

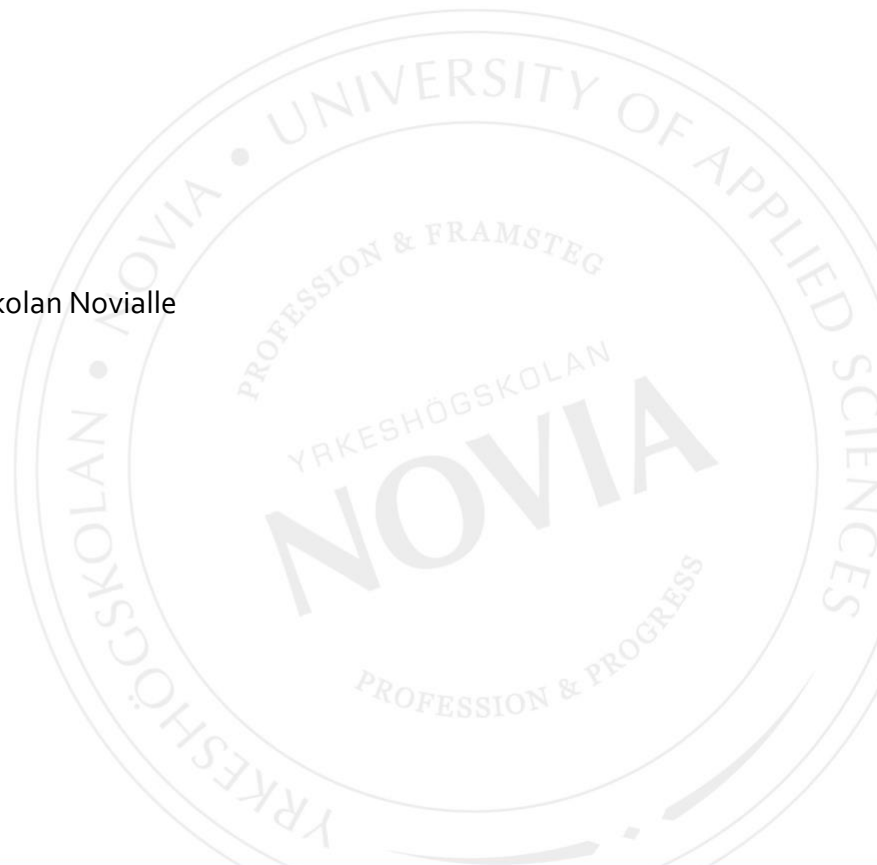
Hukan eliminointi – Lean-työkalun kehittäminen Danfoss Drivesille

Sebastian Nykänen

Opinnäytetyö Yrkehögskolan Novialle

Tuotantotalous

Vaasa 2018



EXAMENSARBETE

Författare: Sebastian Nykänen

Utbildning och ort: Yrkehögskolan Novia, Vasa

Inriktningsalternativ/Fördjupning: Produktionsekonomi

Handledare: Mikael Ehrens, Anssi Ladvelin

Titel: Eliminering av slöseri – Utveckling av ett Lean-verktyg åt Danfoss Drives

Datum 22.4.2018

Sidantal 27

Bilagor 2

Abstrakt

I detta examensarbete har jag jobbat tillsammans med ett globalt företag, Danfoss Drives, och hjälpt dem att utveckla ett Lean-verktyg. Verktyget heter på engelska "Work Analysis Sheet", alltså ett blad som analyserar arbete. Verktyget har utvecklats att fungera vid avdelningen "NXW Liquid Cooled", men ska också i framtiden användas i hela produktionen

Syftet med detta arbete är att analysera och eliminera onödiga rörelser vid arbetsstationerna i produktionen.

Metoden under arbetets gång har varit självstudier om Lean-prosessförbättring och de olika verktyg som används i arbetsvärlden idag. På basis av den information jag samlat på mig har jag då utvecklat en Work Analysis Sheet (blad för arbetsanalys) åt uppdragsgivaren.

Verktyget jag nu har tillverkat är Excel-baserat. Verktyget kommer inte automatiskt förbättra processen i produktionen, utan ska vara ett hjälpredskap vid analys av rörelser. Verktyget är uppbyggd på den erfarenhet jag har från NXW Liquid Cooled, men kommer näst testas runtom i hela produktionen för att se till att den fungerar som förväntat.

