

Harri Palomäki

Taajuusmuuntajien sokkeleiden tilaus- toimitusketju

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Tuotantotalouden koulutusohjelma

Insinööriö

25.10.2017

<p>Tekijä Otsikko</p> <p>Sivujen lukumäärä Päivämäärä</p>	<p>Harri Palomäki Taajuusmuuntajien sokkeleiden Tilaus - Toimitusketju</p> <p>45 sivua 25.10.2017</p>
<p>Projektin tyyppi</p>	<p>Insinöörityö</p>
<p>Koulutusohjelma</p>	<p>Tuotantotalouden koulutusohjelma</p>
<p>Ohjaajat</p>	<p>Opettaja, Harri Hiljanen Valmistuslinjapäällikkö, Janne Mäkelä</p>
<p>Tämän insinöörityön aiheena oli ABB Multidrives taajuusmuuntajien sokkeleiden tilaus-toimitusketju, sen haasteet ja sen kehittäminen. Insinöörityön alkaessa Multidrivesilla oli suuria haasteita sokkeleiden merkkauksessa, logistiikassa ja ajoittamisessa. Insinöörityöprojektin tarkoituksena oli luoda uusi suoraviivaisempi, turvallisempi ja laadukkaampi tilaus-toimitusketju taajuusmuuntajien sokkeleille.</p> <p>Prosessin kehittämiseen käytettiin ABB:een tarjoamaa dataa, olemassa olevaa kirjallisuutta, havainnointia ja useita haastatteluita sekä palavereita. Näiden pohjalta luotiin ensimmäinen prototyyppi tulevaisuuden prosessista, jota lähdettiin kehittämään seuraavalla palautekierroksella.</p> <p>Insinöörityön tuloksena syntyi uusi standardoitu ja selkeä sokkeleiden tilaus-toimitusketju, joka implementoitiin käyttöön insinöörityön aikana. Jatkossa Multidrivesissa on yksi tapa toimia kaikkien sokkeleiden kanssa, ja jokainen prosessin vaihe on standardoitu.</p> <p>Uusi prosessi lyhensi sokkeleiden varastointia tehtaalla lähes kahdella viikolla ja vähensi prosessin vaiheita kokonaisuudessaan. Prosessista tuli standardoitu ja yksinkertaisempi, minkä seurauksena kustannukset laskivat, turvallisuus parani ja laaturiskit pienenivät.</p>	
<p>Avainsanat</p>	<p>tilaus-toimitusketju, lean, 6S, taajuusmuuntaja</p>

Author Title	Harri Palomäki Supply chain of drive plinths
Number of pages Date	54 pages 25 October 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Industrial Management
Instructors	Harri Hiljanen, Senior Lecturer Janne Mäkelä, Production Line Manager
<p>The subject of this bachelor's thesis was the supply chain of the drive plinths of ABB. ABB High Power Drives Multidrive had had challenges with the logistics, engineering and timing of the plinths. The old process was not standardized and therefore caused many misunderstandings and faults during the process. Instead of fixing some parts of the old process, ABB suggested to plan a new supply chain process based on lean and 6s for the drive plinths.</p> <p>The goal of this project was to research, plan, create and implement a new supply chain process for the drive plinths. The new process should be safer, simpler, cost saving and applying lean.</p> <p>The new process proposal was created based on many interviews, meetings, existing literature and best practices. Based on them the first prototype was created, and with using the agile method the feedback was gathered and the prototype was developed further on until it became the final process proposal.</p> <p>The final process proposal was based on lean, was fully standardized and it was fully implemented during the bachelor's thesis. Now there is only one standardized way to manage all plinths in ABB Multidrive.</p> <p>The new process shortened the plinth storage time in the factory by two to three weeks. With the new process the production line will not even see the plinths in the future, because the plinths will go directly from the inbound to the packing area, without stopping at the production line. The process is also more standardized, more straightforward and safer than the old process. Based on all these and the engineering costs of the plinths, the new process will decrease the costs.</p>	
Keywords	supply chain, lean, 6S, drives

Sisällysluettelo

1	Johdanto	1
2	Tutkimusprosessi	4
2.1	Tutkimusprosessikaavio	4
2.2	Projektisuunnitelma ja sen keskeiset kysymykset	5
2.2.1	Tuotesuunnittelu	6
2.2.2	Logistiikka ja Kokoonpano	7
2.2.3	Osto	7
2.2.4	Asennus	8
2.2.5	Suunnitelman yhteenveto	8
2.3	Projektin aikataulu	8
3	Kirjallisuustutkimus	10
3.1	Lean	10
	Kuljetus	13
3.2	Lean 6S menetelmä	16
	Tavoite	17
4	Tutkimusmenetelmät ja lähdemateriaalit	25
4.1	Tiedon kerääminen ja analysointi	25
5	Nykytilanteen analyysi	28
5.1	Nykytilanteen analyysin luominen	28
5.2	Sokkeleiden tilaaminen ja logistiikka ulkoiselle varastolle	29
5.3	Sokkeleiden vaikutukset taajuusmuuntajan kokoamiseen	30
5.4	Sokkeleiden tilaaminen tehtaalle	31
5.5	Sokkeleiden logistiikka ja asentaminen tehtaalla	31
5.6	Yhteenveto nykytilanteen analyysistä	32
6	Ehdotus taajuusmuuntajien sokkeleiden ti-to-ketjuprosessista	33
6.1	Prosessiehdotuksen rakentuminen	33
6.2	Sokkeleiden suunnittelu	34
6.3	Osto	35
6.4	Toimitus ulkoiseen varastoon	35
6.5	Sokkelin tehtaalle tilaaminen	36
6.6	Sokkeleiden logistiikka tehtaalla	37

6.7	Sokkeleiden kiinnitys taajuusmuuntajaan	37
6.8	Shovel-taajuusmuuntajan sokkeli	38
6.9	Yhteenveto ehdotetusta sokkeleiden tilaus-toimitusketjun prosessista	38
7	Arviointi	40
7.1	Arviointi yleisesti	40
7.2	Prosessiehdotuksen arviointi	40
7.3	Insinööriyön toteutuksen arviointi	41
7.4	Uuden prosessin hyötyjen arviointi	41
7.5	Tulevaisuuden ehdotukset	42
8	Yhteenveto	44
8.1	Insinööriyön yhteenveto	44
	Lähteet	1

Lyhenteet ja käsitteet

ACS880	ABB:een uusi taajuusmuuntajatuotesarja.
ACS800	ABB:een vanha taajuusmuuntajatuotesarja.
Kalei	Kalei-mutteri on mutteri, joka kiinnitetään koneellisesti taajuusmuuntajan anturapalkkiin, jotta vanhan mallisen sokkelin voi kiinnittää.
Koestamo	Jokainen taajuusmuuntaja menee valmistumisensa jälkeen noin viikoksi sähköisesti testattavaksi koestamoon, jossa taajuusmuuntaja testataan perusteellisesti.
KP	Kuljetuspituus. Multidrive taajuusmuuntajat ovat pituudeltaan 5-50 metrisiä. Suuri koko aiheuttaa logistisia ongelmia, kuten myös asentamisen ongelmia, jonka takia taajuusmuuntajat kasataan ja toimitetaan noin 5 metrin pituisissa osissa, eli kuljetuspituuksissa.
Lineup	Lineupilla tarkoitetaan koko taajuusmuuntajaa, eli kun kaikki KP:et yhdistää, syntyy Lineup.
Loppukokoonpano	Multidrive tuotantolinjan osa, jossa taajuusmuuntaja rakennetaan valmiiksi.
Pakkaamo	ABB:een tehtaalla sijaitseva ulkoisen logistiikkaoperaattorin pakkaamo, jossa taajuusmuuntajat pakataan lähetyskuntoon ja lähetetään.
Runkosolu	Multidrive tuotantolinjan osa, jossa rakennetaan taajuusmuuntajan runko.

1 Johdanto

ABB High Power Drives (HPD) Multidrivesissa oli haasteita taajuusmuuntajien sokkeleiden tilaus-toimitusketjussa. Suurimpina haasteina oli tiedonkulku, sokkeleiden logistiikka ja sokkeleiden toimitustapa. Nämä haasteet aiheuttivat suuria haasteita ja ongelmia tuotantolinjalle ja koko tehtaalle. Edellä mainittujen asioiden takia ABB tilasi tämän insinööriyön tutkimaan juurisyitä ja luomaan ratkaisun näihin ongelmiin.

Kehitetyn ratkaisun tuli myös noudattaa ABB:een lean-, 6S- ja turvallisuusprioriteetteja sekä sopia tuotannon kokonaisprosessiin.

Tämän raportti käsittelee sitä, kuinka haastetta lähdettiin ratkaisemaan, miten se ratkaistiin ja kuinka loppujen lopuksi päädyttiin yhteen standardoituun prosessiin, joka myös implementoitiin käytäntöön tämän insinööriyön aikana.

Yrityskuvaus

Asea Brown Boveri (ABB) on ruotsalais-sveitsiläinen suuri sähkö- ja automaatioalan yritys, joka on listautunut Sveitsin, New Yorkin ja Tukholman pörssiin. ABB:een tuoteportfolio on erittäin laaja, joka sisältää mm. talotekniikkaa, robotteja, energiatekniikkaa ja laivoissa käytettäviä Azipod-moottoreita. ABB työllisti maailman laajuisesti vuonna 2016 noin 132 000 ihmistä ja liikevaihto oli 33,8 miljardia Yhdysvaltain dollaria.

Projekti tehtiin Helsingin Pitäjänmäessä sijaitsevan ABB High Power Drivesin Multidrives tuotantolinjalle. Kyseisellä tuotantolinjalla valmistetaan suuria taajuusmuuntajia, jotka voivat olla jopa 50 metriä pitkiä, kaksi ja puoli metriä korkeita ja yli 50 tonnin painoisia. Kyseiset taajuusmuuntajat ovat aina yksilöllisiä, jotka suunnitellaan alusta asti jokaisen asiakkaan tarpeen mukaan. Taajuusmuuntajia käytetään sähkömoottoreiden nopeuden säätämiseen ja hallintaan. Suurimpina asiakkaina toimivat laivat, öljylautat ja paperitehtaat.

Taajuusmuuntajien sokkeleiden tilaus-toimitusketjun haaste

ABB HPD Multidrives myy vuodessa noin 500 taajuusmuuntajaa. Noin 20% taajuusmuuntajista asiakas tilaa sokkelin taajuusmuuntajan alle. Sokkeli on aina koko laitteen kokoinen, joten se saattaa olla jopa 50 metrin pituinen.

ABB High Power Drives julkaisi uuden ACS880 tuotesarjan vuonna 2011, ja aloitti kyseisen tuotesarjan suuren tuotannon vuoden 2013 alussa. Uusi taajuusmuuntaja tehtiin yhteensopivaksi vanhan ACS800 taajuusmuuntajan sokkelin kanssa, mutta uudelle ACS880 taajuusmuuntajalle suunniteltiin myös uusi oma sokkeli.

Uusi sokkeli ja sen vaatima prosessi eroaa monilta osin vanhan sokkelin prosessista, mutta uudelle sokkelille ei kuitenkaan suunniteltu omaa tilaus-toimitusprosessia sen julkaisun yhteydessä. Uusi sokkeli mm. kiinnitetään eri tavalla kuin vanha, jonka lisäksi sen kokoaminen aiheuttaa tuotantolinjalle usean tunnin mittaisen prosessipoikkeaman.

Nykyisessä toimintamallissa ei ole standardoitu kuinka sokkeli suunnitellaan, tilataanko se osissa vai koottuna, kuinka se varastoidaan, kuka ja kuinka sen kokoaa ja kuka sen kuljettaa pakkaamoon asennettavaksi.

Tällä hetkellä sokkelin saapuminen aiheuttaa poikkeaman tuotantolinjan prosessiin, koska standardoitua toimintamallia ei ole. Tämä aiheuttaa tuotantolinjalle yksittäisen työn keskeyttämisen, joka huonontaa läpimenoaikaa ja aiheuttaa taloudellisia sekä laadullisia kustannuksia. Lisäksi suurien sokkeleiden kuljettaminen ja varastointi koottuna on haastavaa ja kallista

Tavoite

Insinööriyön tavoitteena oli selvittää selkein ja kustannustehokkain tapa suunnitella, tilata, toimittaa, koota ja asentaa taajuusmuuntajien sokkelit.

Tavoitteena on myös määrittää, missä vaiheessa tilaus-toimitusketjun prosessia sokkeleiden kokoaminen on kustannustehokkainta, koska sokkeleiden osat valmistetaan usein kaukana ABB:een tehtaasta. Tällä hetkellä sokkelit kootaan usein jo toimittajan tehtaalla, jolloin suurien sokkeleiden kuljettaminen koottuina aiheuttaa huomattavia

logistisia kustannuksia. Tämä insinöörityö sisältää myös kokoamispalvelun kilpailuttamisen neljän eri toimijan välillä.

Lopputulokset

Insinöörityön lopputuloksena syntyy suunnittelu-tilaus-toimitus-asennus-ketjun prosessi, joka implementoidaan tuotantoon tämän insinöörityön aikana.

Prosessin määrittämisellä pyritään standardoimaan sokkeleiden prosessi suunnittelupöydältä asentamiseen saakka. Tämän tavoitteena on saavuttaa kustannussäästöjä ja estää sokkeleiden aiheuttamat prosessipoikkeamat tuotantolinjalle.

