



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Elias Hakola

TIEDONKULUN MALLINTAMINEN JA
KONFIGUROITUMINEN SUUNNITTE-
LUSTA TUOTANTOON

Tekniikka
2020

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Elias Hakola
Opinnäytetyön nimi	Tiedonkulun mallintaminen ja konfiguroituminen suunnitellusta tuotantoon
Vuosi	2020
Kieli	suomi
Sivumäärä	26
Ohjaaja	Jussi Ojanen

Opinnäytetyö tehtiin toimeksiantona Vaasan ABB Oy:n Motors & Generatos -yksikön suunnitteluosastolle. Työn tarkoituksena oli parantaa ja kehittää tiedon liikkuvuutta suunnittelun ja tuotannon välillä. Työ painottui työkortin parantamiseen. Tehtävänä oli suunnitella työkortille logiikka, jossa suunnittelussa lisätyt tekstit muodostuisivat järjestykseen työkortille.

Opinnäytetyössä selvitettiin moottorin linjoittainen kokoonpanoprosessi tuotannossa. Tarvittavat tiedot saatiin käymällä tuotannon työnjohtajien kanssa moduulit ja työvaiheet läpi. Selvitettyjen kokoonpanovaiheiden perusteella laadittiin taulukko, jonka mukaan suunnittelussa lisätyjen tekstien tulisi konfiguroitua työkortille työpisteittäin. Työn avulla konfiguroituminen saadaan koodattua suunnittelun toiminnanohjausjärjestelmään ja tuotannonohjausjärjestelmään. Laaditun taulukon perusteella saadaan tulevaisuudessa halutunlainen työkortti.

Työkortista tehtiin hahmotelma, jossa tuli selville kokoonpanovaiheet. Kokoonpanovaiheiden alle tulee suunnittelussa lisätyt tekstit. Tekstit helpottavat tuotantolinjan työntekijöitä ja mahdolliset virheet vähenevät.

ABSTRACT

Author	Elias Hakola
Title	Information flow modeling and configuration from design to production
Year	2020
Language	Finnish
Pages	26
Name of Supervisor	Jussi Ojanen

This thesis was commissioned by Vaasa's ABB Oy's Motors & Generators unit's design department. The purpose of the thesis was to improve and develop the flow of information between design and production. The thesis focused on improving the work card. The task was to design a logic for the work card, in which the texts added in the design would be formed in an order on the work card.

In the thesis, the ERP-system and the production control system were used. The information was obtained by going through the modules and work steps with the production foremen. Based on the explained assembly steps, a table was created according to which texts added in the design, would appear on the work card. The work allows the configuration to be coded into a design ERP system and a production control system. Based on the prepared table, the desired work card will be obtained in the future

An outline was made of the work card, which shows the assembly steps. Texts added in the design below the assembly steps. The texts makes production line workers easier and mistakes are reduced.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	7
2.	PROSESSIN MALLINTAMINEN JA KEHITTÄMINEN.....	8
	2.1 Prosessin kuvausta yrityksissä.....	8
	2.2 PDCA-sykli	12
3	LEAN	13
	3.1 Lean hukat.....	13
	3.1.1 Ylituotanto	14
	3.1.2 Odottaminen.....	14
	3.1.3 Virheet.....	15
	3.1.4 Kuljetukset	15
	3.1.5 Liikkuminen	15
	3.1.6 Yliprosessointi	15
	3.1.7 Varastointi	15
	3.1.8 Hyödyntämätön potentiaali	16
4	ABB JA MOOTTORIPROSESSI.....	17
	4.1 Tilaus-toimitus-prosessi.....	17
	4.2 Tilauksen tiedot.....	18
	4.3 Moottorien suunnitteleminen	19
	4.4 Konfigurointi.....	19
	4.5 Työkortti	20
	4.6 Tuotanto	20
5	TIEDON LIIKKUVUUDEN PARANTAMINEN.....	21
	5.1 Lähtökohdat	21
	5.2 Toteuttaminen	21
	5.3 Analysointi.....	23
6	YHTEENVETO	25
	LÄHTEET.....	26

KUVALUETTELO

Kuva 1. Yksinkertaistettu kuva prosessista yrityksissä. /3/.....	8
Kuva 2. Prosessien ja toiminnan kuvaamisen näkökulmat. /3/.....	10
Kuva 3. Prosessien kuvaustasot/3/.....	11
Kuva 4. Esimerkki prosessikartasta.....	11
Kuva 5. PDCA-kehä.....	12
Kuva 6. Lean-hukkien eri lajit yrityksessä/8/.....	14
Kuva 7. Moottorin tilaus-toimitus-prosessi.....	18
Kuva 8. Hahmotelma työkortista työn ja koodauksien jälkeen.....	24
Taulukko 1. Moduulikohtainen konfiguroituminen työpisteille.	23

LYHENTEET JA TERMIT

Moduuli	Suunnittelussa käytetään moduuleita, joilla kootaan moottorit. Moduulien sisällä olevat osat on tehty keskenään yhteensopiviksi, mutta moduulien sisäiset osat vaihtelevat tuotteen ja tilauksen mukaan.
Varianttikoodi	Tilauksessa käytettävä termi, jolla saadaan tilattua erikoisuuksia moottoriin. Jokainen varianttikoodi on määritelty tarkkaan ja jokaisella koodilla on tietynlaiset kuvaukset suunnittelijoille.
Toiminnanohjausjärjestelmä	ABB Motors & Generatorsin käyttämän sovelluksen nimi, jossa tapahtuu suurin osa moottorin sähköiseen rakenteeseen liittyvästä suunnittelusta.
Tuotannonohjausjärjestelmä	ABB Motors & Generatorsin käyttämän sovelluksen nimi, jota käytetään kokoonpanopuolella, josta tuostetaan työkortti jokaiselle moottorille.
Variantti	Numero, jolla asiakas on tilannut tuotteeseen erikoisosia.
Työkortti	Kortti, johon merkitään kokoonpanovaiheet ja informaatiot. Työkortti kulkee moottorin mukana kokoonpanossa, jotta kokoonpanijat voivat katsoa sieltä, mitä osia moottorissa käytetään ja milloin.

