinkin tehdään ja ohjata sen perusteella muita asennusryhmän jäseniä. Useimmiten selkeää töiden ja roolien jakoa ei tehty. Nyt työohjeita piti kysellä erikseen ja niiden saamisessa kesti välillä kauankin, kun kokeneempi asentaja saattoi olla esim. kauppareissulla. Muutamana päivänä työmaalla oltiin useampi tunti, vaikka ei ollut mitään tekemistä. Yhtiössä on käytössä joustava työaika, ja näinä päivinä olisi voitu joustaa aiemmin vapaalle leppämään.

### **Kalvon asennuksen aikataulut**

Kalvon asennuksen olisi päässyt aloittamaan paria päivää aikaisemmin kuin se nyt asennettiin, mutta asennusta koitettiin varata alihankkijalta liian myöhään.

### **Tavaroiden toimitukset ja varastointi työmaalla**

Tavarat varastoidaan pääasiassa minne mahdollista. Usein tämä tarkoittaa taivasalle (kuva 12). Tämä aiheuttaa vaaran, että tavaroita häviää, varastetaan tai vahingoittuu niiden ollessa sään armoilla.



Kuva 12. Tarvikkeiden säilytystä työmaan läheisyydessä.

Mittarinaluslaatikot odottivat työmaalla asennusta 16 päivää, Forecourtien kannet ja niiden valumuotit 25 päivää ja vaahtolasimurskesäkit 22 päivää.



## Toimitusrajojen vaihtelu

Toimitusrajat vaihtelevat paljon eri kohteiden välillä. Nykyisin käytössä oleva toimitusrajalista sai asentajilta kehuja.

### 4.3 Laatuvirheet ja puutteet

#### Saarekkeet

1 ja 2 saarekkeen pinnat olivat väärän sävyisiä, joten ne jouduttiin jyrsimään työmaalla ja päälle valamaan uuden Mastertopit.

TS:n saareke oli tehty piirustusten mukaisesti, mutta valitettavasti piirustuksista oli lähetetty vanha versio alihankkijalle. Mittarille tehty aukko oli liian pieni, joten sitä jouduttiin suurentamaan. Lisäksi saarekkeeseen jouduttiin poraamaan reikä sähköjen läpivientiä varten. Mittarin aukon suurentaminen tehtiin vasta saarekkeen paikalleen nostamisen jälkeen ja aiheutti suojaustoimenpiteistä huolimatta sotkua mittarinaluslaatikkoon ja kiuuun. Saarekeasian selvittely aiheutti reilusti vaivaa ja selvittelyä työmaalla.

Erään asentajan kommentin mukaan viimeisen kahden vuoden aikana asennetuista betonisaarekkeista yksikään ei ole ollut kunnollinen, vaan niissä kaikissa on ollut jotain puutteita. Joka kerralla on jouduttu esimerkiksi poraamaan, jyrsimään tai maalaamaan. Lisäksi imuputkien kannakkeet ovat puuttuneet aina. Saarekkeet kuulemma suunnitellaan joka kerta uusiksi.

#### Ilmaputkipatteri

Ilmaputkipatterien saaminen koottuna työmaalle on kuulemma ollut vaikeaa. Tällä kertaa putkipatteri tuli kyllä koottuna. Oli pitänyt kuulemma käydä viikonloppuna kokoamassa. Putkipatterin jalka oli liian pieni ja putkipatterille piti rakentaa mm. erillinen koroke. Korkeampi jalka olisi myös helpottanut säiliön ilmaputkien asennusta, koska nyt putket piti tavuttaa todella pienellä säteellä patterille ja tuuletusputket piti vetää kummallisia reittejä patterille.

## **Täyttölaatikon yläosa**

Täyttölaatikon yläosassa kiinteänä ollut kaasuntalteenoton putki aiheutti paljon vaivaa. Jäykkä putki jäi ensimmäisellä asennusyrityksellä liian lyhyeksi ja laatikko jouduttiin vie-mään hallille muokattavaksi. Myös laatikon kannen kaasujousen kanssa oli ongelmia, koska se oli liian heikko. Laatikoon koitettiin asentaa hallilla tehokkaampaa joustaa, jol-loin kaasujousen kiinnikkeitä jouduttiin muokkaamaan. Tämän seurauksena täyttölaati-kon maalipinta oli sen verran rujossa kunnossa, että se jouduttiin maalaamaan uudes-taan.

Toisella asennusyrityksellä täyttölaatikon jalustaa jouduttiin loveamaan, koska se otti kiinni sen viereisiin pilareihin. Lisäksi täyttölaatikon Union-liittimen paikalleen saaminen kesti kolmelta mieheltä yli tunnin, koska putki oli edelleen vähän väärän mittainen. Meni lopulta tasan neljä viikkoa siitä, kun täyttölaatikon yläosa toimitettiin ensimmäisen kerran työmaalle, siihen että se saatiin lopulta asennettua paikalleen.