Opinnäytetyön rajaus

Opinnäytetyö koskee kaikkia sokkeleita, ja niihin liittyviä suunnittelun, oston, logistiikan, kokoamisen ja asentamisen prosesseja. Alla oleva taulukko 1 tarkentaa mitä opinnäytetyö tulee sisältämään, ja mitkä asiat eivät kuulu tähän opinnäytetyöhön:

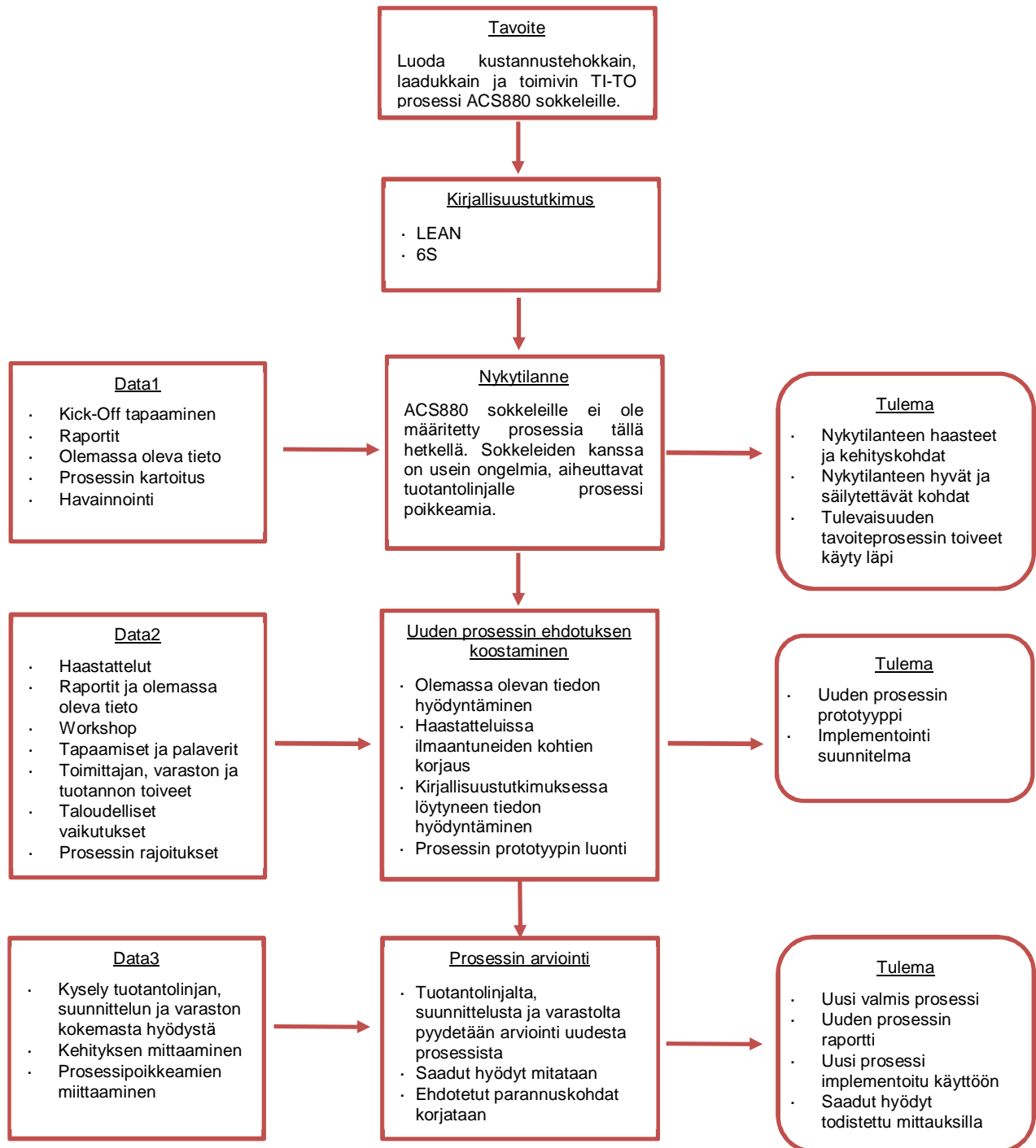
Taulukko 1 Opinnäytetyön rajaus

Prosessi	Opinnäytetyö sisältää	Opinnäytetyö ei sisällä
Suunnittelu	Asennuskuvien sisältö, sokkelikittien sisältö ja sokkeleiden merkkkaus asennuskuviin	Suunnittelun työkaluja, sokkeleiden mekaanista suunnittelua tai mitään muutakaan mitä ei ole mainittu ”Opinnäytetyö sisältää” ruudussa.
Osto	Oston ohjeistaminen sokkeleiden osissa/koottuna tilaamiseksi.	Toimittajia, hintoja, oston työkaluja tai työnjakoa.
Logistiikka	Sokkeleiden toimituspaikka, aika ja vastuuhenkilöt	Kuljetusten kilpailutusta, kuljetuksen prosessia, pakkaamista, varastointia
Kokoaminen	Kokoajan määrittäminen ja paikka, kokoamisen kilpailutus, kokoamisen ajoitus ja työkalut, ohjeistus	Projekti sisältää kokoamisen kokonaisuudessaan.
Asennus	Sokkeleiden asennuspaikan, sokkeleiden asentajat, asennustavan, ohjeistuksen	Projekti sisältää sokkelin asennuksen kokonaisuudessaan.

2 Tutkimusprosessi

Tämä luku kertoo, kuinka tutkimusprosessi kokonaisuudessaan suoritettiin. Luvussa 2.2 esitetään projektisuunnitelma ja luvussa 2.3 projektin aikataulu.

2.1 Tutkimusprosessikaavio



Kuva 1 Projektin rakenne

Opinnäytetyö koostuu viidestä pääosasta, joiden järjestys ja sisällöt on esitelty kuvassa 1.

Tutkimusprosessi alkaa kattavalla kirjallisuustutkimuksella olemassa olevista parhaista käytännöistä ja tiedoista, joita voidaan hyödyntää prosessin kehityksessä. Kirjallisuustutkimus sisältää tietoa LEAN:ista ja 6S metodologiasta, jotka ovat keskeisimmät teemat insinööriyössä.

Prosessin kolmantena kohtana on nykytilanteen analyysi, joka porautuu syvemmälle nykyhetken toimintatapaan ja sen haasteisiin. Nykytilanteen analyysia rakennettaessa haastateltiin prosessiin liittyviä henkilöitä ja seurattiin sokkeleiden kulkua tehtaan läpi. Tässä osiossa projekti jaetaan osiin ja jokaisen osan haasteet analysoidaan ja perustellaan yksityiskohtaisesti. Nykytilanteen analyysissä myös korostuu projektin aloitushetkellä prosessin puuttuminen.

Opinnäytetyön neljännessä osassa yhdistetään kirjallisuustutkimus, haastattelut ja olemassa oleva tieto, jonka pohjalta on luotu prototyyppi uudelle sokkeleiden tilaus-toimitusketjulle. Uudelle prosessille luodaan myös implementointisuunnitelma.

Viimeisessä osiossa suoritetaan uuden prosessin arviointi asianosaisten henkilöiden kanssa. Osiossa on tarkoitus kartoittaa prosessin tuomat hyödyt, mahdolliset haitat ja muutokset. Arvioinnin yhteydessä käydään myös läpi mahdolliset kehitysehdotukset, jotka eivät ole ilmenneet prosessia luodessa.

2.2 Projektisuunnitelma ja sen keskeiset kysymykset

Suunnittelu	1	Mihin ja kuinka merkataan asennuskuviin? Mikä sokkeli valitaan ja miksi? Mitä kokoonpanokuvia vaaditaan?
Logistiikka ja kokoonpano	2	Kootaanko varastolla, tehtaalla logistiikka operaattorin toimesta vai tehtaalla ABB:een toimesta? Mikä on taloudellisesti ja laatuvarmuudeltaan paras ratkaisu? Mihin vaiheeseen/allokointiin sokkelit sidotaan?
Osto	3	Miten sokkeli tilataan, osissa vai koottuna? Ostetaanko varastoon komponentteja (safety, ennuste) vai tilataanko tarpeeseen?
Asennus	4	Kuka sokkelin asentaa? (Todennäköisesti pakkaamo) Kuka toimittaa sokkelin asentajalle/asentamoon?

Kuva 2 Projektisuunnitelman keskeisimmät kysymykset

Kuvassa 2 on jaettu koko insinööriyö neljään keskeiseen vaiheeseen. Projektissa noudatetaan vesiputousmallin toteutustapaa, koska vaiheita ei voi toteuttaa päällekkäin, eikä seuraavaa vaihetta voi aloittaa, jos edellinen vaihe ei ole täysin valmis.

2.2.1 Tuotesuunnittelu

Kuten kuvassa 2 esitetään, insinööriyön haastetta aloitetaan ratkaisemaan tuotesuunnittelusta. Ensimmäisenä kriittisenä kysymyksenä toimii ”Mihin ja kuinka sokkelit merkitään asennuskuvissa?”. Projektin aloitushetkellä ongelmana oli se, etteivät asentajat aina tienneet, tuleeko taajuusmuuntajaan sokkeli, ja jos tulee niin kumpi. Projektin alussa suunnitellaan standardoitu paikka ja tapa merkitä sokkelit ja niiden tyyppi, jotta tuotannon kriittisin ”tietämättömyys” ongelma saadaan ratkaistua jo ennen lopullisen ratkaisun implementointia. Tämä ratkaisu on tarkoitus implementoidaan heti sen valmistuttua.

Toisena kriittisenä suunnittelun kysymyksenä on ”Mikä sokkeli valitaan ja miksi?”. ABB Multidives voi käyttää uudessa ACS880-taajuusmuuntajassaan kahta eri sokkeliä. ACS800- ja ACS880-sokkeliä. Sokkelit eroavat rakenteeltaan ja kiinnitystavaltaan huomattavasti. Vanhempi ACS800-sokkeli on täysin kiinteää hitsattua rautaa, joka kiinnitetään Kalei-muttereiden avulla taajuusmuuntajaan. Uudempi ACS880-sokkeli on puolestaan osista koottava, eikä se vaadi Kalei-muttereita anturapalkkeihin kiinnitystä varten.

Projektin aloitushetkellä tuotannon toimihenkilöt eivät olleet täysin varmoja, miksi tuotesuunnittelijat yhä käyttävät vanhaa kiinteää sokkeliä osassa uusista laitteista. Insinööriyön ensimmäisessä osassa selvitetään siis, voisiko kaikissa laitteissa käyttää uutta ACS880-sokkeliä, joka olisi tuotannolle kustannustehokkaampi ja helpompi.

Kolmantena kysymyksenä on ”Mitä kokoonpanokuvia vaaditaan?”. Tässä vaiheessa on tarkoitus selvittää kaikki tarvittavat kokoonpanokuvat, jotka vaaditaan sokkelin osien valmistamista, kokoamista ja kiinnittämistä varten. Kuvien tulee olla myös niin selkeät, ettei niitä voi tulkita väärin, koska Lean toimintamallin mukaisesti sokkelit tilataan vaiheelle ajoitettusti, jolloin virheiden korjaamiseen ei ole ylimääräistä aikaa.

2.2.2 Logistiikka ja Kokoonpano

Kun tuotesuunnittelun sokkeleihin liittyvät prosessit ovat valmiina, seuraavaksi insinööriyössä suunnitellaan logistiikka- ja kokoamisprosessit kuvan 2 mukaisesti.

Kuvan 2 ensimmäinen ja toinen kysymys koskevat sokkeleiden kokoamispaikkaa ja kokoajaa. Projektin alkamishetkellä sokkelit kootaan jo sokkelinvalmistajalla, mutta tämä aiheuttaa logistisia kustannuksia ja haasteita. Tämän takia tässä projektin vaiheessa selvitetään, mikä olisi kustannustehokkain, laadukkain ja paras paikka koota sokkelit, ja kuka ne kokoaa. Projektin alkuhetkellä mahdollisiksi ratkaisuksi on tunnistettu:

- Logistiikkaoperaattori kokoaa sokkelit tehtaalla.
- Logistiikkaoperaattori kokoaa sokkelit varastolla tilauksen tullessa.
- ABB:een tuotantolinja kokoaa sokkelit tehtaalla.
- Kaikki sokkelit kootaan toimittajalla ja toimitetaan koottuina.

Logistiikan ja kokoamisen viimeisenä kysymyksenä toimii sokkeleiden ajoittaminen SAP-allokointien avulla. Tämän tarkoituksena on löytää oikea tuotannonvaihe, johon sokkelin osat voidaan liittää, jotta sokkelit tulevat oikein ajoitetusti oikeaan paikkaan.

2.2.3 Osto

Oston toiminta sijoittuu prosessikaavioissa aina tilaussuunnittelun ja kokoonpanotuotannon väliin, mutta tässä projektissa ostoprosessit hoidetaan kuntoon vasta kun tilaussuunnittelun ja logistiikkaoperaattorien prosessit on saatu valmiiksi. Tämä johtuu siitä, että oston ohjeistamista varten pitää tietää voiko sokkeleita tilata osissa. Kuvan 2 ensimmäinen ostoon liittyvä kysymys onkin ”Miten sokkeli tilataan, osissa vai koottuna?”. Tämä selviää suunnittelun ja logistiikkaoperaattorien prosessien valmistuttua. Tämän jälkeen pitää ohjeistaa ostajat ja toimittajat toimittamaan/tilaamaan sokkelit valitulla tavalla.

Jos prosessissa päädytään tilaamaan sokkelit osissa, jotka kootaan vasta tehtaalla, niin oston viimeisenä asiana päätetään, kannattaako sokkeleiden vakiovälipalkkeja varastoida, jolloin tilattaisiin vain pitkät pääpalkit aina oikean mittaisina toimittajalta. Vai tilataanko kaikki aina työlle, jolloin varastointia ei ole.

Jos välipalkkeja varastoitaisiin, niin se pienentäisi toimitusvirheiden riskiä, koska toimittajalta tulisi vain kaksi pitkää pääpalkkia. Lisäksi mahdolliset muutokset,

suunnitteluvirheet, ostovirheet tai keräilyvirheet eivät aiheuttaisi suurta riskiä tuotannolle, jos välipalkkeja olisi varastossa. Toisaalta varastointikustannukset ovat melko suuret, ja ABB joutuisi ostamaan palkkeja ja välipalkkeja eri aikataulutuksella, joka nostaa logistiikan ja oston kustannuksia.

2.2.4 Asennus

Kuvan 2 mukaisesti lopuksi kaiken muun ollessa valmista määritellään, kuka sokkelin asentaa ja kuka sokkelin kuljettaa asentajalle/pakkaamoon.

Sokkelit asennetaan projektin aloitushetkellä pakkaamossa ulkoisen logistiikkaoperaattorin toimesta. Tämä on todettu toimivaksi ratkaisuksi, mutta insinööriyössä tullaan selvittämään myös, olisiko sokkelit mahdollista asentaa koestuksen jälkeen, koska pakkaamon työmäärä kokonaisuudessaan on erittäin suuri.

Kun sokkelinasentaja on selvillä, täytyy vielä määrittää, kuka sokkelit toimittaa asentavalle taholle. Sokkelit ovat matalia ja erittäin pitkiä, minkä takia ne ovat vaikeita ja raskaita liikutella ergonomisesti. Lisäksi sokkeleiden saapumispaikan ja pakkaamon välillä on noin 300 metrin matka, joka sisältää mutkia.

Pakkaamossa/asentamossa sokkelin asentajan tulee vielä tunnistaa mikä sokkeli kuuluu mihin taajuusmuuntajaan, koska pakkaamossa voi olla kymmeniä taajuusmuuntajia samaan aikaan. Tämän takia sokkelit tulee merkitä yksiselitteisesti, jossain tilaus-toimitusketjun vaiheessa. Tämä tullaan myös määrittämään tämän insinööriyön aikana.

2.2.5 Suunnitelman yhteenveto

Tavoitteena olisi löytää toimintamalli, jossa sokkeli saapuu yksiselitteisesti merkittynä osissa tai koottuina tehtaalle, jonka jälkeen se jatkaa matkaa pakkaamoon/asentamoon, jossa asentajan on helppo tunnistaa oikea sokkeli ja asentaa se paikalleen. Prosessin tulee olla yksiselitteinen, turvallinen, laadukas ja virheiden mahdollisuudet tulee minimoida.

2.3 Projektin aikataulu

Insinööriyö alkoi kick-off-tapaamisesta viikolla 18. Kick-off tapaaminen pidettiin Pitäjänmäellä ABB tiloissa ja siinä ovat läsnä itseni lisäksi insinööriyötä ohjaava opettaja Harri Hiljanen Metropolian Ammattikorkeakoulusta ja ABB HPD Multidrivesin

valmistuslinjapäällikkö Janne Mäkelä, joka vastaa projektin ohjaamisesta ABB:een päässä. Tapaamisessa rajattiin ja käytiin koko projekti läpi.

Kuvassa 3 on esitetty projektille suunniteltu aikataulu.