1 JOHDANTO

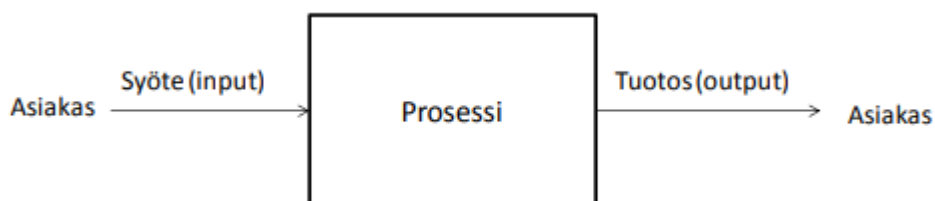
Toimeksiannon tarjoaja tunnisti ongelman suunnittelun ja tuotannon välisessä toiminnassa. Opinnäytetyön tavoitteena oli parantaa suunnittelun ja tuotannon välistä kommunikointia. Tarkoituksena oli siirtää tieto sitä tarvitsevalle työkortin välityksellä. Työ tehtiin Vaasan ABB Oy:n Motors and Generators -yksikön suunnitteluosastolle.

Opinnäytetyötä tarkasteltiin Lean ajattelun kannalta eli pyrittiin jatkuvaan parantamiseen. Tehtiin mallinnus tilaus-toimitus-prosessista. Perehdyttiin tarkasti moottoriprosessiin. Käytiin läpi tuotannonlinjat, -koonpanovaiheet, -työpisteet sekä moduulit. Työssä käytettiin sovellussuunnittelun toiminnanohjausjärjestelmää sekä tuotannonohjausjärjestelmää, joiden väliseen kommunikointiin työ perustui.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli sujuvoittaa moottoriprosessia. Tiedonkulun parantaminen säästää aikaa ja ehkäisee mahdollisia virheitä. Työ helpottaa erityisesti tuotannonpuolen kokoonpanijoita, sekä vähentää mahdollisia virheitä ja sekaannuksia.

2. PROSESSIN MALLINTAMINEN JA KEHITTÄMINEN

Prosessin mallintamisen tarve lähtee yleensä jostakin suunnitellusta kehittämistehävästä, tunnistetusta ongelmasta toiminnassa tai tarpeesta tehdä selvitys lähtötilanteesta. Mallintamisen avulla voidaan tunnistaa prosessien muodostamia kokonaisuuksia sekä kuvata yksityiskohtaisemmin yksittäisiä prosesseja. Prosessin mallintamisessa voimavarat keskitetään arvoa lisäävään toimintaan ja tuloksellisuutta heikentävät tekijät tulisi minimoida. /3/



Kuva 1. Yksinkertaistettu kuva prosessista yrityksissä, josta nähdään tilauksen kierto yksinkertaisuudessaan. /4/

Erilaisia prosessityyppejä ovat esimerkiksi vaiheittain etenevät-, teleologiset-, dialektiset- ja evolutiiviset prosessit. Vaiheittain etenevissä prosesseissa alkutilasta edetään selkeiden perättäisten vaiheiden kautta lopputilaan. Teleologiset eli päämäärän määrittävissä prosesseissa prosessilla on alkutila ja joukko vaiheita, joiden kautta määriteltyyn tavoittilaan päästään. Vaiheiden suoritusjärjestyttä ei voida etukäteen määrittellä, vaan prosessin edetessä tilanteet määrittävät suoritusjärjestyksen. Dialektisissa eli vuorovaikutteisissa prosesseissa prosessi kehittyy kahden toisiaan vasten suuntautuvan toimijan välisen vuorovaikutuksen tuloksista. Evolutiivisissä eli mukautuvissa tai oppivissa prosesseissa prosessi kehittyy tilanteiden ja ympäristön asettamien vaatimusten mukaisesti. /3/

2.1 Prosessin kuvausta yrityksissä

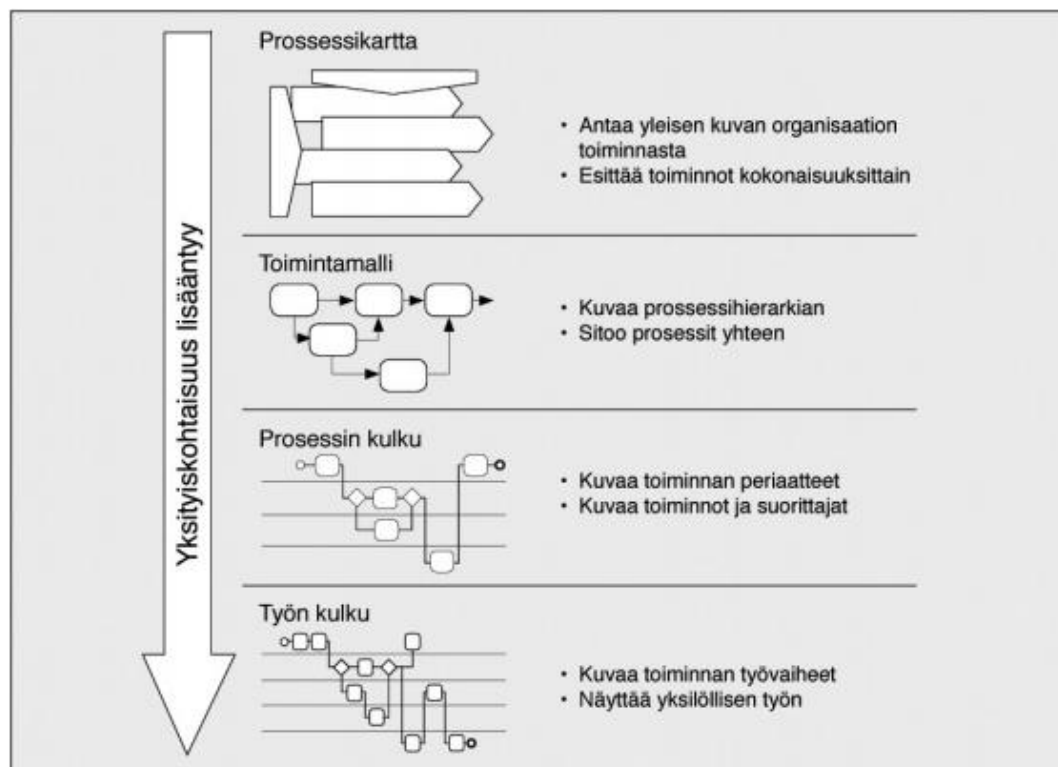
Yritykset pyrkivät jatkuvaan kehittämiseen. Jatkuva kehittäminen perustuu siihen, että perehdytään prosessiin ja selvitetään, miten kyseinen prosessi toimii. Sen jälkeen mietitään, miten pystytään parantamaan prosessin tuottavuutta ja tehokkuutta sekä minimoimaan tuottamattomat toiminnot. Suorituskyvyn parantamiseen täh-