Språk: Finska Nyckelord: Lean, process, produktion, förbättring, problemlösning, WAS

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Sebastian Nykänen

Koulutus ja paikkakunta: Yrkeshögskolan Novia, Vaasa

Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot: Tuotantotalous

Ohjaaja(t): Mikael Ehrs, Anssi Ladvelin

Nimike: Hukan eliminointi – Lean-työkalun kehittäminen Danfoss Drivesille

Päivämäärä 22.4.2018

Sivumäärä 27

Liitteet 2

Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö on tehty yhdessä kansainvälisen yrityksen, Danfoss Drivesin, kanssa. Olemme projektin aikana kehittäneet Lean-työkalun joka analysoi ja mahdollisesti parantaa eri liikkeitä, työkalun englanninkielinen nimi on "Work Analysis Sheet". Työkalu on kehitetty toimimaan osastolla "NXW Liquid Cooled" mutta tulevaisuudessa on tarkoitus käyttää tätä koko tuotannossa.

Työn tarkoitus on siis analysoida ja eliminoida hukkaa liikeistä tuotannon eri työpisteiltä.

Menetelmä työn aikana on ollut Lean-prosessinparannus työkalujen opiskelu. Kaiken saamani tiedon avulla olen kehittänyt Work Analysis Sheeti:in (Taulukko työn analysointia varten) toimeksiantajalle.

Työkalu jonka olen kehittänyt, on Excel-pohjainen. Työkalu ei automaattisesti paranna tuotannon prosessia, vaan on apukeino, kun liikkeitä analysoidaan. Työkalu on rakennettu minun työkokemuksen mukaan NXW Liquid Cooled osastolla, mutta sitä testataan seuraavaksi koko tuotannossa, jotta se toimii kuten haluan.

Kieli: Suomi Avainsanat: Lean, prosessi, tuotanto, parannus, ongelmanratkaisu, WAS

BACHELOR'S THESIS

Author:

Degree Programme: Bachelor

Specialization: Industrial Engineering and Management

Supervisor(s): Mikael Ehre, Anssi Ladvelin

Title: Elimination of Waste – Development of a Lean-tool for Danfoss Drives

Date 22.4.2018

Number of pages 27

Appendices 2

Abstract

In this bachelor's thesis I have worked together with a global company, Danfoss Drives, and helped them develop a Lean-tool called "Work Analysis Sheet". The tool has been developed to suit the department "NXW Liquid Cooled", but will be used all around the factory in the future.

The purpose of this tool is to analyze and eliminate waste and unnecessary movement from the production lines.

The method of this project has been studying Lean-process improvement and the tools that are being used today in the field. Based on the information I have gathered I have developed a Work Analysis Sheet for the client.

The tool that I now have developed is Excel-based. The tool will not automatically improve the production process, it is supposed to be an aid in movement analysis. The tool is also developed with the knowledge and experience I have from the NXW Liquid Cooled department, but will be tested in the other parts of production shortly.

Language: Finnish

Key words: Lean, process, production, improvement, problem solving, WAS

Innehållsförteckning

1	Johdanto	1
1.1	Työn tausta ja tavoitteet.....	1
1.2	Luottamuksellisuus	2
1.3	Dispositio.....	2
2	Toimeksiantajaesittely – Danfoss Drives	3
2.1	Mads Clausen	3
2.2	Danfoss Drives.....	3
2.3	Vacon – Danfoss tänään.....	4
3	Lean.....	5
3.1	Toyota Motor Corpration.....	5
3.2	Kehitys.....	6
3.3	Lean tarkemmin.....	6
4	Work Analysis Sheet.....	9
4.1	Työn analysointi	9
4.2	Motion – Time – Measurement.....	10
5	Menetelmä.....	13
5.1	Kvalitatiivinen ja kvantitatiivinen tutkimus	13
5.2	Tehtävän kulku	14
5.3	Excel-työkalun suunnittelu	15
5.4	Uusien excel-funktioiden opetteleminen	15
6	Tulos.....	18
6.1	Ensimmäinen versio	18
6.2	Toinen / viimeinen versio	24
7	Johtopäätökset.....	26
7.1	Ongelmat, lisäparannukset ja mitä tapahtuu seuraavaksi	26
7.2	Lopulliset sanat.....	27
8	Lähteet	28
9	Liitteet.....	30

1 Johdanto

1.1 Työn tausta ja tavoitteet

Kyseinen opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä suuren kansainvälisen yrityksen, Danfoss Drivesin ja ammattikorkeakoulu Novian kanssa.