	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	Viikko
Kick-Off	■																	
Kartoitus	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Suunnittelu																		
Logistiikka ja kokoonpano																		
Osto																		
Asennus																		
Raportti	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Raportin palautus ja esittely																		
Vaihe																		

Kuva 3 Projektin aikataulu

Kuvassa 3 aika on esitetty kahden viikon jaksoissa, koska ABB kokoisessa suuressa yrityksessä asioiden perusteelliseen selvittämiseen kuluu aina useampia päiviä tai jopa viikkoja, joten aikataulua ei ole tehty päivätasolle. Jokaisen osion sisältö on käyty tarkemmin läpi luvussa 2.3. Insinööriyön viimeinen sallittu palautuspäivämäärä on 18.12.2017.

3 Kirjallisuustutkimus

Tässä luvussa tehdään kattava kirjallisuustutkimus sokkeleiden tilaus-toimitusketjuun vaikuttavista parhaista käytännöistä. ABB toiveiden mukaisesti uusi projekti tulee seuraamaan lean- ja 6S-metodologioita, jonka takia nämä on valittu kirjallisuustutkimuksen pääaiheiksi.

3.1 Lean

Tässä osiossa käsitellään lukuisten yritysten maailmanlaajuisesti käyttöön ottamaan Lean-tuotanto ajatusmallia, jonka ympärille nykyaikainen tilaustoimitusketju usein rakennetaan. ABB hyödyntää myös laajasti lean-ajatusmallin oppeja, ja uuden sokkeleiden tilaustoimitusketjun tulee myös seurata Leanin peruselementtejä.

Lean on käsitteenä erittäin laaja, mutta tässä luvussa käydään läpi leanin niitä osia, jotka liittyvät tähän insinööriyöhön.

Lean yleisesti

Lean on saanut vaikutteita useista sitä edeltäneistä toimintamalleista. Eniten vaikutteita se on saanut Toyotan JIT (Just-in-time) ja TPS (Toyota Production System), jotka tulivat laajasti tunnetuksi 1980-luvulla. Lean itsessään tuli tunnetuksi vasta 1990-luvulla. (Smith 2004.)

Leanin ajatusmalli pohjautuu seitsemän hukun ("Muda") poistamiseen. Leanissa seitsemäksi hukaksi on nimetty

1. ylituotanto
2. odotus
3. kuljetus
4. liike
5. yliprosessointi
6. varasto
7. virheet. (Vorne 2017.)

Kaikki edellä mainitut seitsemän hukkaa liittyvät insinööriyöhön läheisesti, jonka takia seuraavassa niihin poraudutaan tarkemmin.

Ylituotanto

Ylituotannolla tarkoitetaan sitä, että jotain valmistetaan ennen kuin sitä edes tarvitaan. Monet yritykset tahallaan ylituottavat materiaaleja varastoon, jotta esimerkiksi asiakkaan yllättäviin tarpeisiin voitaisiin reagoida nopeammin. Välillä ylituotannolla myös peitetään muita ongelmia ja haasteita joita tilaustoimitusketjussa on, kuten pitkät läpimenoajat. (Vorne 2017.).

Ylituotetut materiaalit vievät varastotilaa ja valmistuskapasiteettia materiaaleilta, joilla olisi akuutimpi tarve. Valmistuslinjan kapasiteettia, materiaaleja ja pääomaa on käytetty materiaaliin, jolle ei vielä mahdollisesti ole edes ostajaa, ja joka tulee makaamaan varaston hyllyllä. Varastointi aiheuttaa myös aina kustannuksia yritykselle. (Gorski 2013.)

Lean tarjoaa ylituotannon ratkaisemiseen työkaluja. Yksi työkaluista on "takt time" jonka avulla mitataan, että tuotettu määrä ja asiakkaan luoma tarve ovat yhtä suuret. Tällöin kun tuote valmistuu tuotantolinjalta, on sille valmiiksi jo tarve ja asiakas, jolle tuote voidaan toimittaa, ilman pitkiä varastoimisaikoja, ja yrityksen oma pääoma on sidottuna kyseiseen tuotteeseen mahdollisimman lyhyen ajan. (Vorne 2017.).

Toinen erittäin tunnettu tuotantotapa on Kanban. Kanbanissa tuotantolinja toimii imuohjauksella, jolloin tuotteelle syntyy ensin tarve, jonka jälkeen valmistaja luo tuotteen tarvetta vastaa ajoitetusti niin, että kyseinen tuote toimitetaan suoraan valmistumisen jälkeen asiakkaalle. (Vorne 2017.).

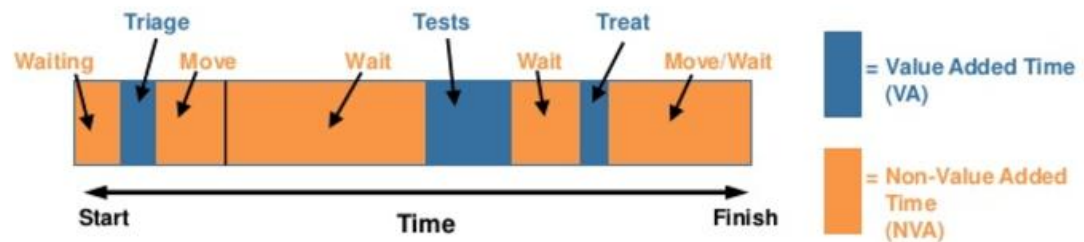
Valittu toimintatapa vaihtelee yrityksen, toimialan ja tuotteen mukaan. ABB Multidives valmistaa taajuusmuuntajat ja sokkelit aina tarpeeseen ja ajoitetusti, jolloin valmistaa taajuusmuuntajaa tai sokkeliä ei varastoida.

Odotus

Odotuksella tarkoitetaan tilaus-toimitusketjussa, sitä että tuote tai materiaali odottaa tilaus-toimitusketjun vaiheiden välillä. Odotuksia syntyy, kun tilaus-toimitusketjun eri vaiheet kestävät eripituisen ajan tai niitä ei ole synkronoitu toimimaan yhdessä. Lisäksi virheet ja poikkeamat aiheuttavat ylimääräistä odotusta prosessissa. Odotus aiheuttaa

usein välipuskureita, jotka taas pidentävät läpimenoaikaa. Odottaessaan materiaaliin on sidottuna pääomaa, eikä se tuota arvoa yritykselle. (Gorski 2013.)

Separating Waste from Value



Kuva 4 Odotuksen osuus prosessissa (LEAN: 5 Keys to Success)

Kuvassa 4 on havainnollistettu, kuinka sairaalan prosessissa suurin osa ajasta kuluu odottamiseen, joka ei tuota asiakkaalle eikä sairaalalle arvoa. Ron Wince väittikin kirjoituksessaan, että lähes jokaisessa organisaatiossa jopa 95 % yrityksen toiminnasta ja ajasta ei luo arvoa asiakkaalle. Leanin pohjana onkin vähentää tämän hukkan määrää. (Wince 2010.)

Lean tarjoaa hukkan poistamisen avuksi "Continuous Flow"-nimistä taktiikkaa, jossa odottaminen minimoidaan prosessin suunnittelun avulla, jolloin eri prosessin vaiheiden välille ei synny välipuskureita tai odotusta. Odottamisen voi minimoida esimerkiksi kapasiteetin lisäämisellä aikaisempiin pullonkaulakohtiin tai jakamalla työn eri tavalla. (Vorne 2017.)

Toisena työkaluna on standardoidut työohjeet. Jos prosessin vaiheiden toimintatavat ovat standardoidut, niin jokaisen vaiheen pitäisi toteutua oletetussa ajassa, jolloin kokonaisprosessi on helpompi suunnitella toimimaan ilman odotusta. (Vorne 2017.)

Multidivesin sokkeleiden nykytilanteen prosessin suurimpia haasteita on odotus useassa eri paikassa. Sokkelit saattavat seistä tuotantolinjalla, jopa kolme viikkoa turhaan. Insinööriyön tavoitteena onkin minimoida odotus.

Kuljetus

Materiaalin kuljetus on aina riski tuotteelle ja prosessille. Kuljetuksen aikana materiaali voi vahingoittua tai se voi myöhästyä. Kuljetuksen aikana liikenne, sää, kuljettaja ja monet muutkin hallitsemattomat tekijät pääsevät vaikuttamaan prosessiin. Lisäksi kuljettaminen maksaa aina, eikä kuljetuksen aikana tuote muutu niin, että sen arvo kasvaisi. (Gorski 2013.)

Edellä mainittujen asioiden takia kuljetukset ja niiden pituudet tulisi pitää minimissään. Mitä vähemmän kuljetuksia prosessissa on, sitä vähemmän on kuluja, aikaa ja riskejä.

Leanissa suositellaan minimoimaan kuljetukset. Keskeneräisiä tuotteita ei tule varastoida, koska niiden varastoiminen kesken prosessin pidentää läpimenoaikaa ja aiheuttaa ylimääräisiä kuljetuksia. Tämän välttämiseksi tuotanto pitää suunnitella huolella, ettei kesken prosessin prioriteetit vaihdu, jonka seurauksen keskeneräisiä tuotteita joudutaan välivarastoimaan. (Vorne 2017.)

Liike

Liikkeellä tarkoitetaan kaikkea ylimääräistä liikettä, jota työntekijä tai materiaali tekee prosessissa. Liike harvoin lisää tuotteen arvoa, josta asiakas maksaa, vaan yleensä työntekijän tai tuotteen liikkuminen hidastaa prosessia. Liike on usein kuitenkin pakollista, kuten esimerkiksi työkalujen haku tai komponenttien etsiminen, mutta se tulisi minimoida työergonomian ja organisoinnin avulla. (Gorski 2013.)

Työkaluna tähän lean suosittelee 6S:ää. 6S-toimintamalli käydään tarkemmin läpi luvussa 3.2, mutta liikkeen poistossa sillä haetaan sitä, että kaikki turha on poistettu työpisteeltä, ja kaikki tarvittavat työkalut ja muut tarvikkeet on suunniteltu hyvälle standardoiduille paikoille työpisteellä niin että niiden käyttö on mahdollisimman ergonomista, turvallista ja nopeaa. Näin saadaan minimoitua työntekijöiden turha liike. Turhaa liikettä poistetaan myös hyvin suunnitellulla prosessilla. (Kaizen Institute 2017.)

Yliprosessointi

Yliprosessoinnilla tarkoitetaan työtä tai tuotetta, jota prosessoidaan yli asiakkaan tarpeiden ja odotusten. Moniin tuotteisiin luodaan lukuisia ominaisuuksia, joita asiakas ei edes tarvitse, mutta kalliin kehityksen ja materiaalin vuoksi joutuu kuitenkin

maksamaan niistä. Tällöin tuotteeseen käytetään yrityksen kapasiteettia ja materiaaleja aivan turhaan, ja tämä on hukkaa, jota leanissa poistetaan. Yliprosessointia on usein hyvin vaikeata tunnistaa. (Gorski 2013.)

Yliprosessoinnin tunnistamiseksi leanissa suositellaan käyttämään kaizenin oppeja ja vertaamaan asiakasvaatimuksia valmistusvaatimuksiin. Usein myös asiakaskyselyiden avulla saa selville, mitkä ominaisuudet ovat käyttämättöminä. Näiden perusteella voi helpommin etsiä, miten tuotantoprosessia voisi keventää ja nopeuttaa. (Vorne 2017.)

Varastointi

Turha varastointi on yksi leanin keskeisimpiä asioita, jota tulisi välttää. Materiaalien ja valmisteiden varastointi sitoo huomattavia määriä yritysten pääomaa, eikä varastointi jalosta tuotetta tai materiaaleja. Tuotannossa saattaa myös syntyä välivarastoja prosessien väleille, jolloin keskeneräinen tuote seisoo tuotannossa pidentäen läpimenoaikaa. Välivarastot ja varastoinnit johtuvat usein prosessien virheistä tai heikkouksista. (Gorski 2013.)

Lean tarjoaa varastoinnin ratkaisuun Just-In-Time (JIT)-toimintamallia. JIT:ssa tuotanto suunnitellaan ja ajoitetaan niin, että materiaalit ja puolivalmisteet saapuvat juuri oikeaan aikaan (Just in Time). Kun materiaali saapuu varastoon, on sille tarve mieluusti saman tien, jolloin materiaalia ei jouduta varastoimaan vaan se asennetaan heti paikoilleen. Tämän jälkeen kaikkien tuotannonvaiheidenkin tulisi toimia imuohjauksella, jolloin tuotteen valmistuessa edellisestä prosessin vaiheesta, on sille jo tarve seuraavassa, jolloin välivarastoja ei pääse syntymään. JIT:n avulla materiaaleihin ja varastoon sidottu pääoma on minimissään ja tuotteiden läpimenoajat nopeutuvat, kun tuote ei vietä aikaa välipuskureissa ja varastoissa. (Vorne 2017.)

Virheet

Virheeksi lasketaan kaikki prosessipoikkeamat, joiden takia työ joudutaan tekemään uudestaan tai työn laatu ei ole vaaditulla tasolla. Virheillä tarkoitetaan kaikkia tilaus-toimitusketjussa tapahtuvia virheitä, esimerkiksi valmistus-, keräys- tai toimitusvirheitä. (Wince 2010.)

Virheet ovat erityisen haitallisia prosessille, koska ne eivät luo lisäarvoa tuotteelle. Virheen tapahtuessa työ joudutaan usein tekemään uudelleen tai korjaamaan, johon joudutaan käyttämään uudestaan kapasiteettia ja materiaalia, jolloin kulut voivat moninkertaistua. Usein myös tarkassa tuotannosuunnittelussa virhe saattaa aiheuttaa seuraavan prosessivaiheen tai tulevan työn viivästymisen. Jos tuotanto toteuttaa leanin suosittelemaa JIT:iä, niin virheen vaikutus voi kantautua monta prosessiaskelta eteenpäin, koska prosessin seuraava vaihe ei pääse alkamaan. (Gorski 2013.)

Lean tarjoaa lukuisia työkaluja laadun parantamiseen ja virheiden vähentämiseen. Yksi yleisimmistä tavoista on töiden standardointi. Tässä työvaiheet standardoidaan ja ohjeistetaan yksiselitteisesti, jolloin kaikki tuotteet valmistetaan yhdenmukaisesti hyväksi ja laadukkaaksi todetulla tavalla, eli standardoidusti. Standardoidussa prosessissa työtavat ovat yhtenäiset, ja teoreettisesti ainoa asia, joka voi vaikuttaa tuotteen laatuun on inhimilliset erheet. (Vorne 2017.)

Muita työkaluja laadun parantamiseen on mm. Poka-Yoke, Jidoka ja Root Cause Analysis, joiden avulla pystytään tunnistamaan virheet, korjaamaan juurisyyt ja estämään/ennakoimaan ne tulevaisuudessa. (Vorne 2017.)

Yhteenveto

Kaiken kaikkiaan leanin perusideana on poistaa kaikki ne tekijät prosessista, jotka eivät luo arvoa lopputuotteelle. Leanissa hukat on tiivistetty seitsemään edellä mainittuun hukkaan, joita tulee vähentää/poistaa prosessista. Hukkien tunnistaminen prosesseissa voi usein olla vaikeaa, koska vaihtoehdoisen toimintamallin luonti ja opetus pitkään käytössä olleen leanin vastaisen toimintamallin tilalle voi olla haastavaa.