täävä prosessien kehittäminen edellyttää prosessin mittaamista ja voi merkitä toiminnan kannalta radikaalia uudelleenjärjestelyä (re-engineering) tai jatkuvia pienparannuksia (continuous improvement). Prosessin kuvaamisen ja kehittämisen osaksi kuuluu keskeisten vastuiden ja resurssien tunnistaminen sekä prosessin edellyttämän työn kohdentaminen resursseille. Esimerkkinä kuva 2, josta nähdään useasta eri näkökulmasta mallintamisen tavoite ja kehitys. /3/

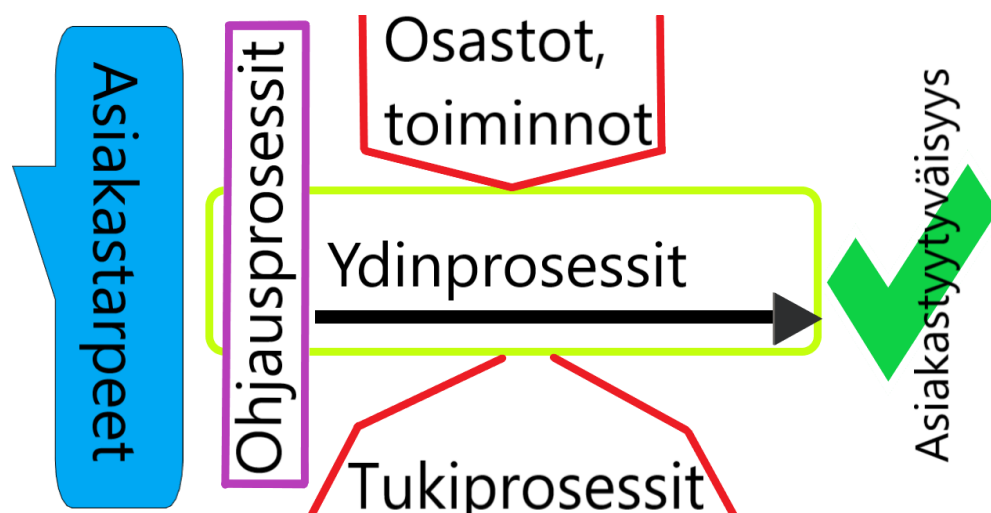
Mallinnuksessa on tärkeää tietää prosessin nykytilanne ja siltä pohjata lähteä kehittämään prosessia. Mallintamiseen käytetään erilaisia tasoja, joita ovat esimerkiksi prosessikartta, toimintamalli, prosessi- ja työnkulku. Yleensä käytetään sanallista tai graafista karttaa, kun esitetään mallintamista. Esimerkkinä kuva 3, jossa on prosessin kuvaus. Prosessikartassa kuvataan pelkistettynä organisaation toiminnot kokonaisuuksittain, johon kuuluvat esimerkiksi ohjaavat, ydin- ja tukiprosessit. Toimintamallissa kuvataan prosessien jakaantuminen osaprosesseiksi, jossa määritellään prosessien omistajat sekä tavoitearvot ja mittarit. Tällä tasolla kuvataan lisäksi prosessien väliset riippuvuudet ja vuorovaikutukset sekä tulokset. Prosessin kulussa kuvataan toiminnan työvaiheita, osaprosesseja, vuorovaikutuksia, ja niistä vastaavia toimijoita sekä niiden rooleja. Viimeisenä tasona on työn kulku, jossa kuvataan yksilön tehtävät sekä prosessien sisäiset ja ulkoiset riippuvuudet. Tällä tasolla käydään työnprosessien kohdat ja tiedot tarkemmin läpi. Kuvassa 4 on esimerkki prosessikartasta, jota hyödynnetään organisaatioissa. /3/

Näkökulma	Mallintamisen tavoite	Mitä kehitetään	Mitä kuvataan
Johto/ johtaminen	työn organisointi ja tehostaminen tai yhdenmukaistaminen, laatutyö, tulosten parantaminen, toiminnan seuranta	(liike)toiminnan tuloksia ja laatua	arvon kehittyminen ja arvoverkko (value network), keskeiset (liike)toimintaprosessit, ylätasoon prosessit (process)
Työntekijä / työn tekeminen/ työtoiminta (yhteistoiminnallinen tai yksilön työtä kuvaava)	kuvata prosessit niin, että työntekijä (myös uusi) osaa toimia prosessikuvausten perusteella, tai että voidaan tunnistaa parannuskohteita; työtoiminnan ymmärtäminen; työhön liittyvien tietotarpeiden esilletuominen	työn sujuvoittaminen	prosessit (process), Työnkulut (workflow). Tehtävät ja suoritusjärjestys.
Kehittäjä / tietojärjestelmä / tietojärjestelmän kehittäminen / ohjelmiston kehittäminen	työn automatisointi, prosessin tai sen osan suorittaminen tai tukeminen ohjelmiston avulla => ohjelmiston tuottaminen / ohjelmiston määrittely, kohdealueen ymmärtäminen, simulointi ja eri vaihtoehtojen löytäminen	ohjelmistoja / tietojärjestelmiä / SOA-palveluita	työnkulut ja tarkat toiminnot, toisiinsa liittyvät toiminnot ja työnkulut, rajapinnat, esi- ja jälkiehdot, heräte (event/ trigger) toiminnossa käsiteltävät tiedot: syöte (input) ja tulokset (output);
Asiakas, palvelu tai itsepalvelu; palvelun hankkiminen	vrt työntekijä: asiakas osaa toimia kuvauksen perusteella oman tilanteensa edellyttämällä tavalla	palvelutoiminta tai itsepalvelu	työnkulku / asiakasprosessin kulku, ulkoinen näkymä tarjottaviin palveluihin