## **Puuttuvat läpivientireiät**

Kuiluihin jouduttiin poraamaan useampi reikä sähköläpivientejä varten.

## **Imuputket**

Imuputket oli väärän paksuiset, minkä takia niihin piti pakata uudet supistusliittimet. Su-pistusliittimiä piti pakata kaikkiaan 11 kappaletta uudestaan, ja niihin vielä ponnistus-Camlockit. Aikaa kului tuntitolkulla.

## **Puutteet piirustuksissa ja suunnitelmissa**

Kuvien epäselvyys, ristiriitaisuus ja tulkinnanvaraisuus nousi esille usein. Näiden selvit-teleminen kuluttaa paljon turhaa aikaa. Tällä kertaa oli esim. säiliöalueen tarkastuskai-von sijainnista ristiriita kuvissa 009-01. Selvittämiseen meni paljon aikaa. Olisiko mah-dollista sopia millä kriteereillä ja rajoilla esim. kaivoja on mahdollista siirtää, jo hieman etukäteen?

Myös korkomaailmaan liittyvät asiat ovat olleet hyvin epäselviä aikaisemmin ja ovat edelleen. Asentajat joutuvat pohtimaan paljon, ja tarkistamaan korkoihin liittyviä asioita. Olisi varmaankin syytä pitää kunnan talkoot korkojuttuihin liittyen, jotta ne saataisiin luotettavammiksi. Suunnittelijat ja asentajat voisivat käydä asioita yhdessä läpi.

Maanrakennukseen käytettävät piirustukset eivät vastaa sitä mitä todellisuudessa tehdään. Piirustuksissa eri kerrokset on määritelty tarkkaan, mutta todellisuudessa eri kerroksia tehdään soveltavammin. Maanrakentajat, jotka eivät tästä ole tietoisia tekevät kuvien mukaan, ellei asentaja heitä toisin ohjeista. Eräs maanrakennustyöntekijä totesi piirustuksien ja käytännön väliseen eroon koneen tekevän kuvien mukaan, joten kuvissa kerrokset pitäisi olla oikein. Asia tuli ilmi myös erään asentajan kommentissa, että jos eräs U-Contin usein käyttämä maanrakennusurakoitsija olisi tekemässä maanrakennustöitä, niin asentajien ei tarvitsisi puuttua maanrakennukseen. On syytä pohtia johtavatko maanrakennuksen standardisoinnin ja kuvien puutteet liialliseen sitoutumiseen tiettyihin toimijoihin, nostaen siten kustannuksia?

Nousi usein esille, että asentajat eivät uskalla tehdä piirustusten mukaan, koska eivät luota niihin. Esimerkiksi ehdottaessani huokosilmaputkien tekoa piirustuksista otettujen mittojen mukaan minulle sanottiin, että kuvien mukaan ei uskalla tehdä, ettei tule tehtyä väärän mittaisia. Tarkistusmittauksia jouduttiin tekemään ja odottamaan että osa osista on saatu asennettua ennen mittojen ottoa.

Myös putkituskuvien kohdalla mittarille tulevien putkien järjestystä epäiltiin suuresti.

Putkipattereista ei asentajien mukaan koskaan ole saatavilla piirustuksia. Piirustukset helpottaisivat pohjien tekoa ja asennustyötä muutenkin, kun olisi tiedossa mille tasolle putkipatterin jalusta tulee.

Sähköputkitusten suunnittelu unohtuu usein tai jää puutteelliseksi. Nyt piti tehdä kuiluihin useita reikiä sähköputkien läpivienneille.

Maadoituksista ei asentajien mukaan ole olemassa heidän saatavillaan minkäänlaisia piirustuksia, ne vaan pitää tietää. Nousi esille muitakin asioita, joita ”pitää vaan tietää”.

### **Puuttuvat tavarat**

Moneen otteeseen asennuksella asentajat miettivät ääneen, onkohan jotakin osaa tai tarviketta tilattu. Näitä sitten selviteltiin puhelimesta. Asentajille pitäisi saada tieto siitä

mitä asiakkaalle on myyty, mitä työmaalle on tilattu, kuinka paljon, koska tilatut tavarat toimitetaan ja minne ne toimitetaan. Esimerkiksi jokin yksinkertainen pilvessä oleva tarkastuslista näistä voitaisiin kehittää. Puutteita oli muun muassa seuraavien osien kanssa:

- Uniframen perustukseen tulevan pilarin kierretankoja ei olisi ollut, jos asentaja ei olisi ottanut niitä itse mukaan.
- Ylitäytönestinten pistokkeet ja täyttölaatikon tyypikilvet puuttuivat. Ne tehtiin työmaalla, vaikka ei ollut varsinaisesti pakko.
- Imuputkien kannakointitarpeet saarekkeisiin piti asentajien haalia itse. Kierretangot, putkisangat ja c-kiskot puuttuivat.
- TS:n kattoviemärin osia puuttui ja pilarin yläpäähän listat saatiin sen verran myöhään, että ne jouduttiin maalaamaan vasta työmaalla. Maalipinnasta tuli kuitenkin kelvollinen.