Leanin järkevän tason löytäminen on tärkeää. Jos yritys pyrkii liian leaniin toimintamalliin, saattavat kulut ylittää hyödyt. Esimerkiksi seitsemäs Muda, eli virheet, on lähes mahdotonta poistaa täysin, ilman huomattavaa valvontaa ja ylläpitoa. Six Sigmakaan ei pyri täydelliseen virheiden poistamiseen vaan hyväksyy 3,4 virhettä per miljoona tuotetta. Tärkeätä on siis löytää maksimaalisen hyödyn tarjoava raja-arvo.

Sokkeleiden nykyprosessi ei toteuta leania alkuunkaan, vaan sokkeli odottaa pitkiä aikoja eri prosessin vaiheissa, ja sitä liikutellaan ympäri tehdasta. Sokkelit usein myös vaurioituvat liikuttelun aikana.

ABB toteuttaa leanin oppeja tuotannossaan, ja tarkoituksena on saada sokkeleidenkin prosessi leaniksi. Prosessi standardoidaan tämän insinööriyön aikana, mikä tulee vähentämään ainakin odotusta, varastointia, virheitä, turhaa liikettä ja toimittajan päässä tapahtuvaa yliprosessointia.

3.2 Lean 6S menetelmä

Yleisesti

6S-menetelmä on organisointi- ja standardointityökalu työpaikoille, ja se on laajasti käytössä ympäri maailmaa. 6S on laajemmin tunnettu 5S-tuotantomallina, johon on lisätty kuudes S, joka tulee sanasta "safety" eli turvallisuus. 6S:ää tulee japanin kielestä sanoista:

1. Seiri (lajittele)
2. Seiton (järjestä)
3. Seiso (puhdistusta)
4. Seiketsu (standardoi)
5. Shitsuke (ylläpidä)
6. Safety (turvallisuus, ei kuulu alkuperäiseen 5S-menetelmään).

(Dalto 2015.)

Historia

5S sai alkunsa tiettävästi vuonna 1574 Venetsiassa laivojen telakalla. Telakalla työkalut ja materiaalit järjestettiin tarkasti, jotta laivat saatiin valmistettua mahdollisimman nopeasti. Yleisemmin 5S:än aluksi kuitenkin kerrotaan Toyotan perustajien Sakichi Toyodan, Kiichiro Toyodan ja Toyotan pääinsinöörin Taiichi Ohnon vierailu Fordin autotehtaalla ja Piggly Wigglyn tavaratalossa Yhdysvalloissa toisen maailmansodan jälkeen. Tällöin Toyotan perustajat huomasivat, kuinka paljon hukkaa Fordin tuotantomallissa oli ja kuinka hyvin Piggly Wigglyn ostoprosessi toimi. Toyota alkoi tämän pohjalta kehittämään Total Production Systemiä (TPS), jonka jälkeen myöhemmin syntyi JIT, Lean ja 5S. (Broughton 2017.)

Tavoite

6S:än tavoitteena on organisoida ja standardoida työalueet niin, että jokaisella esineellä ja asialla on hyvin suunniteltu standardoitu paikka. Tämän avulla pyritään minimoimaan luvussa 3.1 mainittuja leanin hukkia. Tällä pyritään parantamaan työnteon tuottavuutta, viihtyvyyttä, ergonomiaa ja turvallisuutta. 6S on myös osa leania, johon useat yritykset pyrkivät. 6S on usein ensimmäisten askelien joukossa, kun yritys pyrkii implementoimaan leanin. (Dalto 2015.).

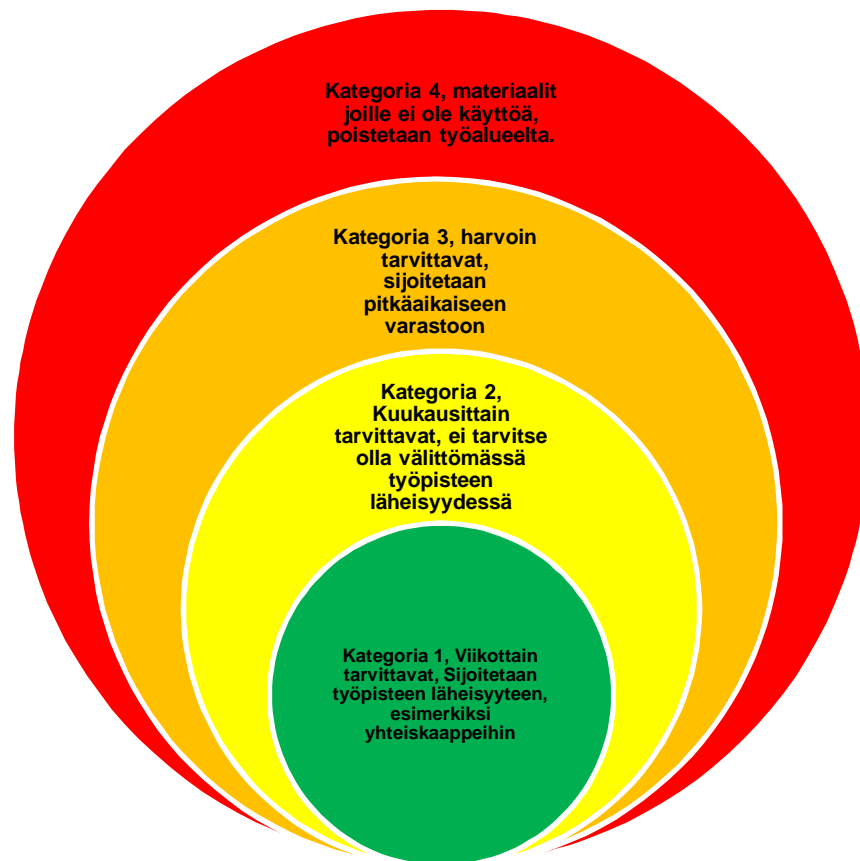
6S:än implementointi

Seuraavassa käydään läpi kaikki kuusi S:ää. 6S:ää implementoidessa S:t tulee implementoida seuraavien kappaleiden esittämässä järjestyksessä. Implementointi tulee myös toteuttaa vesiputousmallilla, jossa edellinen vaihe tulee aina olla täysin valmis ennen kuin seuraavaa vaihetta voi aloittaa.

Seiri (lajittele)

Ensimmäinen S tulee japanin kielen sanasta Seiri, joka tarkoittaa lajitella. 6S:n implementoinnin aloituksessa käytetään usein apuna ”Red tagging”-menetelmää, jossa koko työalue kierretään läpi ja kaikki esineet ja materiaalit, joille ei ole käyttöä merkitään punaisella lapulla. Työkalut ja materiaalit, joille on käyttöä, mutta jotka eivät ole päivittäisessä käytössä, tulee merkitä erivärisellä lapulla. Samalla eri työkalujen ja materiaalien määrää tulee arvioida, eli onko joitain suhteettoman paljon tarvittuun määrään verrattuna (Dalto 2015.).

Seuraavaksi kaikki merkityt esineet ja materiaalit kerätään pois työalueelta, ja ne lajitellaan tarpeellisuuden mukaan eri kategorioihin. Kategoriat on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5 Laputettujen materiaalien ja työkalujen kategorisointi

Kuten kuvassa 5 kaikki kategorian yksi työkalut tulisi säilöä työalueella, mutta ei päivittäisellä työpisteellä. Usein viikoittain tarvittavia materiaaleja ja työkaluja varten tehdään yhteiskaapit, jotka ovat työpisteiden lähetyvillä. Samalla kyseisten työkalujen määrää pystytään vähentämään, koska jokaisella työntekijällä ei välttämättä tarvitse olla omaa työkalua, vaan työntekijät voivat käyttää yhteisiä, jotka säilötään yhteisessä kaapissa. (Pradeep 2017.)

Kategorian kaksi ja kolme työkaluja ei tarvitse säilöä työpisteiden välittömässä läheisyydessä, koska tarve on vähäisempää. Usein näitä varastoidaan pitkä aikaisemmassa varastossa, josta materiaalit saa aina haettua tai tilattua tarpeen tullen. Jos työkalun tarvetta ei kuitenkaan pystytä ennustamaan, tulee se säilöä niin, ettei sen tarve aiheuta tuotannolle ongelmia. (Pradeep 2017.)

Kaikki kategorian neljä materiaalit tulee kerätä työalueen omalle "holding alueelle". Holding-alueen tulee olla selkeästi merkitty ja näkyvällä paikalla. Kun kaikki materiaalit on kerätty alueelle, tulee niistä ottaa kuva ja laittaa esimerkiksi ilmoitustaululle tiedote, että näistä ollaan hankkimassa eroon, ellei niille ole tarvetta. Alueelle tulee myös

nimetä vastuullinen henkilö, joka vastaa alueella olevista materiaaleista ja niiden mahdollisesta käytöstä ja tarpeesta. Jos joku tarvitsee alueella olevaa työkalua tai materiaalia, tulee käyttökohde tarkistaa ja varmistaa, että kyseistä työkalua tai materiaalia tulee todella käyttää tähän tarkoitukseen. Jos pois viedyille materiaalille verifioidaan oikea tarve työpaikalla, tulee se siirtää oikeaan kategoriaan. Kaikkia materiaaleja ja työkaluja tulee pitää kolme tai neljä kuukautta holding-alueella, jonka jälkeen jäljelle jääneet siirretään organisaatitasoiselle holding-alueelle, josta joku toinen organisaation yksikkö voi tarvittaessa ottaa materiaalit ja työkalut käyttöönsä. Jos organisaatiossa ei kukaan tarvitse niitä, tulee ne myydä tai hävittää. (Pradeep 2017).

Syy, miksi 6S kategorisoi ja suosittelee pitämään harvemmin tarvittavat työkalut muualla kuin päivittäisellä työpisteellä, on se, että jos kaikkia työkaluja pitää yhdessä paikassa, on oikean työkalun löytäminen kaikkien seasta aina vaikeampaa ja hitaampaa. Samalla työpisteet ovat täydempiä, jolloin niiden järjestyksessä pitäminen on vaikeampaa. Yhteiskaappien etuna on myös se, että yhtä työkalua käyttää useampi henkilö, jolloin työkalujen lukumäärä pienenee. Työkalut eivät tuota arvoa silloin, kun ne ovat käyttämättöminä työkalukaapissa, joten on parempi, että useampi henkilö käyttää työkaluja, jolloin niiden käyttöaste ja niiden luoma arvo on suurempi.

Seiton (Järjestä)

Toinen S tulee japanin kielestä ja tarkoittaa järjestämistä. Kun ensimmäisen S:n aikana on hankkiuduttu kaikesta ylimääräisestä eroon, on jäljelle jääneet tavarat ja materiaalit kaikki tarpeellisia ja ne on kategorisoitu. Toisen S:än aikana kaikille tavaroille suunnitellaan ja etsitään paras mahdollinen paikka ja paikat merkitään selkeästi. Tämän S:än tarkoituksena on myös poistaa Leanissa mainittua turhaa liikettä (Dalto 2015.).

Työkalujen ja materiaalien paikkoja miettiessä, tulee huomioida eri työkalujen käyttöasteet ja paikat missä niitä käytetään. Ensimmäiseksi tulisi sijoittaa ne työkalut, joilla on suurin käyttöaste ja sijoittaa ne ergonomisesti ja käyttöpaikan kannalta parhaaseen paikkaan. Tämän jälkeen tulisi kaikki päivittäisessä työssä käytettävät työkalut sijoittaa niin, että työntekijän liike työkaluja tavoitellessa on mahdollisimman vähäinen, jolloin saadaan karsittua Leanissa mainittua hukkaa. Myös materiaalien kuten kuormalavojen paikat tulee suunnitella huolella niin, että työntekijät pääsevät niihin käsiksi mahdollisimman vähäisellä liikkeellä (Pradeep 2017.)

Kun kaikille päivittäisessä työssä käytettäville työkaluille on löydetty paikat tulee paikat merkitä selkeästi. Tämä tapahtuu usein työkalujen ja niiden paikkojen nimeämisellä, työkalun muodon teippaamisella tai esimerkiksi vaahtomuoviin tehdyillä paikoilla. Näin jokainen työkalu löytää takaisin oikealle paikalleen käytön jälkeen. Myös materiaalien, esimerkiksi kuormalavojen paikat tulee merkitä selkeästi lattiaan tai hyllyyn, johon niille on suunniteltu paikka. Tarkalla merkitsemisellä saadaan standardoitua lavojen paikat ja materiaalivirtojen suunnat, jolloin ne eivät ole työntekijöiden edessä ja kulkuväylät pysyvät avoinna. (Converge Training 2015)



Kuva 6 Esimerkki 6S työkalujen merkkauksesta (Converge Training 2015)

Seiso (Siivoa)

Kolmas S tulee japanin kielen sanasta seiso, joka tarkoittaa siivoamista. Kun edellisen S:n aikana on kaikki työkalut ja materiaalit saatu paikoitettua, tulee paikat siivota huolellisesti tämän jälkeen. Siivoamisella tarkoitetaan myös työpisteen puhtaana ja toimivana pitämistä. Jokaisen työntekijän tulisi työpäivän jälkeen siivota työpisteensä puhtaaksi, ja sijoittaa kaikki työkalut niille merkityille paikoille. Työntekijän laittaessa tavaroita merkityille paikoille, on hänen helppo huomata jos jotakin puuttuu. Jos työpiste oli edellisen työvuoron jälkeen myös ollut siivottuna ja kaikki olivat paikoillaan, niin hän tietää, että työkalut ovat kadonneet kyseisen päivän aikana, jolloin niiden sijainti on mahdollisesti tuoreessa muistissa. Toinen yleinen hyöty työvuoron jälkeen siivotussa työpisteessä on se, että seuraavan työntekijän on huomattavasti mukavampi tulla töihin,

jos kaikki työkalut ovat siististi siellä, missä työntekijä niiden olettaakin olevan. (Pradeep 2017.)

Jos jossain työpisteellä on usein ongelmia siisteyden kanssa, niin 6S suosittelee tekemää kuvassa 7 esitetyn ”5 Whys”-nimisen analyysin tilanteesta.

Table 1: Sample Log for Cleaning Improvements				
Questions				
WHERE is the problem located?	WHAT exactly is the problem?	WHO is responsible to take action?	WHEN will solution be implemented?	HOW is solution to be implemented?
Answers (Use a much detail as needed)				

Kuva 7 5 Whys analyysi (Pradeep 2017, 2017)

Seiketsu (Standardoi)

Kun edelliset kolme S:ää on suoritettu, jolloin työkalut ja materiaalit ovat selkeästi merkityillä paikoillaan ja paikat ovat siivottuina, on aika neljännelle S:lle eli Seiketsu, joka tarkoittaa standardointia. Standardoinnin tarkoituksena on kuvata, dokumentoida ja informoida saavutettu tila ja tehdä siitä pysyvä normaalitila työpaikalle. Samalla luodaan prosessi, jonka avulla työpaikka pysyy jatkossakin ergonomisena, siistinä ja tehokkaana. (Pradeep 2017.)

Standardoinnin yhteydessä luodaan tarkastuslistat viikoittaisille tai kuukausittaisille 5S/6S-auditoinneille. Listojen valmistuttua tulee ne julkaista alueen työntekijöille, jotta he tietävät, miltä alueen halutaan näyttävän ja mihin työntekijöiden tulee kiinnittää huomiota. Kokonaisprosessi tulee myös tämän yhteydessä selvittää kaikille työntekijöille. (Pradeep 2017.)