Kuva 2. Prosessien ja toiminnan kuvaamisen näkökulmat /3/



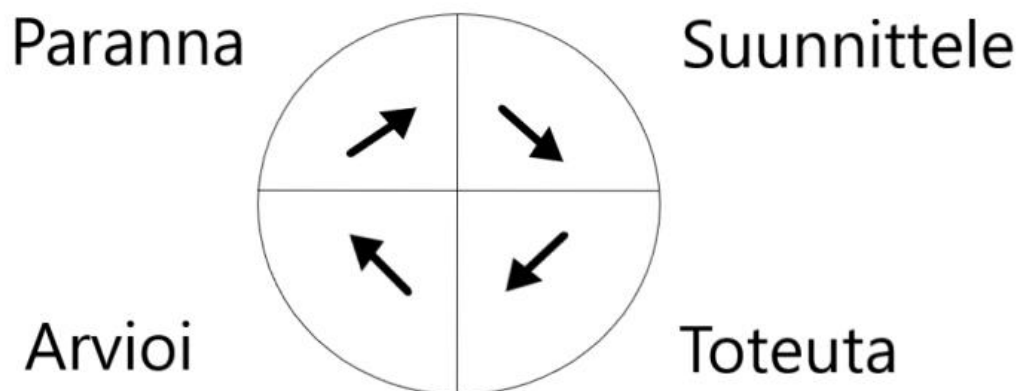
Kuva 3. Prosessien kuvaustasot /3/



Kuva 4. Esimerkki prosessikartasta

2.2 PDCA-sykli

PDCA (Plan-do-check-act) mallia käytetään jatkuvaan kehittämiseen sekä ongelmanratkaisuun. Kehä koostuu suunnittelusta, toteuttamisesta, arvioinneista sekä tulosten mukaan tehtävistä parannuksista. Yrityksissä on tarkoitus kiertää kehää toistuvasti loputtomiin. Tavoitteena on se, että päästäisiin joka kierroksen jälkeen lähemmäksi tavoitetta eli tehdä parannuksia jatkuvasti. /5/



Kuva 5. PDCA kehä

Suunnitteluvaiheessa toiminta aloitetaan ideoimisen, perehtymisen ja arvioinnin kautta. Kartoitetaan yrityksen nykytilanne ja keskitytään olennaisiin keinoihin tavoitteen saavuttamiseksi ja tehdään tästä suunnitelma. Suunnittelun jälkeen tulee toteuttaminen, jossa toteutetaan suunniteltu prosessi. Toteutuksesta tehdään tarkat dokumentit, joista ilmenee mitä tehtiin ja mitä tapahtui. Tämän jälkeen verrataan tuloksia aikaisempiin tuloksiin ja nähdään, tuottiko prosessi tulosta. Prosessista tehdään yhteenveto, josta ilmenee mitä opittiin ja mitä tulee tulevaisuudessa ottaa huomioon. Viimeisessä vaiheessa analysoidaan, otetaanko tehty prosessi yrityksen käyttöön vai onko vielä parannettavaa.

3 LEAN

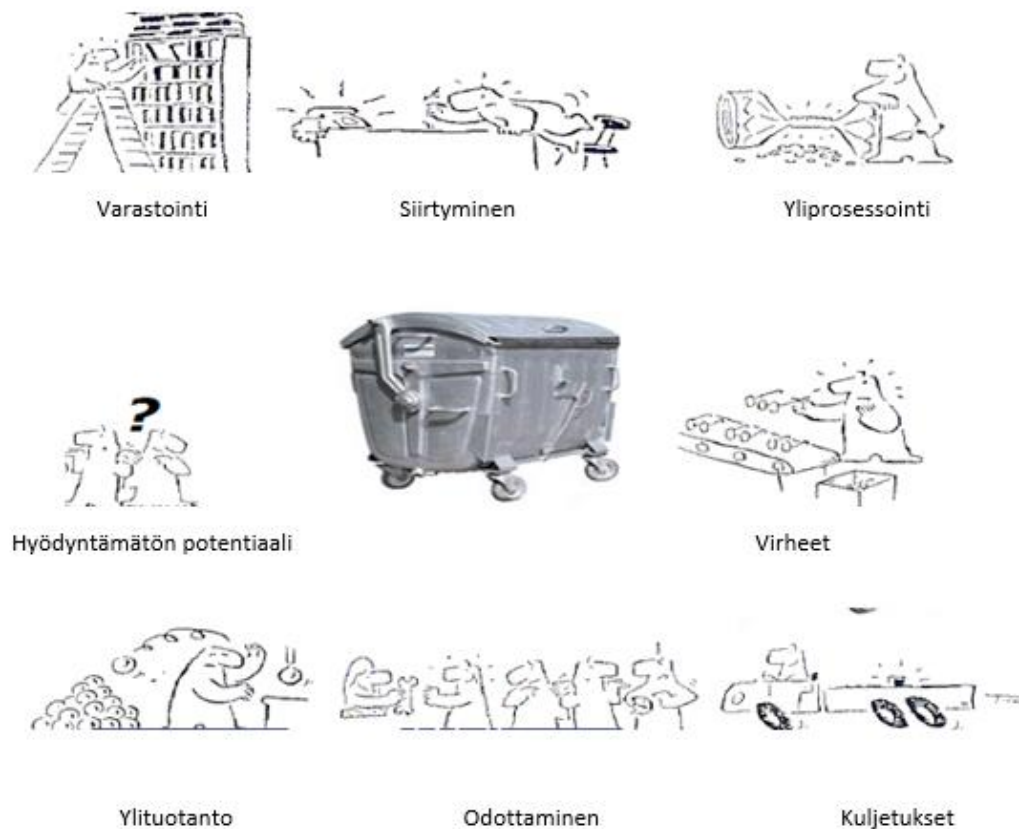
Lean on liiketoiminnan kehittämisen työkalu, jonka peruseriaatteena on tuottamattomien toimintojen poistaminen. Sen avulla pyritään parantamaan asiakastyytyvyyttä ja laatua, pienentämään kustannuksia sekä nopeuttamaan tuotantoa. Lean pyrkii siihen, että oikea määrä oikeanlaatuisia asioita saadaan oikeaan paikkaan oikeaan aikaan mahdollisimman edullisesti. Leania voidaan tulkita monesta eri näkökulmasta, mutta toimintamalli vaatii koko henkilöstön sitoutumista jatkuvaan parantamiseen. Asiakkaan näkökulma prosessissa auttaa tunnistamaan läpimenon hidastavia ja tuottamattomia toimintoja. Lean on tarkoitettu tehostamaan kahdeksaa toimea yrityksessä, joita ovat kuljetukset, varastot, liike, odotusaika, ylituotanto, yliprosessointi, hyödyntämätön potentiaali sekä vialliset tuotteet. /6/