Toimeksiantajayritys haluaa tämän työn avulla parantaa jokapäiväistä työprosessia eliminoimalla turha hukka työpisteiltä Vaasan tehtaalla. Lean ajatustapaa on käytetty yrityksessä jo ennen Danfossin mukaan tuloa, mutta on nyt viime vuosina ollut vankasti tapetilla.

Yritys on ennestään parantanut työpisteiden ulkonäköä ja ne toimivat tänä päivänä todella hyvin. Mutta aina voi parantaa, ongelmana on vain oikean parannusmenetelmän löytö.

Kun puhuimme projektistani ensimmäisen kerran Anssi Ladvelinin kanssa, yhteyshenkilöni Danfossin puolelta, hän piirsi minulle kuvan kokoushuoneen taululle. Heillä oli ongelmia hukan tunnistuksen kanssa, erityisesti hukan joka koskee liikkeitä työpisteillä.

Ajatuksena oli, että luen kirjallisuutta koskien Lean-menetelmiä ja ajatustapaa, ja tällä tavalla löydän keinon tunnistaa hukka ja taistella sitä vastaan. Parin kuukauden opiskelun ja mietiskelyn jälkeen pääsimme Anssin kanssa lopputulokseen, mitä opinnäytetyöni koskisi.

Tehtäväksi tuli kehittää yhtiölle työkalu nimeltä Work Analysis Sheet, suomennettuna työn analysointi taulukko. Tällä työkalulla pitäisi pystyä eliminoimaan turhat liikkeet työpisteeltä, tuloksena tehokkaampi prosessi. Tässä työssä käytän Work Analysis Sheet:ille lyhennettä ”WAS”.

Tavoitteena oli rakentaa helppokäyttöinen WAS jota kuka tahansa tuotannosta voisi helposti käyttää. Valitsimme että työkalu tulee olemaan Excel pohjainen, koska se on kaikkien käytettävissä, kaikki osaavat sitä käyttää ja sitä on helppo muokata tarpeen mukaan.

1.2 Luottamuksellisuus

Lopullinen työkalu jonka kehitin, on Danfossin omaisuutta ja en tule näyttämään kehittämäni työkalua kaikille, ainoastaan toimeksiantajalle. Työkalu on tarkoitettu vain ja ainoastaan Danfoss Drivesin käyttöön.

1.3 Dispositio

Työn ensimmäinen luku kertoo hieman työn perustasta, miksi työlle on tarvetta ja mitä tavoitteita työllä on. Tässä tulee myös toimeksiantajaesittely vastaan.

Työn toinen, kolmas ja neljäs luku kertovat teoriasta joka koskee työtäni. Kerron myös tarkemmin mikä WAS on.

Viides luku kertoo menetelmästä, jota olen käyttänyt työn aikana ja mitä oikein olen oppinut, esimerkiksi erikoiset Excel-funktiot joita käytän.

Kuudennesta luvusta löytää tulokset. Täältä löytää miltä WAS näyttää ja mitä olen tehnyt saadakseni työkalun sellaiseksi, kun haluan. Esittelen ensimmäisen version jonka kehitin ja toisen, ja myös lopullisen, version joka on hieman parannettu versio ensimmäisestä.

Seitsemännestä luvusta löytää hieman johtopäätöksiä, mahdollisia parannusmahdollisuuksia työkalulle, jos yritys niitä haluaa tavoitella, ja lopulliset sanat työstä ja kiitokseni niille jotka ovat mahdollistaneet ja auttaneet työssäni.

2 Toimeksiantajaesittely – Danfoss Drives

2.1 Mads Clausen

Danfoss Drivesin perustaja Mads Clausen syntyi vuonna 1905 Tanskassa, saarella nimeltä Als. Ensimmäiset 30 vuotta hän johti yhtiötä hänen lapsuusiän makuuhuoneesta. Danfoss Drivesin pääkonttori sijaitsee nykyään lapsuuskodin vieressä, ja koti muutettiin Danfoss museoksi.