Usein etenkin tuotannon työpisteissä standardointi vaiheessa työpisteet kuvataan ja työpisteen kuva laitetaan työpisteelle näkyviin. Kuva kertoo, millainen työpisteen tulee

olla aina päivän päätteeksi. Näitä kuvia pystytään myös käyttämään apuna työpisteitä auditoidessa.

Shitsuke (Ylläpidä)

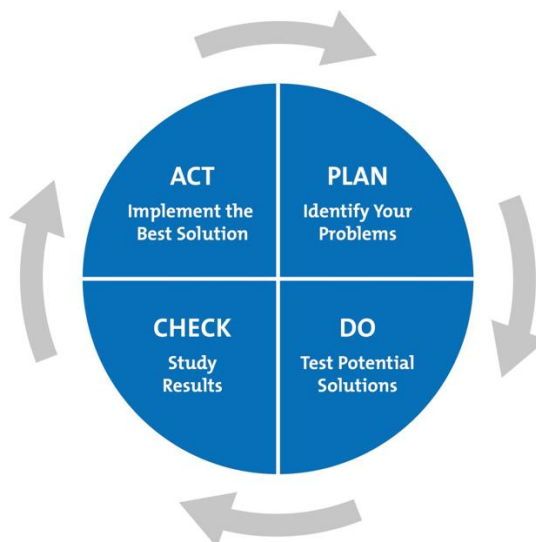
Viides S tulee japanin kielen sanasta Shitsuke, joka tarkoittaa ylläpitämistä. Edellisten neljän S:n aikana työpisteet on saatu siisteiksi, tehokkaiksi ja ergonomisiksi. Viidennen S:n tarkoituksena on ylläpitää ja parantaa saavutettua tilaa. Tämä tapahtuu viikko- tai kuukausiauditointien avulla, 5S-kulttuurin opettamisella ja työntekijöiden motivoinnin avulla. Yleisin ja näkyvin tapa ovat kuitenkin auditoinnit. Auditointien tekijöiksi tulee nimetä työpaikoilta henkilöitä, niin ettei auditoitava alue ole liian suuri yhdelle henkilölle. Auditoinnin tehtävänä on tarkastaa kaikki auditointilistaan merkityt kohteet ja raportoida kaikista poikkeuksista alueesta vastaavalle henkilölle. Kuvassa 8 on esimerkki ABB:llä käytössä olevasta auditointilistasta. (Pradeep 2017.)

Putkipaja

Auditointi	OK	EI	Poikkeama
 Sammutin – merkintä, sokka, leima, esteetön pääsy			Sammuttimen leima: 9/2017
Työkalut ja materiaalit paikoitettu ja paikoillaan, vastaa valokuvaa			
Lattiamerkinnät kunnossa ja niitä noudatetaan			
Yleistyökalukaappi – vastaa auditointikuvaa			
Kemikaalikaappi – varoitusmerkinnät, turvaohjeet			
 Häätäpoistumistie – esteetön ja merkitty			
Paloilmoitinpainike – merkitty ja esteetön			
KALEI-Asema, ei ylimääräistä tavaraa, kärkyt merkityillä paikoilla			
Kiskohiontapöytä siisti, tavarat paikoillaan, vastaa kuvaa			
Painetestiasemat, U5 portaiden ympäristö siisti, ei ylimääräistä tavaraa			
 Sammutin TUPAKKAKOPISSA – merkintä, sokka, leima, esteetön pääsy			Sammuttimen leima: 9/2017

Kuva 8 Auditointilista (ABB Multidrives)

Viidennen S:n tehtävänä on myös pitää 5S ajan tasaisena. Viides S onkin jatkuva prosessi, joka toteuttaa Demingin PDCA-sykliä, joka on kuvattu kuvassa 9.



Kuva 9 PDCA-Sykli (Mindtools, 2017)

Safety (Turvallisuus)

Kuudes S tulee englannin kielen sanasta Safety, joka tarkoittaa turvallisuutta. Alun perin menetelmässä ei ollut kuin viisi S:ää, mutta monet yritykset, kuten ABB, lisäsivät kuudennen S:n korostamaan turvallisuutta.

Kuudennen S:n tarkoituksena on arvioida ja toteuttaa 5S-mentelmää niin, että jokaisessa asiassa ja toteutuksessa mietitään myös turvallisuutta. Esimerkiksi työpistettä järjestettäessä, mietitään työkalujen sijoittamisen turvallisuuden riskejä, joiden avulla työkalut sijoitetaan niin, että työntekijän on turvallista niitä käyttää. Lisäksi auditointilistoihin lisätään turvallisuuteen vaikuttavia tekijöitä, kuten suojalaitteiden ja varusteiden tarkastuksia ja muita vastaavia. (Dalto 2015.)

Monien tietolähteiden mukaan kuudetta S:ää ei tarvita, koska turvallisuus on rakennettu sisään jo viiteen edelliseen S:ään. Usein, kuten ABB:llä halutaan kuitenkin korostaa turvallisuuden tärkeyttä, jonka takia se pidetään omana tekijänä.

Yhteenveto

Kokonaisuudessaan 6S:n avulla tavoitellaan siistiä, standardoitua, tehokasta, ergonomista ja turvallista työympäristöä. Tähän päästään sillä, että kaikille esineille ja materiaaleille on suunniteltu standardoidut paikat ja käyttötarpeet. Edellä mainitut asiat

johtavat yleensä myös tasaisempaan ja parempaan laatuun sekä parempaan työviihtyvyyteen.

Edellä mainittujen asioiden takia 6S onkin laajasti käytössä maailmalla, ja ABB, on implementoinut 6S-menetelmän ja tämän insinööriyön luoman prosessin tulee olla myös 6S-menetelmää noudattava. Tämän insinööriyön kohdalla se tarkoittaa sitä, että jokaisella sokkelilla, sen osalla ja työkalulla tulee olla suunniteltu ja standardoitu paikka ja käyttökohde. Paikkojen ja työtapojen tulee myös noudattaa korkeita turvallisuusvaatimuksia.

4 Tutkimusmenetelmät ja lähdemateriaalit

Tässä luvussa kuvataan insinööriyössä käytetyt tutkimusmenetelmät ja käytetyt lähdemateriaalit.

4.1 Tiedon kerääminen ja analysointi

Projektissa on käytetty lukuisia eri lähteitä ja dataa, jotka koostuvat ABB:een henkilöhaastatteluista, ABB:n toiveista, sisäisistä dokumenteista ja olemassa olevasta aiheeseen liittyvästä kirjallisuudesta. Taulukossa 2 on esitetty tiedon keräys.

Taulukko 2 Tiedon keräys

	Osallistujat / rooli	Tyyppi	Aihe, kuvaus	Aika, pituus	Dokumentoitu
Tieto 1, Nykytilanteen analyysi (Kappale 4)					
1	Harri Palomäki, Insinööriyön tekijä Janne Mäkelä, Valmistuslinjapäällikkö Harri Hiljanen, Ohjaava opettaja	Palaveri ABB:een tiloissa	Insinööriyön aloitus tapaaminen, jossa käytiin läpi insinööriyö kokonaisuudessaan sekä suunnitelma sen toteutukseen.	Huhtikuu 2017, 2 tuntia	Powerpoint muistiona
2	Harri Palomäki, insinööriyön tekijä Johannes Pylvänen, Mekaniikka insinööri	Seisoma palaveri	Sokkeleiden nykytilanteen kartoitus, ja kuinka sokkelit valitaan ja miksi.	Huhtikuu, 2017, 15min	Ei dokumentoitu
3	Harri Palomäki, Insinööriyöntekijä. Eljas Puodinketo Työnjohtaja	Seisoma palaveri	Sokkeleiden haasteet tuotannolle	Kesäkuu 2, 10min	Ei dokumentoitu
4	Harri Palomäki, Insinööriyöntekijä, Sanna Uusiniitty, Sokkeleiden ostaja	Sähköpostikes kustelu	Sokkeleiden koottuna/kokoamatta tilaamisen syyt ja kustannukset	Heinäkuu 3.	Sähköposti
5	Harri Palomäki, Insinööriyöntekijä, Sanna Uusiniitty, Sokkeleiden ostaja Reklamointitiimi	Sähköpostikes kustelu	Sokkeleiden laatu- ja toimitusongelmista ja niiden yleisyydestä. Reklamointien lukumääristä ja syistä.	Elokuu 3-10.	Sähköposti
6	Harri Palomäki, Insinööriyöntekijä, Tuomo Hämäläinen, Tuotannonsuunnittelija	Seisoma palaveri	Palaveri koski sokkeleiden allokoinnin, tilaamisen ja ajoituksen haasteita.	Elokuu 20. 15min	Ei dokumentoitu
Tieto 2, prosessiehdotuksen rakentamista varten (Kappale 5)					

9	Harri Palomäki, Insinööriyöntekijä Seppo E. Lehto Mekaniikka tarkastaja	Haastattelu	Uusien ja vanhojen sokkelien käyttökohteet. Sokkeleiden osaluetteloihin merkkäminen.	Syyskuu 27. 15 min	Muistiinpanot
10	Harri Palomäki, Insinööriyöntekijä Janne Mäkelä, Valmistuslinjapäällikkö	Seisomapalaveri	Sokkeleiden uuden prosessin ehdotuksen esittely	Syyskuu 28. 10min	Ei dokumentoitu
11	Harri Palomäki, insinööriyöntekijä Timo Kosonen, Laatuinsinööri Janne Mäkelä, Valmistuslinjapäällikkö Tuomo Hämäläinen, Tuotannosuunnittelija Eljas Puodinketo, Työnjohtaja Valto Viskari, Työnjohtaja Kasper Harinen, Työnjohtaja Rauno Niemelä, Työnjohtaja	Viikkopalaveri	Uuden prosessin ensimmäisen prototyypin esittely, ja kommenttien	Lokakuu 3. 30min	Ei dokumentoitu
12	Harri Palomäki, insinööriyöntekijä Timo Kosonen, Laatuinsinööri Jarkko Mattila, OBE Manager, Sami Mäki-korte, Projektipäällikkö Juha Lehtinen, Järjestelmäkehittäjä Seppo Lehto, Mekaniikkatarkastaja	Palaveri	Palaverissa käsiteltiin: <ul style="list-style-type: none"> - ACS880 ja ACS800 sokkeleiden käyttökohteita - Sokkeleiden tulevaisuuden prosessia - Sokkeleiden merkkäamista työohjeeseen - Sokkeleiden optiokodeja - Sokkeleiden suunnitteluprosessia - Suunniteltiin sokkeleiden järjestelmävaatimukset - Luotiin suunnitelma ja aikataulu uudelle ohjelmisto releasille 	Lokakuu, 9. 60min,	Muistiinpanot (salassa pidettävät)
13	Harri Palomäki, Insinööriyöntekijä, Raimo Valtari Logistiikkaoperaattorin työnjohtaja	Sähköposti	Logistiikkaoperaattorin toimintakyky uudessa ehdotetussa prosessissa	Lokakuu 17.	Sähköposti
Tieto 3, arviointi (Kappale 6)					
14	Harri Palomäki, Insinööriyöntekijä Janne Mäkelä, Valmistuslinjapäällikkö	Palaveri ABB:een tiloissa	Prosessiehdotuksen arviointi ja tarkastus. Mahdollisten kehityskohtien ja muutoksien pohtiminen.	Lokakuu 13. 60min.	Muistiinpanot

	Harri Hiljanen, Ohjaava opettaja				
15	Harri Palomäki, Insinööriyön tekijä Janne Mäkelä, Valmistuslinjapäällikkö	Palaveri	Insinööriyön arviointi ABB:een näkökulmasta ja mahdollisten jatkotoimenpiteiden miettiminen.	Lokakuu 19. 45min	Muistiinpanot

Kuten taulukosta 2 selviää, tieto kerättiin kolmessa vaiheessa.

Ensimmäisessä vaiheessa kerättiin haastatteluiden, sähköpostien ja kokousten avulla tietoa nykytilanteesta, sen ongelmista ja haasteista sekä siitä kuinka sitä voisi parantaa. Tietoa kerättiin tuotannon, suunnittelun, logistiikan ja kustannustehokkuuden näkökulmasta, jonka takia monet haastateltavista ovat tuotannon toimihenkilöitä tai työntekijöitä.

Kun nykytilanteen haasteet ja tulevaisuuden prosessin toiveet oli selvitetty, siirryttiin vaiheeseen kaksi, joka koostuu prosessiehdotusta rakentavasta tiedosta. Tämän aikana järjestettiin useita palavereita, joissa pohdittiin mahdollisia tulevia prosesseja ja niiden haasteita sekä mahdollisuuksia. Taulukkoon on kirjattu ne palaverit, jotka puhtaasti koskivat sokkeleiden tilaus-toimitusketjua. Tämän tiedon pohjalta luotiin tulevan prosessin prototyyppi. Vaihe sisältää myös palautteen, jota prototyyppiprosessista saatiin ja jonka pohjalta prototyyppiä kehitettiin kohti lopullista prosessiehdotusta.

Vaihe kolme sisältää insinööriyöstä syntyneen viimeistellyn prosessiehdotuksen arvioinnin ja palautteen. Prosessiehdotuksen arviointi suoritettiin kahdessa eri palaverissa ABB:een tiloissa.

5 Nykytilanteen analyysi

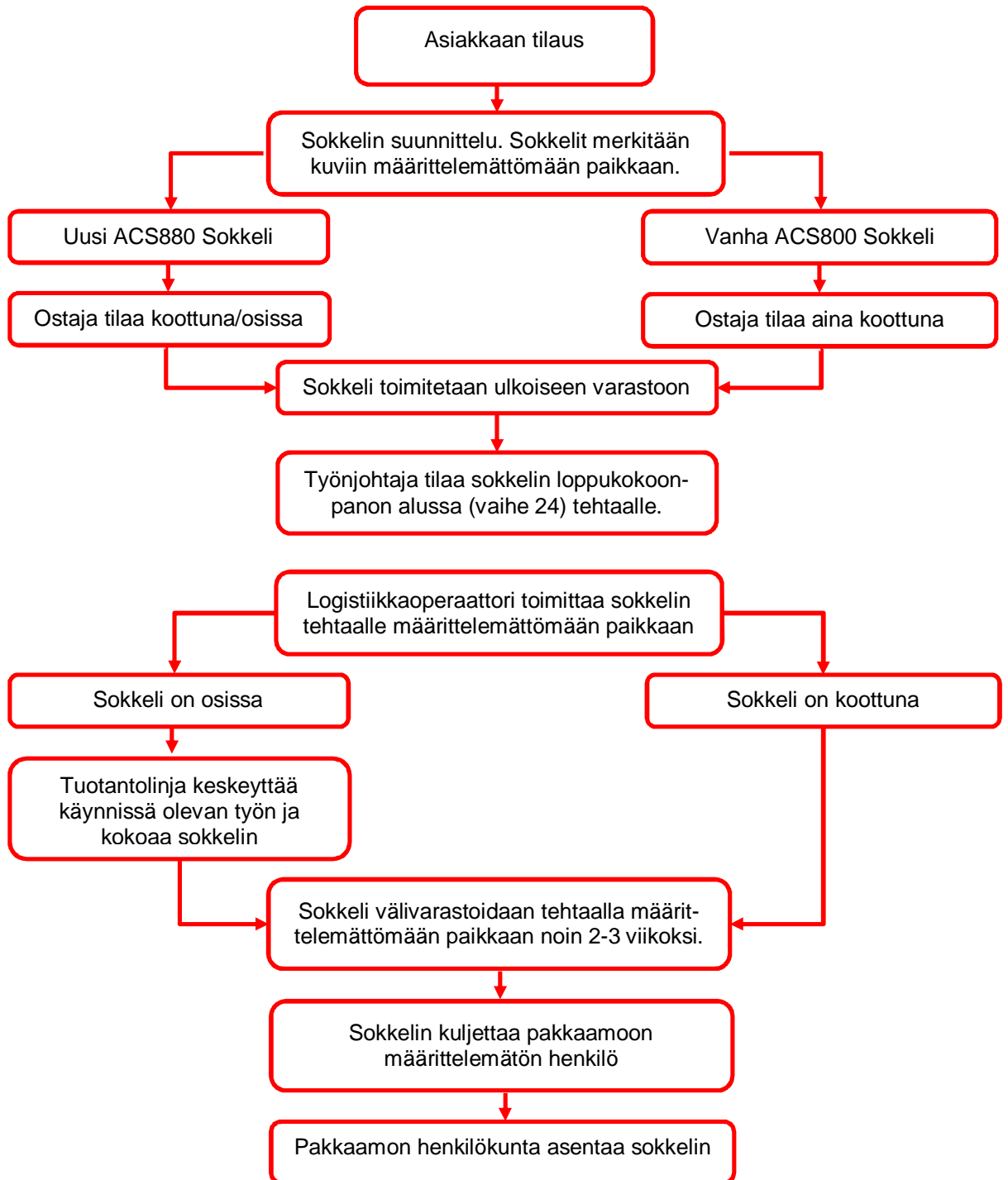
Tämä osio kertoo ACS880-sokkeleiden tilaus-toimitusketjun nykytilanteen insinööriyön aloitushetkellä.