Leanissa korostuu vastuullisuus asiakkaalle, yritykselle ja yhteiskunnalle. Tavoitteena on kehittyä jatkuvasti paremmaksi ja kilpailukykyisemmäksi. Asioita pyritään yksinkertaistamaan ja käytännöllistämään siten, että jokainen ymmärtäisi mitä tarkoitetaan ja mihin pyritään. Mahdollisista virheistä tulisi ottaa opikseen. Lean on vain arvoa tuottavaan toimintaan keskittymistä, kaikki mikä ei tuota arvoa on hukkaa. Hukka on vaihtelua, mikä syntyy suunnitelmasta poikkeamisesta. /6/

Jatkuvalla parantamisella ja kilpailukyvyyn lisäämisellä on merkittävä vaikutus organisaation liiketoiminnan lisäksi myös asiakastyytyvyyteen. Asiakkaan uskollisuus organisaatiota kohtaan paranee, kun hyötyodotukset pystytään paremmin täyttämään. Organisaatiossa prosessien toiminta tehostuu ja hukkatyötä vähennetään. Työntekijöiden motivaatio ja toiminnan tuloskehitys paranee. /6/

3.1 Lean hukat

Hukka-aika eli työ, joka ei tuota asiakkaalle mitään lisäarvoa, on jaettu 8 lajiin. Leanin avulla hukkia voidaan kuitenkin minimoida, jolloin tuote tai palvelu virtaa asiakkaalle nopeammin pienemmällä vaivalla.



Kuva 6. Lean-hukkien eri lajit yrityksessä. Näitä pyritään minimoimaan. /7/

3.1.1 Ylituotanto

Ylituotanto on hukkamuodoista pahin, sillä se aiheuttaa muita hukkia. Tärkeää olisi valmistaa juuri sen verran tuotteita, kun on kysyntää, etteivät varastot täyty turhaan. Ylituotanto on yleistä esimerkiksi tehtaissa, joissa valmistetaan massatuotantoa ja tilauksia tulee paljon. /7/

3.1.2 Odottaminen

Odottaminen on organisaatioissa yleisin hukkan muoto. Se on aikaa, jolloin työntekijät seuraavat vierestä automatisoitua toimintoa. Odottaminen voi muodostua esi-

merkiksi toimituksista, laitteista, työkaluista, siirtoajoista ja työvaiheista. Odottamisen minimoimisella saadaan parannettua yrityksen tuottavuutta ja työntekijöiden motivaatiota. /7/

3.1.3 Virheet

Huonosti suunnitellut työvaiheet ja perehdyttämättömät työntekijät aiheuttavat usein virheitä. Virheelliset tuotteet lisäävät uudelleen käsittelyn määrää, materiaaleja, resursseja, riskejä ja ennen kaikkea hidastavat prosessia. /7/

3.1.4 Kuljetukset

Tuotteiden siirtely pitäisi olla suunniteltuna hyvin, jotta säästyttäisiin ylimääräisiltä kuljetuksilta. Ylimääräinen siirtely vie aikaa ja resursseja sekä voi kasvattaa varastointia. /7/

3.1.5 Liikkuminen

Liikkuminen lisää työturvallisuusriskiä ja vie aikaa tuottavalta työltä. Työkalujen etsiminen, tiedon hakeminen ja siirtyminen työpisteeltä toiselle vie työntekijältä turhaa aikaa. Materiaalien tulisi olla oikeissa paikoissa, jotta aikaa ei menisi niiden etsimiseen. /7/

3.1.6 Yliprosessointi

Yliprosessointi sitoo resursseja turhaan sekä pidentää läpimenoaikaa ja näin ollen aiheuttaa turhia kustannuksia. Yliprosessoinnissa tuote tehdään liian laadukkaasti asiakkaan vaatimukseen nähden. /7/

3.1.7 Varastointi

Varastointi tarkoittaa fyysisten tuotteiden ja keskeneräisten projektien määrää. Liika varastointi pidentää tuotteiden läpimenoaikaa, tuo kustannuksia ja vie merkittävästi pääomaa. Materiaalit sekä tuotteet, jotka eivät mene käytäntöön täyttävät varastoa. /7/