## 5 KEHITYSTOIMENPITEET

### 5.1 Työtavat ja -kulttuuri

#### **Standardisoidut piirustukset, työtavat ja osat**

Töiden standardisoinnissa ei ole kyse siitä, että jokin työtapa vain päätetään, ja siinä pitäydytään ikuisesti. Kyseessä on parhaan tiedossa olevan toimintatavan ottaminen käyttöön standardoidusti. Aina kun löytyy standardina olevaa parempi toimintatapa, joka todetaan toimivammaksi, otetaan se standardiksi.

Standardisointi helpottaa koko organisaation toimintaa, koska yhteiset toimintatavat ovat kaikkien tiedossa. Jos jotain toimintatapaa parannetaan, otetaan se siis yhteisesti käyttöön, jolloin kaikki saavat tiedon uudesta, toimivammasta, työtavasta. Standardisointi helpottaa myös uusien työntekijöiden perehdytystä, kun parhaat toimintatavat saadaan opetettua heti uudelle työntekijälle.

Asennuksen ja rakentamisen olosuhteissa on tärkeää ymmärtää mitä asioita ja vaiheita voidaan standardisoida ja missä olosuhteet on otettava huomioon. Jos tätä eroa ei ota huomioon jää helposti kaikki toiminta standardisoimatta.

Kehitystyön tulisi keskittyä seuraaviin asioihin:

- Työkalujen, autojen ja järjestyksen standardisointi.
- Säiliömittojen, liitosten, ruuvikokojen ja tiivisteiden standardisointi ja eri vaihtoehtojen rajaaminen.
- Työtapojen, työjärjestyksen ja mittausten standardisointi.
- Palautekäytäntöjen standardisointi.

#### **Piirustukset ja suunnitelmat**

Asentajien yhdessä suunnittelijoiden ja projektipäälliköiden kanssa pitäisi sopia standardoiduista piirustuspaketeista, jotka asentajat saavat mukaan asennustyömaan alkaessa. Asentajien toiveena oli, että ainakin tietyt kuvat on saatava paperisena, koska esimerkiksi puhelimen tai tabletin ruudulta kuvien tihrustaminen on hankalaa. Olisi hyvä käydä läpi myös muita tärkeitä lähtötietoja, mitä asentajat tarvitsevat. Esimerkiksi imuputkien

järjestys mittarilla, katoksen ajokorkeus ja putkipatterin mitat olivat tällaisia asioita, jotka aiheuttivat päänvaivaa puuttuessaan.

### **Koeponnistukset**

Koeponnistukset tulisi tehdä standardisoidusti tietyssä vaiheessa asennuksia, ja tietyssä järjestyksessä esimerkiksi imu- ja täyttöputkien nestekoeponnistus, jonka jälkeen järjestelmän koeponnistus. Tällä kertaa koeponnistukset tehtiin viitenä eri ajankohtana, joista viimeinen johtui siitä, että yhtä täyttöputken Camlock-nokkavipuliitintä ei oltu pakattu ja koeponnistettu valmiiksi hallilla, vaan se jouduttiin pakkaamaan työmaalla ja pakkaus meni pieleen.

### **Viikonlopputöiden harkitseminen**

Asennustyön aikana olleesta 7 viikonlopun 14 päivästä vain yhtenä tehtiin töitä. Tällöin töissä oli kalvon asentajat. Asennus kesti 53 päivää, joista 13 työmaalla ei tehty töitä ensinkään, joka on lähes 25 % päivistä. Työmaa oli myös melko pitkässä matkassa, joten maanantaista ja perjantaista meni yleensä noin puolet päivästä työmatkoihin, jolloin asennustöiden osalta viikonloppu kesti yleensä kolme vuorokautta. Myös joinakin maanantaina meni hallilla useampia tunteja auton tyhjentämiseen ja pakkaamiseen. Näitä töitä on käyty joskus tekemässä viikonloppuisin, mutta ei nykyisin, koska siitä ei makseta viikonloppulisiä. Voisiko harkita, jonkun määrän voisi tehdä viikonloppuna, siten että tunnit kirjataan koneelle. Ylitöitä varten voisi kehittää nykyistä paremman joustosäännön.

### **Kalvoasennusten tekeminen itse**

Kalvoja on asennettu aikaisemmin itse, mutta jossain vaiheessa on siirrytty käyttämään alihankkijoita. Kalvojen asennus itse olisi mahdollista, koska osaaminen kalvojen asennukseen löytyy firmalta itseltäkin. Lisäksi kalvoasennuksissa käytettävät kalliit erikoistyökalut löytyvät jo firmalta. Jos kalvojen asennukset tehtäisiin itse, ei oltaisi niin riippuvaisia aliurakoitsijan aikatauluista.

### **Jakelumittarien fyysinen asennus**

Jakelumittarien asennus tapahtuu samaan aikaan kun on paljon muutakin tekemistä. Mittariasennuksien käyttöön voisi käyttää myös alihankkijaa. Tällä kertaa mittariasennuksissa meni yli yhden henkilön päivän työpanoksen verran aikaa.