5.1 Nykytilanteen analyysin luominen

Nykytilanteen analyysi tehtiin pääosin haastatteluilla, havainnoimalla ja pienissä muutaman hengen palaverissa. Näiden lisäksi minulla oli oikeudet ja lupa käyttää yrityksen sisäisen toiminnanohjausjärjestelmän tietoja. Toiminnanohjausjärjestelmästä pystyi pääosin selvittämään eri sokkeleiden tilausmääriä, osaluetteloita, materiaalikodeja ja ajoituksia.

Tuotantolinjan ja logistiikkaoperaattorin toimihenkilöt ovat säännöllisesti sokkeleiden kanssa tekemisissä. Heitä haastatteleamalla kokonaisuuskuva selvisi hyvin, ja lukuisat eri toimijat olivat havainneet samat ongelmat ja puutteet nykyisessä tilaus-toimitus ketjussa.

Nykytilanteen prosessista ei ollut valmista prosessikaaviota, vaan se luotiin insinööriyön aikana. Prosessikaavio on esitetty kuvassa 10, joka on selitetty auki seuraavassa.



Kuva 10 Sokkeleiden nykyprosessi

5.2 Sokkeleiden tilaaminen ja logistiikka ulkoiselle varastolle

Projektin aloitushetkellä, jos asiakas tilasi uuden sokkelin. suunnittelija loi sokkelista mittakuvan ja loi kyseiselle sokkelille manuaalisesti osaluettelon.

Mittakuvan ollessa valmis toimitti ostaja mittakuvan ja osaluettelon sokkeleiden toimittajalle, jonka perusteella toimittaja valmisti komponentit. Valmistamisen jälkeen, jos sokkeli oli tilattu koottuna, sokkeleiden toimittaja kokosi sokkelin valmiiksi ja suojasi kaikki maalattavat osat.

Asiakkaan tilatessa kiinteän sokkelin valitsi suunnittelija ”sokkelikirjastosta” sopivimman sokkelin ja lisäsi sen osaluetteloon, jonka perusteella tuotannonohjausjärjestelmään syntyi tarve, ja ostaja tilasi sokkelin.

Sokkelin valmistumisen jälkeen suuret sokkelit kuljetettiin kuorma-autoilla ABB:n ulkoiselle varastolle. Näissä kuljetuksissa ongelmaksi tuli sokkeleiden valtava koko ja se, ettei niitä pysty pinoamaan. Jos sokkelit tulivat suureen, jopa 50 metriä pitkään taajuusmuuntajaan, vaati se useita kuorma-autoja kuljettamista varten.

Sokkeleiden saapuessa ulkoiselle varastolle nostettiin ne renkaallisten alustojen päälle, koska trukilla ei pitkiä sokkeleita pysty kuljettamaan. Sokkeleiden suuren koon vuoksi niitä ei pysty myöskään hyllyttämään, jonka takia sokkelit työnnettiin alustojen avulla varaston nurkkaan. Tällöin sokkeleille ei pystynyt varastossa määrittämään tarkkaa varastopaikkaa, mikä olisi nopeuttanut ja selkeyttänyt sokkeleiden keräämistä tehtaalle lähetystä varten.

5.3 Sokkeleiden vaikutukset taajuusmuuntajan kokoamiseen

Insinööriyön aloitushetkellä suuria haasteita aiheutti tuotannon tiedottaminen tulevista sokkeleista. Suunnittelija ei aina merkinnyt taajuusmuuntajan asennuskuviin sokkelia, vaan merkitsemisvastuu jäi mekaniikkatarkastajalle. Tarkastaja ei aina huomannut merkitä sokkelia asennuskuviin, ja välillä merkinnät olivat vajavaiset joista puuttui tieto, käytetäänkö uutta vai vanhaa sokkelia. Standardoitua merkintätapaa ei ollut.

ACS800-sokkeliin (Vanha) pitää laittaa Kalei-mutterit heti ensimmäisessä tuotannon työvaiheessa, mutta uuteen sokkeliin näitä muttereita ei tarvita. Jos merkinnät olivat epäselvät, saattoi asentaja joko laittaa mutterit turhaan tai jättää laittamatta. Tämä huomattiin yleensä vasta 3 - 4 viikkoa myöhemmin, kun laite on täysin valmis ja sokkelia kiinnitetään laitetta pakatessa. Tällöin Kalei-mutterit pitää lisätä tai poistaa jälkeensä, mikä voi viedä kymmeniä tunteja suureen laitteeseen. Tämä aiheuttaa prosessihäiriön tuotantoprosessiin, jonka lisäksi se saattaa aiheuttaa toimituksen myöhästymisen.

Suurena turvallisuusriskitekijänä Kalei-muttereiden jälkikäteen poistossa tai lisäämisessä on myös se, että tuhansien kilojen painoinen taajuusmuuntaja pitää nostaa nosturilla ilmaan, jonka jälkeen taajuusmuuntajan alla joutuu liikkumaan, jotta muttereihin pääsee käsiksi. Samalla pakkaamon ainoa nosturi on varattu jopa koko päivän, jolloin yhtään kaapituspuolen taajuusmuuntajaa ei saada pakattua. Tämä voi aiheuttaa mittavia tappioita yritykselle.

5.4 Sokkeleiden tilaaminen tehtaalle

Insinööriyön aloitushetkellä sokkelit oli eriytetty normaaleista tuotannon tilaustyökaluista. Sokkelit tilattiin aina työnjohtajan toimesta toiminnaohjausjärjestelmän avulla manuaalisesti. Manuaalisen tilauksen vuoksi toimituspaikkoja tai tapoja ei ole standardoitu. Eri työnjohtajat tilaavat eri tavalla, ja samakin työnjohtaja saattaa käyttää eri toimitusosoitteita, mikä aiheuttaa sekaannusta logistiikassa.

Ulkoisen varaston saadessa tilauksen sokkelista keräävät varaston työntekijät sokkelin ja työntävät kuljetusalustoilla sen kuorma-autoon. Ongelmana tässä vaiheessa on usein se, että varastomiehet keräävät kaikki tavarat keräyslistan mukaan. Jos sokkeli on keräyslistan loppupäässä, on auto jo lastattu niin täyteen, ettei suuri sokkeli mahdu kyytiin. Tällöin vaihtoehdoksi jää joko purkaa kuorma tai toimittaa sokkeli seuraavassa kuormassa, jolloin toimitus myöhästyy.

5.5 Sokkeleiden logistiikka ja asentaminen tehtaalla

Sokkeleita kuljettavan auton saapuessa tehtaalle pitää sokkelit työntää käsin pois autosta kuljetusalustojen avulla. Sokkeleiden työntäminen on erittäin työlästä, koska alusta ja sokkeli on alle puoli metriä korkea lattiasta, joten niitä tarvitsee työntää kumarassa. Sokkeli on tämän lisäksi 1 - 6 metriä pitkä ja todella painava, joten työntäminen vaatii vähintään kaksi työntekijää.

Varastomiehille tulee usein ongelmia tässä vaiheessa toimittaa sokkeli pyydettyyn paikkaan, koska sokkelin tilaaja on saanut itse määrittää vapaassa tekstikentässä toimituspaikan, eikä toimituspaikka ole standardi. Sokkelit on saatettu tilata edellisenä päivänä, jolloin tilaa kyseisessä paikassa on ollut, mutta toimituspäivänä suuret sokkelit eivät mahdukaan kyseiseen paikkaan. Usein myös varastomiehet käsittävät toimitusosoitteet väärin, tai niissä on kirjoitusvirheitä. Kuva 11 on sähköpostista, jonka tuotantolinjan työnjohtaja lähetti, ja se kuvaa nykytilannetta, jossa aina sokkelin

saapuessa tehtaalle on epävarmuutta siitä missä se on, onko se osissa vai koottuna ja mihin se kuuluisi viedä. ABB:n taajuusmuuntajatehdas on kymmeniä tuhansia neliötä suuri ja työllistää yli tuhat henkeä. Välillä sokkeleita löytyy eri osastoilta ja välillä jopa pihalta.

Reply Reply All Forward

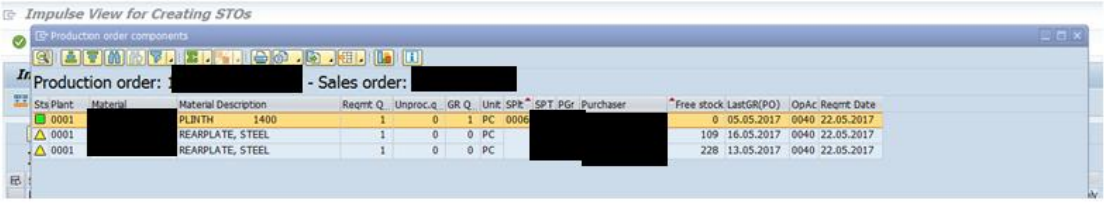
pe 19.5.2017 9:02

Plinth osina

To: Harri Palomaki

Moi

Nyt on tullut tehtaalle yksi uusi sokkeli. Jossain se on...



Impulse View for Creating STOs

Production order components

Production order: [redacted] - Sales order: [redacted]

Sts Plant	Material	Material Description	Reqmt Q	Unproc. q	GR Q	Unit	SPlt	SPT Pgr	Purchaser	Free stock	LastGR(PO)	OpAc	Reqmt Date
0001	[redacted]	PLINTH	1400	1	0	1	PC	0006	[redacted]	0	05.05.2017	0040	22.05.2017
0001	[redacted]	REARPLATE, STEEL		1	0	0	PC		[redacted]	109	16.05.2017	0040	22.05.2017
0001	[redacted]	REARPLATE, STEEL		1	0	0	PC		[redacted]	228	13.05.2017	0040	22.05.2017

t. [redacted]

ABB

ABB Oy
EIP000 Multi Drives Production Supervisor
Hiomotie 13
00380, Helsinki, FINLAND
Mobile: [redacted]
email: [redacted]

Kuva 11 Nykytilanne sokkeleiden saapuessa tehtaalle

5.6 Yhteenveto nykytilanteen analyysistä

Insinöörityön aloitushetkellä olemassa olevaa prosessia ei ollut ja sen hahmottaminenkin oli vaikeaa, koska variaatioita ja toimintatapoja oli useita. Sokkelit saattoivat olla tilattuina tai ne tilattiin kiireellä, ne saattoivat näkyä kuvissa oikein tai eivät, ne saatettiin tilata tehtaalle sähköpostilla tai SAP:ista, ne saapuivat joko koottuina tai kokoamattomina, ne löytyivät joko tuotantolinjalta, pakkaamosta, piha-alueelta tai mistä milloinkin sekä niiden kuljettamisesta vastasi aina kohdalle sattunut henkilö. Sokkelit aiheuttivat siis aina hämminkiä ja välillä pitkiäkin tuotantoprosessin häiriöitä.

Insinöörityön seuraavassa vaiheessa hyödynnetään olemassa olevaa kirjallisuutta, kerättyä tietoa ja palaverissa saatuja ehdotuksia, joiden pohjalta on luotu ehdotus tulevaisuuden sokkeliprosessista.

6 Ehdotus taajuusmuuntajien sokkeleiden ti-to-ketjuprosessista

Tämä kappale esittää nykytila-analyysin, kokemuksen ja kirjallisuustutkimuksen pohjalta tehdyn prosessiehdotuksen, ja kertoo kuinka se rakentui.

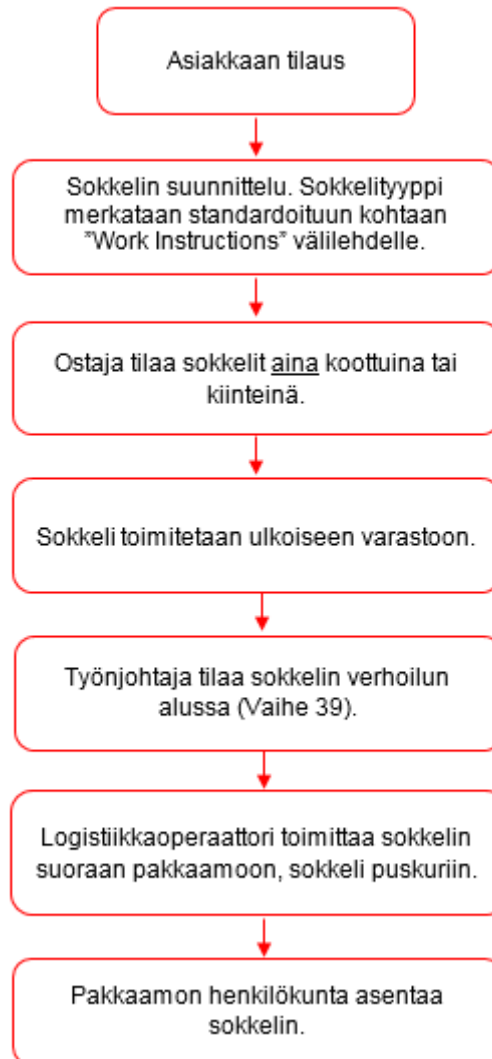
6.1 Prosessiehdotuksen rakentuminen

Tässä luvussa käydään läpi, kuinka ja miten prosessia lähdettiin kehittämään ja millainen uuden prosessin ehdotus tämän pohjalta syntyi.