3.1.8 Hyödyntämätön potentiaali

Osaamista ja tietoa ei käytetä yrityksen hyväksi parhaalla mahdollisella tavalla. On otettava huomioon myös työntekijöiden mielipiteet ja ideat, kun tähdätään jatkuvaa parantamiseen. /7/

4 ABB JA MOOTTORIPROSESSI

ABB on kansainväliseen sähköteknologiaan erikoistunut yhtiö, joka valmistaa sähkökäytön tuotteita. Yhtiö on perustettu vuonna 1988, kun ASEA ja BBC yhdistyivät. ABB toimii yli 100 maassa työllistäen n. 147 000 henkilöä. /1/ Suomessa ABB toimii noin 20 paikkakunnalla, mutta isoimmat tehdaskeskittymät sijaitsevat Helsingissä, Vaasassa, Porvoossa ja Haminassa työllistäen n. 5,4 tuhatta henkilöä.

Tehdasalueilla valmistetaan monia tuotteita. Esimerkiksi Vaasassa valmistetaan moottoreita, muuntajia, sähköverkon ohjaus- ja suojauslaitteita, pienjännitetuotteita, sähkönsiirto- ja jakelujärjestelmiä, voimantuotannon järjestelmiä sekä prosesseollisuuden kokonaisprojekteja. /2/

ABB valmistaa pääasiassa sähkömoottoreita ja generaattoreita. Moottorit ovat koneita, jotka tuottavat eri energiamuodoista mekaanista voimaa ja liikettä. Generaattorit puolestaan ovat koneita, jotka muuttaavat mekaanista liike-energiaa sähkövirraksi.

Suomessa Motors and Generators valmistaa räätälöityjä moottoreita ja generaattoreita, joiden rakenne suunnitellaan vastaamaan asiakkaiden tilauksia. Vaasassa keskitytään pääasiassa tuotekehitykseen, erikoisrakenteisiin sekä vaativiin käyttöihin sijoitettaviin moottoreihin. /2/

ABB:llä on vaihtoehtoina varasto-, nopean toimituksen, sekä erikoismoottorit. Varastomoottorit ja nopean toimituksen moottorit ovat ns. tavallisia moottoreita, jotka menevät lähes aina automaattisesti oikeilla osilla suunnittelun ohitse. Erikoismoottorit ovat räätälöityjä moottoreita vakioista ja ne suunnitellaan sekä valmistetaan tilauskohtaisesti.

4.1 Tilaus-toimitus-prosessi

ABB:llä on yleiset sopimusehdot moottorien tilaamiseen. Tilaus-toimitus-prosessi koostuu tilauksesta, tarjouksesta, valmistuksesta, toimituksesta sekä laskutuksesta. Tilaukseen vaikuttavat moottorin tyyppi, koko tai mihin käyttötarkoitukseen asiakas moottorin haluaa. Asiakas voi tehdä tilaukseen tai sen osiin lisäyksiä, poistoja

sekä muutoksia. Muutoksia tehtäessä moottori menee muutostilaan ja usein tällaisissa tapauksissa toimituspäivä viivästyy. Kuvassa 7 tehtiin teorian mukainen karkea mallinnus moottorin tilaus-toimitus-prosessista.



Kuva 7. Moottorin tilaus-toimitus-prosessi

Moottorin tilaus-toimitus-prosessi alkaa asiakkaan tilauksella myyntiyhtiöltä. Myyntiyhtiö tekee tilauksen ABB:n tilauksen käsittelyyn, jossa selvitetään, voidaanko tilaus toteuttaa vastaamaan asiakkaan vaatimuksia. Onnistuneen tilausvahvistuksen jälkeen moottori siirtyy sovellussuunnitteluun. Sovellussuunnittelussa on moottorin mekaanisen rakenteen suunnittelu sekä sähköisen rakenteen suunnittelu. Kun sovellussuunnittelija on saanut rakenteen suunniteltua, moottori vapautetaan tuotantoon. Tämä tapahtuu lähettämällä toiminnanohjausjärjestelmästä tiedot tuotannon puolen tuotannonohjausjärjestelmään. Tuotannonohjausjärjestelmästä tuotetaan tuotantoon moottorin työkorppi, jonka mukaan moottori kootaan. Moottorin kokoamisen jälkeen tulee testaus, jossa testataan moottorin toiminta. Kun todetaan, että moottori on kunnossa ja vastaa asiakkaan tilausta, moottori lähetetään asiakkaalle.

4.2 Tilauksen tiedot

Asiakas valitsee tilauksessa haluamansa moottorityypin, -koon, käyttötarkoituksen ja variantit moottorin kasausta varten. Erikoismoottoreita tilattaessa käytetään ABB:n tietokannan omia varianttikodeja. Variantteja käytetään vakio moottoreiden osien muokkaukseen asiakkaan käyttötarkoituksen mukaisesti. Kaikille varianttikodeille on annettu oma kuvauksensa. Varianttikodeja on satoja, mutta asiakas voi tilata myös sellaisia ominaisuuksia, joita ei varianttikodeista löydy. Tällaiset tapaukset, joille varianttikoodikuvausta ei löydy, tilataan +999 variantilla, johon kirjoitetaan haluttu kuvaus. Tulevat informaatiot pitää aina lisätä erikseen työkorpille.

4.3 Moottorien suunnitleminen

Tilaaaja on tilauksessaan valinnut haluamansa moottorityypin sekä variantit, joiden perusteella suunnitellaan moottori. Sähkömoottorin prosessinkuvaus koostuu tiedonkeruusta, rakenteesta, arvokilvistä ja koestuksesta. Tilausten käsittelystä tulee sovellussuunnitteluun asiakkaan dokumentit haluamastaan moottorista, joiden mukaan moottori suunnitellaan. Suunnittelun tärkein tavoite on, että tuote vastaa asiakkaan tilaamaa tuotetta.