Madsin perhe halusi pojan jatkavan vanhempiensa jalanjäljissä, eli painostivat häntä jatkamaan maanviljelyä kotitilalla. Mutta Madsin vahva kiinnostus tekniikkaa kohden voitti. Vuonna 1927 hän sai insinöörin tittelin ja aloitti näin työt Brødene Gramin yrityksessä, he valmistivat jääkaappeja. (danfoss.com, 2018)



Kuvio 1 Mads Clausen (danfoss.com, 2018)

Paisuntaventtiilejä joita käytettiin jääkaapeissa ei saanut enää tuoda USA:sta, tästä syystä Mads näki mahdollisuuden aloittaa jotain uutta ja omaa. Mads Clausenin ensimmäinen venttiili tehtiin 25. marraskuuta 1932. Kesällä 1933 Danfoss oli perustettu. (danfoss.com, 2018)

2.2 Danfoss Drives

Yhtiö on laajentunut hurjaa vauhtia 30-luvun jälkeen. Tänä päivänä Danfoss Drives työllistää yli 26000 työntekijää ja palvelee asiakkaita 100 eri maassa. Danfoss Drivesilla on myyntifirmoja 47 maassa ja 56 tehdasta 18 maassa ympäri maailmaa.

Vuonna 2017 myyntiä kertyi huimat 5.8 biljoonaa euroa. Tulos oli paras kuuteen vuoteen. *“Throughout the year, we have seen extraordinary, high growth and we delivered a strong bottom-line. At the same time, we have made significant investments in growth initiatives and digitalization and we acquired several key technologies that will help us retain our position as a leading technology provider, thereby creating the best possible value for our customers,”* sanoo Danfoss Drivesin toimitusjohtaja Kim Fausing.

Tuotevalikoimaan mahtuu kylmä- ja lämmitystuotteita, teollisuusautomaatiikkaa, tajuusmuuttajia ja kompressoreita. (danfoss.com, 2018)

2.3 Vacon – Danfoss tänään

Vacon perustettiin vuonna 1993. Vacon kehittää ja valmistaa taajuusmuuttajia. Vuonna 2013 Vaconin liikevaihto oli 403 milj. € ja markkina-arvo 892 milj. €. Kuviossa alla näette Vaconin nestejäähdytteisiä laitteita, joita vielä tänäkin päivänä rakennetaan Danfossin Vaasan tehtaalla.



Kuvio 2 Kuva Vaconin nestejäähdytteisistä laitteista (danfoss.com, 2018)

Joulukuun alussa 2014 Vacon siirtyi osaksi Danfoss konsernia, ostotarjous oli 34 euroa osakkeelta, eli lähes 1,04 miljardia €. Tehdas sijaitsee Vaasassa, Runsorissa. (wikipedia.org, 2018)

3 Lean

Jos puhutaan Leanista, tulee epäilemättä myös mieleen Toyota. Toyota ei sinänsä keksinyt Lean-ajatustapaa, mutta kehittivät sitä ja toivat sen kartalle niin vahvasti, että tänä päivänä jokainen teollisuusyritys joutuu miettiä näitä samoja asioita, jos haluaa pysyä kilpailukykyisenä. Tästä syystä ennen kuin sukellamme Lean-ajatustapaan tarkemmin, katsomme ajassa hieman taaksepäin Toyotan historiaa, ja miksi he halusivat, tai ennemminkin joutuivat, panostamaan niin lujaa tällaiseen menetelmään.

3.1 Toyota Motor Corporation

Kiichiro Toyoda syntyi 11. kesäkuuta 1894 ja eli 57 vuotiaaksi. Kiichiro perusti Toyota Motor Corporationin vuonna 1937. Liikeideana oli valmistaa autoja Japanin markkinoille. Hän aloitti uransa isänsä tekstiiliyrityksessä mutta isänsä kuoltua päätti muuttaa toimialan tekstiilistä autoteollisuuteen. Silloin päätöstä pidettiin hyvin riskialttiina, mutta tänään tiedämme, että riski kannatti. (toyota-global.com, 2018)

Kiichiron isä, Sakichi Toyoda, oli aiemmin kehittänyt pari kulmakiveä koskien tehokkuutta, ja tänä päivänä näemme, että myöhemmin nämä olivat myös hyvin tärkeitä Toyotan autonvalmistukselle. Sakichi oli yrittäjä ja hän lanseerasi automaattisen kangaspuun, joka on kankaiden kudonnassa käytetty laite, vuonna 1896. Tämä keksintö mullisti koko tekstiiliteollisuuden. Laitteessa oli ennennäkemätön toiminto, koko tuotanto pysähtyi, kun lanka meni poikki ja tällä tavalla ongelma pystyttiin paikantamaan nopeasti. Näin syntyi Leanin ensimmäinen kulmakivi *jidoka*, joka tarkoittaa suurin piirtein ”sisäänrakennettu laatu” tai ”pysähtyä vian sattuessa”. (lean-alliance.com, 2018)

Kun Kiichiro myöhemmin perusti Toyota Motor Corporationin, käytti hän isänsä filosofiaa ja ideoita perustana. Kiichiro näki ”lankoja” jotka menivät koko tuotannon läpi. Tästä alkoi esimerkiksi *just-in-time* prosessin kehitys.