Prosessia lähdettiin kehittämään pääosin ABB:n asiantuntijoiden, vaatimusten ja tavoitteiden perusteella, johon liitettiin luvussa 3 esitetyn kirjallisuustutkimuksen parhaita käytäntöjä. Sokkeleiden tilaus-toimitusketjun kehittäminen oli monessa asiayhteydessä esillä ja siitä käytiin keskusteluita. Palaverit ja tapaamiset, jotka järjestettiin prosessin kehittämistä varten, on kirjattu ja esitetty luvussa 2.4 taulukkoon 2. Näiden palaverien muistioita ei kuitenkaan ole luvallista julkaista työn yhteydessä.

Insinööriytyö sai uuden suunnan uuden prosessin luonnin alkumetreillä, koska suunnittelijat ja mekaniikkatarkastajat harkitsivat koottavien ACS880-sokkeleiden käytön huomattavaa vähentämistä erinäisten syiden takia, joita ei saa insinööriytyössä eritellä. Tämän takia vanhempien kiinteiden ACS800-sokkeleiden käyttö tulee mahdollisesti lisääntymään huomattavasti, jolloin niiden prosessista tulee sokkeleiden pääprosessi ja uusien koottavien ACS880-sokkeleiden prosessista sivuprosessi.

Edellä mainittujen asioiden pohjalta syntyi ihanneprosessikaavio, joka on esitetty kuvassa 12. Kyseinen prosessikaavio oli ensimmäinen prototyyppi mahdollisesta uudesta prosessista, jonka pohjalta lopullista prosessia lähdettiin kehittämään. Seuraavassa käydään tarkemmin läpi, kuinka ja miksi prosessikaavio muovautui lopulliseen malliinsa.



Kuva 12 Ensimmäinen prototyyppi uudesta sokkeleiden tilaus-toimitusketjuprosessista

6.2 Sokkeleiden suunnittelu

Insinööri työ alkoi akuuteimman ongelman eli tiedottamisen puutteellisuuden ratkaisemisella. Aiemmin tuotannolle oli epäselvää, milloin ja millainen sokkeli taajuusmuuntajaan laitetaan. Tämän takia tiedolle piti suunnitella ja toteuttaa nopealla aikataululla standardoitu paikka, josta asentaja varmasti huomaa kyseisen tiedon. Tieto on kriittinen, jonka takia sille luotiin standardoitu paikka "Work instructions"-välilehdelle, kauppakohtaiseen työohjekansioon, johon on tiivistetty kaikki kyseistä taajuusmuuntajaa koskevat tiedot yhdelle A4-kokoiselle paperille. Sokkelin tieto on kyseisellä sivulla nimellä "Plinth", joka tarkoittaa englanniksi sokkeliä. Kyseinen kenttä löytyy jokaisen taajuusmuuntajan etusivulta, vaikka kyseiseen laitteeseen ei tulisi sokkeliä. Tällöin

kentässä lukee ”No”. Jos laitteeseen tulee sokkeli, kyseisessä kentässä on sokkelin tyyppi, jonka perusteella asentaja tietää kuinka toimia.

6.3 Osto

Kiinteiden sokkeleiden käytön lisääntyessä suunnittelijat, mekaniikkatarkastajat ja tuotannon toimihenkilöt päätyivät ratkaisuun, että kaikki sokkelit tilataan jatkossa koottuna/kiinteinä, jolloin sokkeleille voidaan luoda yksi yhteinen tilaus-toimitusprosessi, joka yksinkertaistaa toimintaa huomattavasti. Samalla prosessista jää kokonaan pois sokkelin kokoamisen työvaihe, jota varten olisi pitänyt varata yksi työpäivä, työpiste ja tekijä. Tämän ansiosta sokkeleiden tilaus-toimitusketju lyhenee yhden päivän verran, jonka ansiosta sokkelit vievät lyhyemmän aikaa lattiapinta-alaa tehtaalla ja sitovat pääomaa lyhyemmän ajan.

Sokkeleiden koottuna tilaaminen pienentää myös keräily- ja toimitusvirheiden riskiä, koska toimittaja joutuu itse kokoamaan sokkelin, jolloin hän huomaa jo kootessa, jos joku osa puuttuu tai on viallinen. Tämä on tärkeä tekijä prosessissa, koska sokkelit ovat viimeinen asia ennen taajuusmuuntajan pakkaamista, joka siihen kiinnitetään. Leanin periaatteita noudattaen sokkelit tilataan oikein ajoitetusti, jolloin toimitus- tai laatuvirheille ei ole ylimääräistä aikaa.

Oston tilaustapa standardoitiin koottuna tilatuksi tässä projektin vaiheessa.

6.4 Toimitus ulkoiseen varastoon

ABB:llä materiaalivirrat on siirretty kulkemaan ulkoisten varastojen kautta, josta ne sitten toimitetaan hallitusti tehtaalle. Toimittajilta saapuu vain erikoistapauksissa materiaalia suoraan tehtaalle.

Sokkeleiden toimittaja pakkaa sokkelin, sokkeleiden pakkausohjeen mukaisesti. Tämän jälkeen sokkelit toimitetaan ABB:n standardoidun materiaali-prosessin mukaisesti ensin ulkoiselle varastolle. Ulkoisella varastolla sokkelit vastaanotetaan, nostetaan ABB:n toiminnanohjausjärjestelmän saldoille ja varastoidaan.

Ulkoisen varaston varastointiprosessiin ei tässä insinööriyössä syvennytty, koska varastointi on ulkoistettu logistiikkaoperaattorille, joka itse vastaa varastointiprosessin kehittämisestä.

6.5 Sokkelin tehtaalle tilaaminen

Insinööriyön aloitushetkellä sokkelit tilattiin tuotannon vaiheessa 24 (loppukokoonpanon aloitus) tehtaalle. Ongelmana tässä oli se, että sokkeleita jouduttiin välivarastoimaan tuotantolinjan tiloissa 2 - 3 viikkoa, eivätkä ne meinanneet mahtua mihinkään.

Uudessa sokkeleiden tilaus-toimitusprosessissa, sokkelit tilataan noin kaksi viikkoa myöhemmin, vasta vaiheessa 39 (verhoilu). Sokkelit sidottiin vaiheeseen 39 sen takia, että se on viimeinen vakio tuotannon tilausvaihe, joka tulee joka ikiseen taajuusmuuntajaan. Tällöin sokkeleiden tilaaminen ei aiheuta lisätyötä tai erityistä muistamista tuotannon työjohtajille.

Sokkeleiden toimitusaika on muita materiaaleja pidempi, niiden koon vuoksi. Arviolta sokkeleiden toimitusaika ulkoiselta varastolta tehtaalle, on noin päivän verran tilauksesta. Tämän takia muu verhoilu on jo saatu tehtyä, kun sokkeli saapuu tehtaalle, ja taajuusmuuntaja on siirtynyt jo sähköisesti koestettavaksi. Tämän ansiosta sokkelin varastointi pakkaamon sokkelipuskurissa kestää vain koestuksen viemän ajan verran, joka vaihtelee kahdesta päivästä kokonaiseen työviikkoon.

Lyhyt puskuriaika on pakollinen sokkeleiden tilaus-toimitusprosessissa, koska Multidrive tuotantolinjan kriittisenä tekijä on ajallaan toimitus. OTD (On time delivery) on erityisen tärkeä asia Multidriveissa, koska asiakkaat ovat valtavia tehtaita, laivoja tai muita vastaavia, joiden kriittisinä tekijöinä Multidrive-taajuusmuuntajat toimivat. Tämän takia leanin minimaalisen varastoinnin ja odotuksen sekä toimitusvarmuuden väliltä pitää löytää paras vaihtoehto, joka ei missään nimessä aiheuta riskiä toimitusvarmuudelle, mutta minimoi myös kaiken mahdollisen odotuksen ja varastoinnin prosessissa.

Sokkelit valmistetaan aina tilauksesta kyseiselle taajuusmuuntajalle, jonka takia niillä on pitkät toimitusajat. Sokkeleiden koon aiheuttamassa haasteellisessa logistiikkaprosessissa voi tulla inhimillisiä virheitä sokkeleita liikuteltaessa tai jossain muussa työvaiheessa. Yleisin ongelma sokkeleissa on maalattujen osien naarmuuntuminen, vaikka ne ovat suojattu erinomaisesti. Tällöin osat joudutaan uudelleen maalaamaan, joka vie keskimäärin noin kolme päivää. Tämän takia sokkelit pitää saada muutamaa päivää ennen taajuusmuuntajan saapumista pakkaamoon, jotta mahdollisiin virheisiin, vaikka ne ovat harvinaisia, keretään vielä reagoimaan. Kun

sokkelit on liitetty tuotannonvaiheeseen 39, jää juuri riittävästi aikaa paikata mahdolliset virheet.

6.6 Sokkeleiden logistiikka tehtaalla

Vanhassa sokkeleiden tehtaassa sisäisessä logistiikkaprosessissa suurimpana ongelman oli se, ettei tekijää, paikkaa eikä prosessia ollut määritelty. Kaikki edellä mainitut asiat päätettiin jokaisen sokkelin kohdalla vasta siinä vaiheessa, kun sokkeli saapui tehtaassa ovista sisään. Tämä aiheutti erehdyksiä, turhaa liikuttelua ja sokkeleiden katoamisia.

Sokkeleiden uuden tilaus-toimitusprosessin ydinasiana oli poistaa kaikki tietämättömyys ja standardoida täysin sokkelin sisäinen logistiikkaprosessi, jotta sokkelin saapuessa tehtaalle ei ole kuin yksi vaihtoehto mitä sille tehdä.

Uudessa prosessiehdotuksessa sokkeleiden saapuessa tehtaalle tekee ulkoisen logistiikkaoperaattorin työntekijät sille vastaanoton tuotannonohjausjärjestelmään, jonka jälkeen se kuljetetaan suoraan pakkaamossa olevaan merkittyyn sokkelipuskuriin. Lyhyet sokkelit pystyy kuljettamaan trukilla pakkaamoon, ja pitkät kuljetetaan taajuusmuuntajan kuljetusalustoja apuna käyttäen.

6.7 Sokkeleiden kiinnitys taajuusmuuntajaan

Sokkelit korottavat taajuusmuuntajan korkeutta keskimäärin 10 - 30 senttimetriä. Tämä vaikeuttaa laitteen kokoamista ja liikuttamista, jonka takia sokkelit on aina kiinnitetty taajuusmuuntajaan vasta sähköisen koestuksen jälkeen, juuri ennen pakkaamista. Sokkelin kiinnittämistä varten tarvitaan myös erittäin vahva nosturi, joka jaksaa nostaa useiden tonnien painoisen taajuusmuuntajan sokkelin päälle. Pakkaamosta löytyy riittävän tehokas nosturi, jonka takia heillä on kaikki tarvittavat välineet asentamista varten. Tämä prosessi todettiin toimivaksi.

Tämän takia jatkossakin ulkoisen logistiikkaoperaattorin asentajat kiinnittävät sokkelit taajuusmuuntajiin pakkaamossa. Tärkeänä tekijänä prosessissa on sokkeleiden merkintä, jotta oikea sokkeli kiinnitetään oikeaan taajuusmuuntajaan. Sokkelit merkitään kuten aikaisemminkin jo varastolla ABB:n toiminnanohjausjärjestelmästä tulleella yksiselitteisellä merkinnällä, josta selviää kaupanumero, kuljetuspituus ja tuotannon vaihe. Samat tiedot lukuun ottamatta tuotannonvaihetta löytyy samassa järjestyksessä

myös jokaisen taajuusmuuntajan päässä olevasta lapusta, jonka takia pakkaajan on helppo tunnistaa mikä sokkeli kuuluu mihinkin laitteeseen.

6.8 Shovel-taajuusmuuntajan sokkeli

ABB Multidrives valmistaa satunnaisesti myös suurta sähkökäyttöisiin kaivinkoneisiin tarkoitettua erikoistaajuusmuuntajaa Shovelia. Shovel poikkeaa useista kohdista muiden taajuusmuuntajien prosessista. Sokkelin tilaus-toimitusketju tulee olemaan myös erilainen verrattuna muiden sokkeleiden tilaustoimitusketjuun, koska sitä ei ole liitetty ABB:n yleisiin tilaustyökaluihin, koska kyseessä on erityislaitte. Lisäksi Shovelissa sokkeli kiinnitetään taajuusmuuntajaan jo loppukokoonpanossa, koska laitetta ei voi koota ilman sokkelia.

Edellä mainittujen asioiden takia Shovelin sokkelin prosessi toimii kuten muiden sokkeleiden prosessi siihen asti, kunnes se on toimitettu ulkoiselle varastolle. Tämän jälkeen loppukokoonpanon työnjohtaja tilaa sokkelin manuaalisesti varastolta tehtaalle ja kirjaa sokkelin toimitusosoitteeksi Multidriven tuotantolinjan. Tämän jälkeen sokkeli toimitetaan tehtaalle, josta logistiikkaoperaattori toimittaa sen tuotantolinjalle.

Sokkelin saapumisen jälkeen tuotantolinja asentaa sokkelin laitteeseen ja laite kootaan sekä koestetaan sokkelin kanssa, jonka jälkeen koko laite viedään pakkaamoon pakattavaksi.

6.9 Yhteenveto ehdotetusta sokkeleiden tilaus-toimitusketjun prosessista

Sokkeleiden uusi ehdotettu tilaus-toimitusprosessi eroaa huomattavasti insinööriyön aloitushetkellä suunnitellusta tavoitteesta. Tämä johtuu siitä, että koottavien sokkeleiden käyttö tulee vähenemään, jonka takia kaikki sokkelit halutaan tilata yhdellä yhteisellä tilaus-toimitusprosessilla, jossa sokkelit toimitetaan aina koottuna.

Ehdotus sokkeleiden uudeksi tilaus-toimitusprosessiksi on esitetty kuvassa 12. Prosessi alkaa asiakkaan tekemästä tilauksesta. Tilauksen perusteella suunnittelija suunnittelee sokkelin ja suunnittelun tietojärjestelmä kirjaa automaattisesti tilauksen työohjeeseen sokkelityypin ja tuleeko siihen Kaleit.

Suunnittelijan saatua sokkelin valmiiksi syntyy siitä tarve ostolle, jolloin ostajat tilaavat toimittajalta sokkelin aina koottuna. Sokkeli toimitetaan hyvin suojattuna ABB:n ulkoiseen varastoon, jossa se varastoidaan.

Sokkelin saapuessa ulkoiseen varastoon on taajuusmuuntajan rakentaminen jo aloitettu. Kun taajuusmuuntaja on edennyt verhoiluvaiheeseen niin loppukokoonpanon työnjohtaja tilaa verhoilun osat (vaihe 39) tehtaalle. Samaan vaiheeseen on sokkeli sidottu, jolloin sokkeli saapuu myös verhoilun yhteydessä tehtaalle. Tehtaalle saavuttuaan logistiikkaoperaattori toimittaa sokkelin suoraan pakkaamoon sokkelipuskuriin.

Taajuusmuuntajan saapuessa koestamosta pakkaamoon kiinnittää pakkaamon logistiikkaoperaattori sokkelin taajuusmuuntajaan ja pakkaa laitteen lähetystä varten.

Prosessin kaikki tekijät ja toiminnot on määritetty, jolloin prosessista saadaan huomattavasti selkeämpi verrattuna vanhaan prosessiin. Sokkelia ei myöskään tarvitse varastoida tuotantolinjalla, koska se tilataan 2 - 3 viikkoa myöhemmin kuin aikaisemmin ja se työnnetään suoraan pakkaamoon.