Tilaus tulee aina ensin sähkösuunnitteluun, jossa suunnittelija käy läpi moottorin rakenteen asiakkaan asettamien varianttikoodien mukaan. Sovellussuunnittelussa tarkastellaan moottorin rakennetta toiminnanohjausjärjestelmässä. Rakenteelta tarkastetaan osien oikeat mitat sekä moduulit ja niiden sisältämät osat. Rakenteen tarkastuksen yhteydessä tehdään moottorin arvokilvet, leimaamalla asiakkaan haluat leimausrivit sekä lisäämällä muut halutut tiedot. Leimausrivit tulee standardien ja sertifikaattien mukaan. Huomatessaan mahdollisia puutteita rakenteessa, sähkösuunnittelija siirtää moottorin mekaaniseen suunnitteluun, jossa tehdään mahdolliset muutokset tai lisäykset. Mekaanisen rakenteen ollessa kunnossa ja muutokset tai lisäykset eivät ole vaikuttaneet sähköiseen rakenteeseen, moottorin tiedot lähetetään tuotantoon. Jos on vaikuttanut, moottori siirretään takaisin sähkösuunnittelijalle. Kun todetaan, että moottorin rakenne on kunnossa, suunnittelija päättää kaupan ja vapauttaa tuotantoon. Vapautus tuotantoon tapahtuu suunnittelun toiminnanohjausjärjestelmässä, josta tiedot siirtyvät osaluettelona tuotantopuolen tuotannonohjausjärjestelmään. Tuotannonohjausjärjestelmästä tulostetaan osaluettelo, mikä toimii työkorttina.

4.4 Konfigurointi

Konfiguroinnin ansiosta vakiomoottorit menevät automaattisesti suunnittelun ohitse tuotantoon. Valmiiksi kasatut moduulit laitetaan konfiguroitumaan oikean tyyppisille moottoreille automaattisesti oikeanlaisilla varianteilla. Tällä säästetään aikaa ns. helpommilla kaupoilla. Hyvin konfiguroidut moottorit helpottavat moottorin rakenteen läpikäyntiä, kun osia ei tarvitse lisäällä, eikä muuttaa.

4.5 Työkortti

Työkortti muodostuu suunnittelussa lisätyistä osista ja teksteistä. Työkortilta tulee ilmi mm. suunnittelijat, sarjanumero, tyyppikoodi, päivänmäärät, työlinja, osat, toimituspaikka ja kaikki tarvittavat tiedot sekä mitat moottorin kokoomista varten. Osat ja materiaalit on määritelty tarkasti. Jokaiselle osalle on annettu tuotekoodi ja osanumero. Työkortilla kerrotaan mitä materiaalia, mille linjalle, kuinka monta. Suunnittelussa kirjoitetut tekstit tulevat työkortin loppuun allekkain. Tuotannon työntekijä kokoaa moottorin työkortin mukaan.

4.6 Tuotanto

Tuotannossa on erilaisia linjoja, jonne moottorit määräytyvät tyyppin ja koon mukaan. Linjat koostuvat eri työpisteistä, joissa moottorin kasaustapahtuu. Linjoilla on useita eri kokoonpanon työntekijöitä, jotka kasaavat moottoria eri työvaiheilla. Suunnittelusta tulleella työkortilla kokoonpanija osaa katsoa oikeat osat moottoriin. Moottorin kasaustapahtumien jälkeen moottori testataan, että se toimii kuten pitää sekä vastaa asiakkaan tilausta. Testauksen jälkeen ABB toimittaa tilauksen asiakkaalleen.

5 TIEDON LIIKKUVUUDEN PARANTAMINEN

5.1 Lähtökohdat

Toimeksiannon tarjoaja tunnisti ongelman suunnittelun ja tuotannon välisessä toiminnassa. Suoritin opinnäytetyön kehittämällä ongelmaan ratkaisun käyttämällä Lean ajattelumallia. Pehdyttiin lähtökohtiin, mallinnettiin prosessia ja kartoitettiin ongelma. Ongelmana oli suunnittelussa lisättyjen tekstien epäjärjestys työkortilla. Tähän pyrittiin kehittämään muutos ja saada tekstit järjestykseen. Tekstien järjestys helpottaa ja nopeuttaa työprosessia. Epäjärjestys aiheutti ns. turhaa viestintää suunnittelun ja tuotannon välillä. Kommunikointi aiheuttaa väärinkäsityksiä ja odottelua.

5.2 Toteuttaminen

Opinnäytetyön tavoitteena on saada työkortin tekstit järjestykseen, mikä helpottaa suunnittelun ja kokoonpanon välistä tiedonkulkua. Toteuttaminen tapahtui PDCA mallia hyödyntämällä. Pehdyttiin lähtökohtiin, mallinnettiin prosessia ja kartoitettiin ongelma. Laadimme suunnitelman, minkä avulla saataisiin paranneltua työkortin tekstejä selvemmin luettavaksi. Tultiin siihen tulokseen, että työkortin tekstit tulisivat konfiguroitua moduulikohtaisesti työpisteittäin eri linjoilla työkortin loppuun.

Pehdyttiin ABB:n moottoripuolen tuotantolinjoihin ja niiden työpisteisiin. Tämän jälkeen käytiin tuotannon työnjohdon kanssa läpi linjoittainen moottorin kokoonpanoprosessi. Selvitettiin, mitä tapahtuu kullakin työpisteellä ja minkälaisia moduuleita tarvitaan missäkin. Kerättyjen tietojen avulla laadittiin Excel-taulukko (Taulukko 1) linjoittaisesta moottoriprosessista. Taulukosta selviää linjakohtaisesti moduuleittain kokoonpanovaiheet eli mitä moduuleja käsitellään milläkin työpisteellä. Tietojen avulla pyritään konfiguroimaan työkortille oikeat tekstit oikeaan paikkaan. Excelistä nähdään, että esimerkiksi moduuli 10 käsitellään kokoonpanovaiheessa D. Jos suunnittelussa halutaan antaa moduulille 10 lisäinformaatiota, työkortille tulisi D-kohtaan selvästi teksti, mitä kokoonpanossa tulee ottaa huomioon.