## **Työturvallisuus**

Huoltoluukkuja aukoessa pitäisi ottaa standardiksi työtapa, että avonaiset huoltoaukot aidataan aina esim. rajausnauhalla tai lippusiimalla tapaturmien estämiseksi.

## **Viemäreiden eristys**

Miksi viemäreiden eristämiseen ei käytetä 100 mm paksuista Finnfoamia? Tällä hetkellä eristykseen käytetään kahta kerrosta 50 mm Finnfoamia. Kaikki leikkaukset joudutaan tekemään nyt kahteen kertaan. Hintaeroa ei pitäisi tulla käytännössä yhtään, mutta eristämisen pitäisi nopeutua.

## 5.2 Johtaminen

### **Aikataulut ja toiminnanohjaus**

Tarkempi aikataulujen suunnittelu ja selkeämpi esittäminen vähentäisi asentajien tarvetta toimia muistin varassa, ja antaisi paremmat lähtökohdat hahmottaa töiden etenemistä. Liitteessä 1 on esitetty leanin mukainen tavoiteaikataulu, joka olisi mahdollinen ilman hukkaa.

Last Plannerin soveltuvuuden selvittäminen tuotannonohjaukseen. Last Planner -menetelmää käytetään apuna lean-rakentamisessa ja siihen kuuluu muun muassa yhteinen rakentamisvaihesuunnittelu, tehtävien valmistelu ja edellytysten varmistaminen, yhteisesti sovitut viikkotavoitteet ja -aikataulut ja viikkotavoitteiden saavuttamiseen perustuvat jatkuva kehittäminen (Koskela ym. 2016, 7). Siihen voisi tutustua ja selvittää kuinka hyvin se sopisi asennusprojektien ohjaukseen.

### **Työkuorman tasaaminen**

Työmaalla ei aina pysty tekemään asennustöitä ja toisaalta välillä töitä on reilusti. Tällöin työkuormaa voi tasata ainakin neljällä tavalla.

- Johtamalla: Toiset työt
- Työajan ja aikataulujen keinoin: Aina ei ole pakko olla 10 tuntia työmaalla. Välillä tehdään lyhempää päivää ja välillä pidempää. Asennustöitä rajoittavien työvaiheiden aikatauluttaminen matkustuspäiville tai päville, jolloin asentajat eivät ole työmaalla.

- Tehtävästä toiseen siirtyminen: Maanrakennuksen apuna olo ja muut työt. Työtehtävien jousto.
- Palautteen antaminen: Jatkuvaan parantamiseen liittyvien töiden, paperi- ja kehitystöiden tekeminen odotusaikoina.

### **Maanrakennuksen kehittäminen**

Maanrakennuksen suunnittelun parannus ja tehostaminen. Pitäisi suunnitella tarkemmin missä järjestyksessä maanrakennusta tehdään ja paljonko siihen käytetään resursseja. Yksi mahdollisuus tähän voisi olla asettaa maanrakennuksen aikataulutuksesta tiukempi johtamisvastuu U-Contille. Ainakin isommissa kohteissa voisi myös harkita Last Plannerin käyttöönottoa, mikäli se todetaan hyödylliseksi.

### 5.3 Suunnittelu

#### **Piirustuksiin panostaminen**

Suunnittelijoiden ja projektipäälliköiden pitäisi käydä kunnolla hyvässä hengessä läpi asentajien kanssa mitä tietoja piirustuksista tulisi löytyä ja mitä kuvia työmaalle tarvitaan. Selkeä tarve olisi ainakin selkeälle mittarinaluskuvalle, josta tulisi ilmi imuputkien järjestys ja paikat mittoineen. Lisäksi asennuksen alkuvaiheessa oli havaittavissa huomattava määrä korkojen tarkistelua, joten korkomaailman ongelmat pitäisi saada selvitettyä.

Sähköputkitusten ja maadoitusten suunnittelun parantaminen. Jonkinlaiset maadoitus kuvat olisi hyvä saada, ettei niiden kanssa tarvitsisi toimia muistin varassa.

Läpivientien muistaminen suunnittelussa myös varalle. Läpivientireikien tekeminen jälkeenpäin on työläämpää kuin valmiiksi tehtyjen reikien peittäminen.

#### **Säiliöiden asennus samaan tasoon**

AdBlue-säiliö oli halkaisijaltaan kahta muuta säiliötä pienempi, joten sille piti rakentaa oma murskepeti, jolle se voitiin asentaa. Tämän takia säiliö saatiin nostettua kaivantoon vasta kolmantena asennuspäivänä. Murskearinan tekeminen vei aikaa maanrakennukselta, jonka olisi voinut käyttää säiliökaivannon täyttöön, jolloin huokosilmaputket olisi saatu asennettua hieman aikaisemmin. Jatkossa olisi järkevämpää saada asennettua kaikki säiliöt kerralla kaivantoon. Tämä onnistuisi esimerkiksi pienemmän säiliön halkai-



sijaa kasvattamalla, tai tekemällä säiliölle korkeampi jalusta. Läpimenossa säästetyn työpäivän hinta on arviolta n. 3000–5000 euroa/päivä (Jari Sistonen, 6.11.2020), joten pelkästään säiliöiden asentamisella samana päivänä olisi saavutettu jo melkoisia säästöjä.