7 Arviointi

7.1 Arviointi yleisesti

Insinööriyön prosessiehdotuksen arviointi suoritettiin Pitäjänmäellä ABB:n tiloissa, kahdessa eri palaverissa. Ensimmäisessä palaverissa oli läsnä ABB Multidrivesin valmistuslinjapäällikkö Janne Mäkelä ja Metropolia Ammattikorkeakoulun lehtori Harri Hiljanen. Palaverissa käytiin läpi insinööriyön raporttia, ehdotettua prosessia sekä sitä, kuinka tyytyväinen insinööriyön tilannut ABB on lopputulokseen.

Molemmat edellä mainitut arvioija olivat tyytyväisiä raportin kattavuuteen ja siihen kuinka siinä tutkittua teoriaa sovelletaan käytännössä. Ainoa kehityskohta raporttiin oli kahden luvun (lukujen 3 ja 4) järjestyksen vaihto keskenään, jotka on nyt tähän raporttiin vaihdettu.

Seuraavana palaverissa käsiteltiin ehdotettua prosessia, joka sai erinomaisen arvioinnin ABB:een valmistuslinjapäälliköltä Janne Mäkelältä. Prosessin arviointia käydään tarkemmin läpi luvussa 6.2.

Viimeisenä asiana palaverissa käsiteltiin sitä, kuinka tyytyväinen ABB oli insinööriyön tilaajana lopputulokseen. Janne Mäkelän mielestä ABB oli saanut vähintäänkin sen, mitä se oli tilannut, jonka lisäksi prosessi oli kokonaisuudessaan implementoitu jo ennen insinööriyön valmistumista.

Toinen palaveri, jossa läsnä olivat insinööriyöntekijä Harri Palomäki ja ABB Multidrivesin valmistuslinjapäällikkö Janne Mäkelä, käsitteli enemmän itse prosessia ja sen kehitystä, jota on kuvattu luvussa 6.2.

7.2 Prosessiehdotuksen arviointi

Insinööriyön alussa tavoitteeksi määriteltiin selkeä, standardoitu, yksiselitteinen ja "leanimäinen" tilaus-toimitusprosessi.

Kun uutta prosessikaaviota, joka on esitetty kuvassa 12, vertaa vanhaan prosessikaavioon, joka on esitetty kuvassa 9, voi huomata kuinka paljon vaiheita prosessista pystyttiin karsimaan ja kuinka kaikki "määrittelemättömät" asiat onnistuttiin määrittämään. Janne Mäkelän arvion mukaan prosessista on karsittu nyt pois kaikki

hukka, eikä siitä pysty tekemään tämän hetken tilanteessa yhtään selkeämpää tai suoraviivaisempaa. Lisäksi sokkelit on merkitty selkeästi ja vastaanotossa sekä pakkaamossa on lattiaan teipatut standardoidut laskeutumisalueet. Prosessi siis toteuttaa ABB:n määrittämät lean- ja 6S-vaatimukset.

Prosessi implementoitiin insinööriyön aikana suunnitelmien ja aikataulun mukaisesti. Uusi prosessi otettiin kokonaisuudessaan hyvin vastaan ABB:llä, ja monet asianomaiset kokivat sen selkeyttävän kokonaisuutta huomattavasti.

7.3 Insinööriyön toteutuksen arviointi

Insinööriyön toteutusta arvioi pääasiassa ABB:een Janne Mäkelä, joka ohjasi insinööriyötä ABB:llä. Ensimmäisinä asioina hän antoi kiitosta aikataulussa ja suunnitelmassa pysymiselle. Luvun 2.3 kuvassa 3 on esitetty alkuperäinen projektisuunnitelma ja aikataulu. Alun perin suunniteltu aikataulu ja suunnitelma toteutuivat projektin aikana tarkasti. Insinööriyö ja prosessi valmistuivat ennen vuoden 2017 päättymistä, kuten oli suunniteltu.

Lisäksi toteutuksesta erityisen positiivista palautetta sai Agile-menetelmä käytön laajuus, jossa prosessiin liittyviltä asianomaisilta pyydettiin palautetta koko prosessin kehityksen ajan aktiivisesti. Tämän ansiosta prosessia implementoidessa asianomaisille oli jo selkeää, minkälainen uusi prosessi on, koska he olivat itse päässeet antamaan palautetta ja kehitystoiveita.

Kokonaisuudessaan insinööriyö ei vaatinut paljoa ohjausta insinööriyön ohjaajilta, koska insinööriyön tekijälle yritys ja kyseinen prosessi oli tuttu. Hän täten tunsi tarvittavat henkilöt ja pystyi itse sopimaan palaverit ja muut asiat asianomaisten kanssa.

Yhteenvetona Janne Mäkelä antoi positiivista palautetta kokonaisuuden toteutuksesta ja saavutetusta tuloksesta.

7.4 Uuden prosessin hyötyjen arviointi

Uuden prosessin hyötyjen arviointi suoritettiin ABB Multidrivesin valmistuslinjapäällikön Janne Mäkelän kanssa. Suurimmat hyödyt hänen mukaansa tuli prosessin selkeytymisestä ja kaiken aikaa vievän selvitystyön loppumisesta. Ennen uuden prosessin implementointia jokainen sokkeli aiheutti hämmennystä ja ongelmia

tuotantolinjalle. Uudessa prosessissa tuotantolinja ei edes näe sokkeleita, vaan ne kulkeutuvat logistiikkaoperaattorin toimesta standardoidusti suoraan pakkaamoon.

Aikaisemmin tuotantolinjaa rasitti myös sokkeleiden kokoaminen ja niiden varastoiminen jopa viikoiksi. Uusi prosessi on huomattavasti leanimpi, jolloin kaikki sokkelit tilataan aina koottuina eikä niitä varastoida tuotantolinjalla ollenkaan. Ulkoiselle varastollekin sokkelit voi tilata myöhemmin, koska niiden tarvepäivä ei ole enään sidottu tuotannonvaiheeseen 24, vaan tuotannonvaiheeseen 39, joka tilataan noin kaksi viikkoa myöhemmin. Täten ulkoisessa varastossakin varastointi lyhenee noin kahdella viikolla.

Sokkeleiden laatuongelmat tulevat myös vähenemään uuden prosessin myötä, koska toimittaja kokoaa kaikki sokkelit valmiiksi, jolloin keräys tai valmistusvirheet huomataan jo toimittajalla. Laatuun vaikuttaa myös sokkeleiden tuotantolinjalla varastoinnin sekä liikkeen väheneminen, koska vanhassa prosessissa sokkeleiden maalattuihin osiin tuli usein naarmuja näissä vaiheissa.

Insinööriytyöllä oli myös suora vaikutus uuden ACS880-sokkelin käytön vähenemiseen, joka keventää suunnittelijoiden työkuormaa. Uuden ACS880-sokkelin kuvien piirtäminen ja osaluetteloiden kokoaminen vei keskimäärin noin kolme tuntia per sokkeli. Näin ollen ABB:n sokkelillisten taajuusmuuntajien suunnitteluprosessin läpimenoaika lyhentyi noin kolmella tunnilla.

Edellä mainittujen parannusten todellista taloudellista säästöä on mahdoton laskea, mutta valmistuslinjapäällikkö Janne Mäkelä arvioi suunnittelun työkuorman pienenemisen tuovan jopa 100 000 euron säästöt vuodessa. Taloudellista säästöä tulee myös edellä mainituista asentamisen vähenemisestä ja laadun paranemisesta.

7.5 Tulevaisuuden ehdotukset

Tulevaisuudessa kiinteiden ACS800-sokkeleiden käytön lisääntyessä pitää hankinnan varmistaa toimittajien toimitusvarmuus. Syy, miksi tulevaisuudessa sokkeleiden saatavuuteen voi tulla haasteita, on se, että kiinteiden sokkeleiden rakentaminen vaatii hitsaamista ja erikoismateriaaleja, jolloin toimittajien työkuorma kasvaa verrattuna ACS880-sokkeleihin, jotka valmistetaan koneellisesti. Tarvittaessa sokkeleille kannattaa hankkia myös toinen toimittaja, jotta erityisen suuria työkuormia saadaan tasattua.

Toinen merkittävä asia on sokkeleiden ostajien ja toimittajien molemminsuuntainen kommunikointi. Projektin aikana ostajalla ja toimittajalla oli ajoittain haasteita kommunikoida mahdollisista toimitusvaikeuksista, jolloin sokkeleiden toimitusvarmuus kärsi. Tulevaisuudessa tätä kahdensuuntaista viestintää tulisi kehittää, jolloin mahdollisista haasteista tietäisi molemmat osapuolet ajoissa.

Tulevaisuudessa myös nostopalkit voisivat mahdollisesti hyödyntää samaa tilaus-toimitusketjun prosessia. Ne ovat myös pitkiä ja vaikeasti kuljetettavia, ja ne voitaisiin kiinnittää pakkaamossa. Nostopalkkien tilaus-toimitusketju vaatii kuitenkin lisää tutkimista, ennen kuin niiden prosessia pystyy lähteä muokkaamaan.

8 Yhteenveto

8.1 Insinööriyön yhteenveto

Insinööriyön aloitushetkellä ABB Multidrivesilla oli taajuusmuuntajien sokkeleiden tilaus-toimitusketjun kanssa suuria haasteita, joita olivat mm. sokkeleiden suunnittelu, ostotapa, sokkeleiden kokoaminen ja logistiikka. Tämän pohjalta syntyi tarve alkaa kehittämään prosessia.

Insinööriyön tavoitteeksi asetettiin, että sokkeleille luotaisiin uusi selkeä, standardoitu, laadukas, kustannustehokas ja turvallinen tilaus-toimitusketjun prosessi, joka implementoitaisiin insinööriyön aikana. Projektin alkaessa kartoitettaisiin myös mahdollisuuksia tilata uudemmat ACS880 sokkelit osissa, jolloin logistiikkakustannuksissa säästettäisiin.

ABB:een kokoisessa globaalissa yrityksessä tilaus-toimitusketjun muutokset ovat aikaa vieviä prosesseja. Tämän takia insinööriyötä varten varattiin noin seitsemän kuukautta aikaa, jotta kaikki muutokset saadaan implementoitua, tiedotettua ja koulutettua huolellisesti projektin aikana.

Projektin aluksi tutkittiin olemassa olevaa kirjallisuutta ja parhaita käytäntöjä, joita voisi tulevaisuuden prosessissa hyödyntää. ABB on implementoinut laajasti leanin ja 6S metodologian, jotka asetettiin myös uuden prosessin vaatimuksiksi. Tämän takia edellä mainittuja metodologioita lähdettiin tutkimaan tuotannon näkökulmasta, jotta niitä voisi toteuttaa uudessa prosessissa mahdollisimman kattavasti.

Olemassa olevan kirjallisuuden jälkeen nykytilannetta lähdettiin tutkimaan tarkasti, ja vertaamaan sitä 6S ja leanin parhaisiin käytäntöihin. Haasteena oli mm. raskas suunnitteluprosessi, standardoimattomat viestintä- ja merkintätavat sekä standardoimaton logistiikkaprosessi.

Nykytilanteen analyysin avulla sai selkeästi kartoitettua ongelmakohtat. Tämän pohjalta pidettiin useita palavereita ja viestiketjuja, joissa näitä ongelmakohtia lähdettiin ratkaisemaan. Suuri osa haasteista keskittyi uudemman ACS880 sokkelin ympärille, johon liittyi muitakin haasteita tilaus-toimitusketjun lisäksi. Tämän projektin aikana tulikin virallinen linjaus, jossa kyseistä ACS880 sokkelin käyttöä aletaan vähentämään. Tämän linjauksen takia koottavien sokkeleiden prosessi siirtyikin sivuprosessiksi ja kiinteiden

sokkeleiden prosessi muuttui pääprosessiksi. Tämän takia kaikki sokkelit, yhtenäisen prosessin vuoksi, päätettiin tilata koottuina.

Lopputuloksena syntyi prosessi, jossa tuotantolinja ei edes näe sokkelia, vaan koko prosessi tapahtuu tuotantolinjan ulkopuolella muiden toimijoiden toimesta. Lopullinen prosessi implementoitiin kokonaisuudessaan ennen tämän insinööriyön päättymistä.

Prosessin implemennoinnin jälkeen ABB:een valmistuslinjapäällikkö Janne Mäkelä sekä Metropolia Ammattikorkeakoulun lehtori Harri Hiljanen olivat tyytyväisiä lopputulokseen ja uuden prosessin toimintaan. Janne Mäkelän mukaan kaikki odotukset täyttyivät, eikä nykymahdollisuuksien nojalla selkeämpää, suoraviivaisempaa ja leanimpaa prosessia voi tehdä.

Insinööriyö oli erittäin mielenkiintoinen selkeän ja konkreettisen haasteen ansiosta. ABB tarjosi kaiken mahdollisen avun ongelman ratkaisemiseksi, ja suunnittelemani prosessi myös toteutettiin täydessä mittakaavassa insinööriyön lopussa. ABB tarjosi myös erinomaisen ympäristön oppimista varten, koska osaamisen taso yrityksessä on korkea.

Lähteet

Broughton Robert, History of 5S, <http://www.quality-assurance-solutions.com/History-of-5S.html#ixzz4sqbtRmMW>, Luettu 9.9.2017

Convergence Training 2015, 5S Methodology
https://www.youtube.com/watch?time_continue=54&v=OodOz2nGjo8, Luettu: 27.9.2017

Dalto Jeffrey 2015, 5S + Safety = Lean 6S Safety,
<https://www.convergencetraining.com/blog/5s-plus-safety-6s-safety>, Luettu: 7.10.2017

Earley T., Lean 6S; 5S + Safety, <http://leanmanufacturingtools.org/210/lean-6s-5s-safety/>, Luettu 7.10.2017

Gorski Tony 2013, The 7 Wastes: what are they and how can you spot them in your Business?, <http://www.educational-business-articles.com/7-wastes/>, Luettu 25.8.2017

Kaizen Institute About 5S, <https://us.kaizen.com/knowledge-center/what-is-5s.html>, Luettu 25.8.2017

Mind Tools Content Team, Plan-Do-Check-Act (PDCA) Continually Improving, in a Methodical Way, https://www.mindtools.com/pages/article/newPPM_89.htm, Luettu 15.9.2017

Pradeep Mahalik, Pradeep 2017, <https://www.isixsigma.com/tools-templates/5s/practical-approach-successful-practice-5s/>, Luettu: 7.10.2017

Scheid Jean, 2013, History of the 5S Methodology,
<http://www.brighthubpm.com/monitoring-projects/70488-history-of-the-5s-methodology/>
Luettu: 7.10.2017

Sakki Jouni 2014, Tilaus-toimitusketjun Hallinta, <https://www-ellibslibrary-com.ezproxy.metropolia.fi/reader/9789519766867> Luettu 5.8.2017

Smith Ricky ja Hawkins Bruce 2004, Lean Maintenance: Reduce Costs, Improve Quality, and Increase Market Share, Elsevier Science Luettu 22.8.2017

Vorne, Lean Production, The essence of lean, <http://www.leanproduction.com/intro-to-lean.html>, Luettu 23.8.2017

Wince Ron 2010, Wince 2010., <https://www.processexcellencenetwork.com/lean-six-sigma-business-transformation/articles/the-7-deadly-wastes-that-could-cost-your-company>, Luettu 23.8.2017