Just-in-time tarkoitti varastoinnin poistamista, eli tuote tehdään vasta tilauksen saavuttua. (Detta är lean, s.70-72)

3.2 Kehitys

Toisen maailmansodan jälkeen oli aika uudistaa teollisuus Japanissa, joten Toyotan edustajia lähti ulkomaille hakemaan inspiraatiota ja ideoita, varsinkin Yhdysvalloista, miten onnistunutta autonvalmistusta pyöritetään.

Asiat eivät olleetkaan niin hyvin kuin he olivat luulleet. Heitä ihmetytti varsinkin kaksi eri asiaa, varastomäärän suuruus ja kuinka paljon virheitä päivän aikana tapahtui, tuloksena iso määrä laitteita joita piti korjata päivän lopuksi. Nämä asiat olivat täysin heidän periaatteita vastaan. (lean.org, 2018)

Mutta miksi juuri Toyota halusi niin kovasti keskittyä juuri tähän? Kuten jo mainitsin, toisen maailmansodan jälkeen oli aika uudistaa teollisuus Japanissa, mutta tämä ei ollut helppo haaste, varsinkaan Japanissa. Sodan jälkeen maalla oli suuria puutteita kuten:

- Pinta-ala – Japani on pieni maa pinta-alalta, joten maata oli hyvin niukasti.
- Teknologia ja laitteet – Japanin teollisuuden kehitys oli heikolla tasolla, varsinkin jos vertaa länsimaihin.
- Raaka-aineet – Kuljetuskustannuksien ollessa korkeita, maassa oli puute raaka-aineista, varsinkin raudan ja teräksen suhteen.
- Taloudellisesti maa oli myös pohjatasolla, esimerkiksi pankeilla ei ollut varaa rahoittaa autoteollisuuden kasvua.

Mutta koska Japani oli vaikeuksissa, yhtiö joutui miettimään tarkasti mitä tehdä seuraavaksi ja löytää uusia ajatustapoja ja menetelmiä, niin tästä syystä, Toyotan menestys olikin kova, kun vaikeuksien yli päästiin. Seurauksena, Lean-ajattelutavan kehittäminen. (Detta är lean, s.70-72) (toyoland.com, 2018)

3.3 Lean tarkemmin

Muda, Muri ja Mura

Kun japanilaiset yritykset puhuvat jätteistä, he puhuvat yleensä kolmesta M:stä; Mura, Muri ja Muda. Muralla tarkoitetaan epätasaista prosessia, muri on prosessin ylikuormitus, ja muda on prosessissa tapahtuva ”jäte/hukka”. Monet jotka ovat olleet mukana Lean-projekteissa ovat kuulleet Mudasta, eli 7 jätteestä, mutta eivät ole kuulleet murista ja murasta ollenkaan.

Nämä kaksi ovat tosin monesti mudan perustekijät, eli niitä ei saa unohtaa. Tämä työ kuitenkin koskettaa ainoastaan Mudaa, ja erityisesti kohtaa ”Liikkeet”. (cleverchecklist.com, 2018)

Muda - 7 Wastes

Lean ajattelutapaan mahtuu 7 eri jätetyyppiä (Muda). Nämä 7 jätettä ovat juuri kaikkeen tappiolliseen työhön organisaatiossa. Nämä 7 jätettä ovat:

1. Defects - Virheet
2. Overproduction - Ylituotanto
3. Transportation - Kuljetus
4. Waiting - Odottaminen
5. Inventory - Varasto
6. Motion - Liikkeet
7. Processing - Käsittely

Englanniksi näille on muistisääntö, akronyymi ”DOTWIMP”. Mainitsin just-in-time ajattelutavan pari lukua sitten. Miksi just-in-time on niin tärkeä osa Leaniä, on koska ylituotanto sisältää kaikki muut jätteet sisällään. Kun Toyota aikoja sitten kävi ylituotannon kimppuun, he tällä tavoin vähensivät myös muiden jätteiden määrää. (isixsigma.com, 2018) (ottomotors.com, 2018)