### **Revisioiden hallinta**

Suunnittelussa tulisi kehittää piirustusten revisioiden hallintaa vanhojen piirustusten käyttöön päätyksen estämiseksi.

### **Putkien kannakointi**

Secon-X-putkia jouduttiin kannakoimaan kuiluihin yli 5 työtuntia. Töitä nopeuttaisi, jos putkilinjoja kuiluissa olisi vedetty mahdollisimman pitkälle kovalla putkella, tai kannakointi tehtäisiin valmiiksi tehtaalla.

## 5.4 Laatu ja poikkeamat

### **Poikkeamailmoitusten ja kehitysehdotusten tekeminen**

Poikkeamien raportoinnin ja kehitysehdotusten tekemisen pitäisi johtaa toimenpiteisiin.

Syksyn aikana on otettu käyttöön sähköinen työkalu poikkeamien ilmoittamiseen. Onnistumiset ja niiden esiin nostaminen ovat tärkeitä uusien työkalujen käyttöönotossa ja käytäntöjen vakiinnuttamisessa.

Sähköistä PDCA-taulua voisi ottaa asteittain käyttöön esim. työmaa kerrallaan, jossa yhden asentajan vastuulla olisi poikkeamien ja kehitysideoiden raportointi. Ensin kehittämistyötä voisi tehdä ohjelmaan positiivisesti suhtautuvien kanssa. Tällöin ohjelman käytöstä saataisi todennäköisesti hiottua kulmia pois ja positiivisia kokemuksia käyttäjille, jonka jälkeen sitä olisi helpompaa markkinoida myös työkaluun penseämmin suhtautuville. Asentajille tulisi painottaa, että sähköisen PDCA-taulun käyttöönotto helpottaa kaikkien toimintaa.

PDCA:n hengessä tulisi poikkeamailmoituksen tehneellä olla mahdollisuus seurata missä vaiheessa ja mitä toimenpiteitä ilmoitetulle asialle on tehty. Voisi myös harkita sähköisen taulun lisäksi kannattaisiko johonkin hallille laittaa fyysinen PDCA-taulu, josta voisi tarkastella kehitystöiden etenemistä. Asentajat käyvät kuitenkin yleensä viikoittain hallilla.

Mikäli sähköinen PDCA-taulu todetaan lopulta toimimattomaksi, voi vaihtoehto sille olla ottaa käyttöön sähköpostilaatikko reklamaatioille, jonne reklamaatiot lähetettäisiin. Reklamaatiot käytäisiin esimerkiksi viikoittain läpi ja niiden pohjalta tehtäisiin kehityssuunnitelmat fyysistä PDCA-taulua hyödyntäen.

### **Laadukkaiden tavaroiden toimittaminen työmaalle**

Hallilta lähtevien tuotteiden tulisi olla tehty ilman puutteita ja kaikki hallilla työskentelevät pitäisi saada ymmärtämään minkälaisia ongelmia puutteelliset tuotteet aiheuttavat työmaalla. Puutteiden korjaaminen työmaalla voi olla kaksi-kolme kertaa työläämpää kuin tehdasympäristössä. Puutteista täytyisi saada lähetettyä palaute välittömästi tekijöille ja korjausratkaisut olisi tehtävä samalla kertaa. Esimerkiksi Uniframet tulisi asentaa hallilla täysin suoraan. Jos Uniframe asennetaan vinoon, pilarin kierretankojen ja mittarinaluslaatikoiden asennus voi hankaloitua merkittävästi. Kansien tulppia oli pakattu todella tiukkaan, mikä hidasti käsimittaputkien asennusta ja aiheutti harmistumista.

## 5.5 Logistiikka

### **Tavaroiden säilytys työmaalla**

Työmaalle tulevien tarvikkeiden säilytyspaikkoja voisi suunnitella hieman paremmin ennen työmaan alkua. Useimmiten tavarat ja tarvikkeet puretaan sinne, minne ne sattuvat sillä hetkellä mahtumaan, joka saattaa olla hyvinkin kaukana asennuspaikoilta. Yleensä projektipäällikkö käy ennen asentajien saapumista työmaalla kokouksissa, joten projektipäällikkö voisi tehdä jonkinlaisia suunnitelmia ja sopia työmaan muiden toimijoiden kanssa tavaroiden säilytyspaikoista ja esimerkiksi merkata niitä valmiiksi asentajia ja tavarantoimittajia varten. Tavaroiden ja eri osien säilytys on myös syytä suunnitella jo tehdaskokoonpanon yhteyteen ja hyödyntää esimerkiksi katoksen ja säiliökuilun tyhjiä tiloja, koska niistä oikeat tavarat ovat oikeassa paikassa, kun töihin päästään.