Työn toteuttaminen tapahtuu lisäämällä työkortille tuotantolinjan työpisteet, joiden alle lisätään moduulikohtaiset tekstit työvaiheittain soveltamalla taulukossa 1 käytettyjä tietoja. Käytännössä tämä tapahtuu siten, että parannetaan toiminnanohjausjärjestelmän ja tuotannonohjausjärjestelmän välistä tiedon liikkuvuutta, sekä lisää työkortin loppuun kokoonpanovaiheet. Työn tuloksen toteutus tapahtuu koodaamalla toiminnanohjausjärjestelmän tiedot tuotannonohjausjärjestelmään. Työn lopussa suunnittelussa lisätyt tiedot tulisi moduulikohtaisesti työpisteittäin työkortille.

Taulukko 1.

Taulukosta nähdään moduulikohtainen konfiguroituminen työpisteille. A-L kuvaavat työpisteitä, Y kuvastaa moduulin nimeä ja X:llä merkitään, millä työpisteellä moduulia käsitellään.

		X=moduulien teksti näkyvässä a= Työpisteiden nimet											
Linja1		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Moduuli	Moduulin nimi	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
1 y													
2 y													
3 y					X	X							
4 y						X							
5 y						X							
6 y						X							
7 y						X							
8 y						X							
9 y												X	
10 y					X								
11 y						X							
12 y						X							
13 y						X							
14 y						X							
15 y			X	X									
16 y												X	
17 y						X							
18 y												X	
19 y						X							
20 y						X							
21 y													X
22 y													X
23 y													X
24 y													X
25 y											X	X	
26 y													X
27 y													X
28 y						X							
29 y													X
30 y													X
31 y												X	

5.3 Analysointi

Opinnäytetyössä saatiin ratkaistua ongelma ja parannettua tiedonliikkuvuutta suunnittelun ja tuotannon välillä. Työkortin loppuun luotavan sivun hahmotelma (kuva 8), josta nähdään kuinka tekstit tulisi konfiguroitua työpisteittäin työkortille. Järjestys helpottaa tuotannontyöntekijöiden työtä ja vähentää huolimattomuusvirheitä.

Kerättyjen tietojen pohjalta laadittua Excel-taulukkoa voidaan käyttää tulevaisuudessa muihinkin käyttötarkoituksiin.

Työkortti

Työpiste A

-Haluttu tieto A

-Haluttu tieto B

Työpiste B

-Haluttu tieto A

-Haluttu tieto B

Työpiste C

-Haluttu tieto A

-Haluttu tieto B

Työpiste D

-Haluttu tieto A

-Haluttu tieto B

Työpiste E

-Haluttu tieto A

-Haluttu tieto B

Työpiste F

-Haluttu tieto A

-Haluttu tieto B

Kuva 8. Hahmotelma työkortista työn ja koodauksien jälkeen.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena ollut tiedonkulun mallintaminen ja konfiguroitumiseen logiikan suunnitteleminen onnistui hyvin käyttämällä hyväksi Lean-ajattelua. Mallinnettiin tilaus-toimitus-prosessia ja perehdyttiin erityisesti suunnittelun ja tuotannon väliseen yhteyteen, jolla sitten saadaan muokattua työkortin tekstit halutunlaiseksi.

Ongelmana oli työkortin lisätekstien epäjärjestys, mihin oli syynä vanhat koodaukset toiminnanohjausjärjestelmän tuotannonohjausjärjestelmän välillä. Opinnäytetyössä suunniteltiin ja luotiin logiikka, jolla saadaan koodattua työkortin tekstit moduulikohtaisesti järjestykseen työpisteittäin. Suurin työ oli kerätä tiedot linjoittaisesta moottorin kasaussprosessista Excel-taulukkoon. Opinnäytetyössä laadittua Excel-taulukkoa voidaan hyödyntää myös mahdollisten tulevaisuuden projektien yhteydessä.

Opinnäytetyön avulla prosessi tuli siihen vaiheeseen, josta on helppo ohjausjärjestelmiä koodaamalla luoda halutunlainen työkortti. Työn avulla opin paljon uutta asiaa moottoriprosesseista ja jatkuvan parantamisen ajattelutavasta. Sain työstä uusia näkökulmia asioiden tarkastelemiseen, ja niistä tulee olemaan hyötyä myös tulevaisuudessa.

LÄHTEET

- /1/ ABB wiki 2020. ABB Oy. Viitattu 12.10.2020
<https://fi.wikipedia.org/wiki/ABB>
- /2/ ABB Suomessa 2020. ABB Oy. Viitattu 12.10.2020
<https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa>
- /3/ Toiminnan ja prosessin mallintaminen. Viitattu 12.10.2020
<https://www.uef.fi/documents/677096/736588/SOLEA-Luukkonen-ym-Prosessien-ja-toiminnan-kuvaaminen.pdf/b8e58ae0-2e53-48d0-97ef-512ee74b526e>
- /4/ Prosessin mallintaminen. Viitattu 20.10.2020
[https://tutcris.tut.fi/portal/fi/publications/prosessien-mallintaminen-osana-toiminnan-kehittamista\(0fcee334-b120-4b28-9433-c996a0d24657\).html](https://tutcris.tut.fi/portal/fi/publications/prosessien-mallintaminen-osana-toiminnan-kehittamista(0fcee334-b120-4b28-9433-c996a0d24657).html)
- /5/ PDCA-Sykli. Viitattu 20.10.2020
<https://fi.wikipedia.org/wiki/PDCA>
- /6/ Mitä Lean on? Viitattu 20.10.2020
<https://www.ql.fi/missiomme/mita+on+lean/>
- /7/ Lean hukat. Viitattu 20.10.2020
<https://mflow.fi/kahdeksan-hukkaa/>