### **Tavaroiden säilytys hallilla**

Asennuksella harvemmin tarvittaville tarvikkeille ja työkaluille olisi varattava selkeä paikka hallilta ja säilytettävä tavaroita siellä. Tällä hetkellä tarvikkeita vaikuttaa olevan paljon asentajien omista jemmaisista ympäri tehdasaluetta. Esim. Forecourtien ja Rafibrojen puukannet, joita käytetään väliaikaisina suojakansina valujen aikana. Tavaroiden

säilyttämispaikat ja niiden lainaaminen tulisi myös tehdä lean-mallin mukaan, jossa niille on merkityt paikat ja lainaus- ja palautusprosessit.

### **Tavaroiden kuljettaminen työmaalle**

Tavaroiden pakkaaminen työmaiden ehdoilla. Tavarat tulisi kuljettaa kokonaisuuksina työmaalle siten, että pienemmät tavarat kulkevat isompien mukana. Katosten pulttitavarat ja pienten katosten kattoviemärit voisi paketoida standardoidusti katospakettien mukaan hallilla, jolloin niitä ei tarvitsisi etsiä ja pakata erikseen toimitettavaan kuormaan. Pilarin kierretangot pitäisi toimittaa Uniframe-perustuksella olevien säiliöiden mukana. Nykyisin kuulemma unohtuvat aina.

Myös ”Norjan mallia”, eli osien ja tarvikkeiden pakkaamista standardoidusti puulaatikoihin voisi kokeilla joidenkin osien kanssa.

Ankkurointipannat olisi mahdollista nostaa tehtaalla paikalleen säiliön päälle, ja laittaa liinoilla kiinni siten, että ne kestävät kuljetuksen ajan paikallaan. Tämä vähentäisi kuljettelun tarvetta ankkuroinnin yhteydessä. Lisäksi ankkurointipantoja ei tarvitsisi erikseen lastata rekan kyytiin ja purkaa pois sieltä. Ankkurointipantaa olisi periaatteessa mahdollista käyttää myös kuljetuksenaikaiseen kuorman sitomiseen.

Asennuksen aikana käyttöön otettu käytäntö, jossa puutelista laitetaan hallille viimeistään torstaina puolen päivän aikaan, toimi melko hyvin. Selkeä ilmoitus kirjallisesti esim. sähköpostilla tai tekstiviestillä mistä mikäkin tavara löytyy olisi hyvä lisä käytäntöön.

Säiliöiden mukana pitäisi aina tulla nostoliinat. AdBlue-säiliö tuli ilman nostoliinoja, joten nosturin koukut piti käydä kiinnittämässä säiliön päällä oleviin nostokorviin rekan lavalla. Tämä jouduttiin tekemään tikkailta ja oli melko vaarallista.

Katoksen jalkojen kuljettamista helpottaisi, jos niille olisi jonkinlainen kuljetusteline. Yksittäisten jalkojen ja vinoreivojen sitominen kuljetuksen ajaksi on melko hankalaa, ja tilaa vievää.

Tavaroiden toimitusaikatauluja voisi miettiä tarkemmin, ettei osa tavaroista seiso viikotolkulla pihalla.

## 5.6 Kalusto, osat ja tarvikkeet

### **Asennusajoneuvot ja niiden varustus**

Ajoneuvokohtaiset ”perustyökalut” ja koeponnistusvälineet. Mallia voisi ottaa hallin puolelta. Koeponnistusmittareita voisi tuoda hallille huoltoon ja ottaa tilalle toimivat ja kalibroidut mittarit, ettei arvokasta työaikaa menisi hukkaan mittareita korjaillessa.

Tähän asti asentajat ovat pitäneet todella hyvää huolta henkilökohtaisista työvälineistään. Nyt ajattelutavassa pitäisi saada tapahtumaan muutos ja huolta pitäisi pitää yhteiskäytössä olevista työkaluista. Tähän olisi varmasti apuna, että ajoneuvokohtaiset työkalut olisi merkattu selkeästi ja niille olisi olemassa vakituiset paikat. Lisäksi pitäisi kehittää toimintatavat kadonneiden ja hajonneiden työkalujen kanssa toimimiseksi.

Autojen varustukseen voisi lisätä myös ajoneuvokohtaiset merkkikirjastot, joista löytyisi ainakin yleisimmin merkinnöissä käytettyjä kylttejä ja tarroja. Nyt parilla asentajalla omat, henkilökohtaiset merkintätarvikkeensa.

Ajoneuvoihin kannattaisi suunnitella varattua tilaa myös tavaroille, joita tiedetään tarvittavan, mutta ei kovin usein. Tavaroiden jemmaamista ajoneuvoon varmuuden vuoksi pitäisi välttää. Lisäksi olisi mukava lisä, että asentajien henkilökohtaiset matkatavarat saisi kulkemaan ajoneuvossa mukana suhteellisen puhtaina.

Suuri osa käytettävästä putkimateriaalista on 6 metrin kankia. Tällaista putkitavaraa on aika-ajoin tarve saada kuljetettua. Olisi siis hyvä, että asennusajoneuvossa saisi kulkemaan 6 metrin putkikangen helposti, joko tavaratilassa tai kattotelineellä.

### **Betonivibra**

Työmaalla jouduttiin käyttämään betonivibraa kahdesti. Molemmilla kerroilla vibra haettiin läheisestä vuokraamosta, ja palautettiin sinne myöhemmin. Aikaa tähän meni yhteensä reilut 1,5 tuntia. Aika on sinänsä lyhyt, mutta hukkaa kuitenkin.

### **Työkaluvaunu**

Työkaluvaunulla saisi kuljetettua hieman suuremman määrän työkaluja ja tarvikkeita työmaalle. Tästä olisi hyötyä erityisesti silloin, kun ajoneuvot joudutaan jättämään kauas työmaasta. Sisään mahtuisi pienempi pakki ja sähkötyökaluja, ja ne olisivat samalla suo-

jassa säältä. Kärryn voisi varustaa yleisimmillä tarvikkeilla: nippusiteillä, ilmastointiteipillä, räteillä, puhdistusaineella, leikkuuöljyllä, putkiliu'ulla jne. Kantta voisi käyttää työtona ja siihen saattaisi olla mahdollista kiinnittää myös ruuvi- ja putkipenkit. Lisäksi työkalut saisi säältä suojaan kannen alle. Esimerkiksi kuvan 13 työkaluvaunun tyyppinen vaunu voisi olla yksi vaihtoehto.



Kuva 13. Työkaluvaunu (AJ Tuotteet, 2020)

Vaunun mitat ovat 940x600x600 mm, joten sisällä olisi tilaa hyvin työkaluille ja muille tarvikkeille.

### **Panosnaulain**

Kalvon listat kiinnitettiin kuiluihin panosnaulaimella eli Hiltillä, ja se toimi hyvin. Jatkossa olisi hyvä olla aina kalvon listoja asentaessa mukana.

### **Esivalmistelut, joita voisi tehdä jo hallilla**

Huokosilmaputkiin tulevien salaojaputkien suojaharsot voisi periaatteessa asentaa valmiiksi putkiin hallilla. Työmaalla kunnollisen paikan harsojen asennukselle joutuu aina improvisoimaan ja rakentamaan, johon menee myös aikaa. Työhön meni vain noin neljä tuntia tällä kertaa. Valmiiksi päällystettyä salaojaputkeakin on saatavilla. K. Hemmilä Oy valmistaa polypropeenisuodatinkankaalla päällystettyä salaojaputkea, jota myydään tuotenimellä FX-päällystesalaojaputki. Sen hintaa ja sopivuutta U-Contin käyttöön voisi selvittää.

Forecourt-kansien kiinnitys valukehikoihin. Kansien kiinnityksessä joutuu poraamaan melko paljon. Kehyksiin voisi jo niiden leikkauksen yhteydessä tehdä samalla reiät ruuveille. Tämän toteuttaminen maksaisi tuskin mitään ja nopeuttaisi todella paljon kansien kiinnitystä. Yhden kannen kiinnittämiseen meni laskennallisesti n. 20 minuuttia, josta suurin osa poraamiseen.

Forecourtien kannet voisi myös periaatteessa ruuvata kiinni valukehikoihin jo hallilla.

## 6 TULOKSET JA POHDINTAA

Työn tavoitteena oli kartoittaa yrityksen asennustoiminnan nykytilannetta ja selvittää sen perusteella, kuinka lean-periaatteita voitaisi soveltaa asennustoiminnassa. Nykytilan kartoituksessa onnistuttiin kattavasti ja mittaukset onnistuivat kokonaisuudessaan hyvin, pieniä poikkeuksia lukuun ottamatta. Mittausten lisäksi saatiin kirjattua paljon konkreettisia kehitysehdotuksia ja muita havaintoja asennustyömaalta.

Toimeksiantajalle saatiin arvokasta tietoa käytetyn työajan jakaantumisesta ja asennustoiminnan nykytilanteesta, jonka perusteella lähteä kehittämään asennustoimintaa oikeaan suuntaan. Lisäksi saatiin vertailupiste tulevaisuutta ajatellen. Nykytilanteen hahmottaminen onkin lean-toiminnassa yksi keskeisiä ajatuksia.

Työajan jakautumisen mittaustuloksissa korostuivat pitkät matka-ajat, maanrakennuksen suuri osuus ja työvoiman oikea resursointi. Kehitysehdotusten ja laatupoikkeamien kommunikoinnin ja niihin reagoinnin taso tutkimuksen aikana vaikutti kaipaavaan huomattavaa kehittämistä.

Lean tarjoaa lukuisia periaatteita ja työtapoja, joita hyödyntämällä asennustoimintaa on mahdollista parantaa. Tehtyjen havaintojen ja mittausten perusteella tärkeimmiksi kehityskohteiksi nousivat:

Töiden ja työvaiheiden standardisointi

Suunnitelmallinen johtaminen

Joukkuepelikulttuuri ja syöttöpeli

Juurisyiden ymmärtäminen ja muuttaminen

Kommunikointi

Jatkuva parantaminen

Jatkuvan parantamisen kulttuurin omaksuminen ja ylläpitäminen yrityksessä on toiminnan kehittymisen elinehto. Niiden onnistuminen edellyttää poikkeamien ja kehitysehdotusten laadukasta kommunikointia työmaalta, ja niiden käsittelyn kynnyksen madaltamista. Myös muun kommunikaation parantaminen tukisi tätä. Keskinäistä kunnioitusta ja luottamusta tulisi saada rakennettua organisaatiossa uudelle tasolle ja taso pitäisi saada

ylläpidettyä. Palautteen laadun nostaminen ja luvattujen korjaustoimien toteuttaminen aikataulussa ovat tärkeimmät keinot siihen.

Piirustusten ja suunnitelmien laatua tulisi parantaa asentajien töiden helpottamiseksi ja motivaation ja tyytyväisyyden lisäämiseksi. Parannusten seurauksena asentajille vapautuisi aikaa kehittää toimintaa entisestään jatkuvalla parantamisella.

Työtavat ja aikataulut tulisi standardisoida, jotta työtehtävät ja muiden prosessien tarpeet selviävät kaikille, ja töiden aikataulutus helpottuu. Standardisoinnissa on kuitenkin kyse pohjimmiltaan vain yhtenäisten työtapojen kehittämisestä ja sopimisesta.

Lean-kehitystyön pohjimmainen tarkoitus on kehittää koko yritykselle ja sen henkilöstölle parhaiten sopivia toimintamalleja. Kun näitä toimintamalleja kehitetään yhdessä koko yrityksen voimin, on positiivinen kehitys lähes väistämätöntä.

Tulevaisuudessa kannattaa tutkia tarkemmin Last Plannerin ja Allianssimallin tarjoamia mahdollisuuksia asennuksen eri toimijoiden välisen yhteistyön kehittämiseen.



## LÄHTEET

3 Days installation of petrol station. jessesistonen 2014. Viitattu 18.11.2020 <https://www.youtube.com/watch?v=BzAoX2dcZag>.

AJ Tuotteet 2020. Työkaluvaunu. Viitattu 12.12.2020 <https://www.ajtuotteet.fi/varasto-teollisuus/teollisuuskalusteet/tyokaluvaunut/tyokaluvaunu/462099-25046458.wf>.

Bicheno, J. & Holweg, M. 2016. The Lean Toolbox: A Handbook for Lean Transformation 5th Edition. PICSIE: Buckingham Englanti.

Heloma, T.; Junttila, A.; Koskenvesa, A.; Laine, S. 2013. Rakentajain kalenteri 2013. Rakennustieto Oy: Helsinki.

Kanbanize 2020a. 7 Wastes of Lean. Viitattu 18.11.2020 <https://kanbanize.com/lean-management/value-waste/7-wastes-of-lean>.

Kanbanize 2020b. Waste 101 – Pure vs. Necessary. Viitattu 21.11.2020 <https://kanbanize.com/blog/pure-vs-necessary-waste/>.

Kanbanize 2020c. What Is Value in Lean. Viitattu 12.11.2020 <https://kanbanize.com/lean-management/value-waste/what-is-value-lean>.

Koskela, L.; Koskenvesa, A.; Sipi, J. 2016. Last Planner – työmaan toimiva tuotannonohjaus. Rakennustieto Oy: Helsinki.

Liker, J.K. 2006. Toyotan tapaan. 2. painos. Readme.fi: Helsinki.

Modig, N. & Åhlström P. 2019. Tätä on Lean. Maarit Tillman. 8. painos. Rheologica Publishing: Tukholma, Ruotsi.

Neste Oyj 2020. AdBlue®-urealiuos. Viitattu 25.9.2020 <https://www.neste.fi/artikkeli/adblue-urealiuos>.

Petersson, P.; Olsson, B.; Lundström, T.; Johansson, O.; Broman, M.; Blücher, D. & Alsterman, H. 2018. Lean – Muuta poikkeamat menestykseksi! Part Media: Bromma, Ruotsi.

Spica 2020. 7 Wastes of lean – How to eliminate all non-value-added activities? Viitattu 21.11.2020 <https://www.spica.com/blog/7-wastes-of-lean>.

Torkkola, S.; 2017. Lean asiantuntijatyön johtamisessa. 4. painos. Alma Talent: Helsinki.

Tuominen, K. 2010. Lean käytännössä. Readme.fi: Helsinki.

U-Cont 2020. Viitattu 20.11.2020 <https://u-cont.fi/?lang=fi>.

## Toteutunut ja leanin mukainen aikataulu