Motion - Liikkeet

Työn avulla Danfoss haluaa siis käydä turhien ja ylimääräisten liikkeiden kimppuun. Tähän ”Liikkeet” jäteryhmään kuuluu ihmisten, laitteiden ja koneiden tarpeeton liikkuminen. Liiallista liikettä vaativat toimenpiteet olisi suunniteltava uudelleen työn parantamiseksi, mutta myös henkilöstön terveyden ja turvallisuuden lisäämiseksi.

Turhaan liikkeeseen voi kuulua kävelyä, materiaalin tavoittamista, tiedostojen etsimistä, ylimääräiset hiiren naputukset ja tietojen kaksinkertainen syöttö. (theleanway.net, 2018)

Standardisoitu työ

Taiichi Ohno, joka kirjoitti kirjan *“Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production”* sanoo: *“Standardized work sheets and the information contained in them are important elements of the Toyota Production System. For a production person to be able to write a standard work sheet that other workers can understand, he or she must be convinced of its importance.”*

Standardisoitu työ on siis lean-ajattelutavassa hyvin keskeinen osa kokonaisuutta. Ilman standardisointia, yritys ei pysty ylläpitämään pitkäkestoista lean-prosessia, tehokasta lean hallintaa tai valmistusprosessin parannusta. (process-improvement-japan.com, 2018)

Standardisoimalla työmomentit voimme myös minimoida onnettomuusriskin. Voimme kehittää prosessit niin että seisomme ja nostamme aina oikein, turhat liikkeet minimoidaan, ja että emme ole vaaraksi toisille työntekijöille. Kun työntekijät ovat tyytyväisiä ja tuntevat että he työskentelevät turvallisessa ympäristössä, voi tämä jo johtaa nopeampaan ja tehokkaampaan työtekkoon.

Standardisoimalla työnteosta tulee myös tasapainoista ja tehokasta. Standardisoimme parhaat työmomentit ja poistamme huonot. Opettelemme, miten prosessi tehdään parhaiten ja vähennämme vaihtelevaisuutta. Tällä tavalla varmistamme, että prosessilla on mahdollisuus jatkuvaan parannukseen. Uusien tulokkaiden opettaminen työhön on myös helpompaa, kun prosessiin löytyy käsikirja, joka kertoo, miten kaiken on tarkoitus tehdä. (relean.se, 2018) (lean.org)

Eli, standardisoidulle työlle on tärkeää, että prosessit dokumentoidaan ja tällä tavalla näytetään:

- Paras tapa tehdä kyseinen työ
- Avainasiat koskien turvallisuutta, laatua ja tehokkuutta
- Selitykset miksi asiat tehdään milläkin tavalla, jotta kaikki ymmärtävät. (kainexus.com, 2018)

parannusmenetelmiä ennestään, aloittakaa tästä. Kun perusasiat on saatu kohdalleen, voidaan jatkaa syvemmälle.

- Toinen taso: Kun työntekijä hitsaa, hän tekee monta eri työvaihetta samaan aikaan. Työntekijä voi vaikka nostaa kaksi palaa pöydälle ja hitsata nämä yhteen. Kun perusasiat työpisteellä on saatu kohdalleen, voidaan jatkaa analysointia tällä tasolla. Työntekijä noutaa kaksi osaa, miten tätä voitaisiin parantaa? Esimerkiksi kävelymatkan pituuden lyhentäminen, jotta palat saadaan paikoilleen nopeammin, on yksi menetelmä.
- Kolmas taso: Viimeinen taso jossa perehdytään pieniin yksityiskohtiin. Työntekijä liikuttaa käsiä työpisteellä, kurottaa käsivarren nostaakseen palat pöydälle, kääntyy jotta hän voi tavoittaa työkalun. Tätä kuroituksen pituutta, kääntymisen tarvetta etc. voidaan analysoida ja parhaimmillaan poistaa/parantaa. (systems2win.com, 2018)

Minun WAS:in avulla olisi tarkoitus taistella tätä kolmatta tasoa vastaan, työpisteet toimeksiantajalla ovat jo hyvällä tasolla, sillä parannusta on jo tehty ennestään, mutta nyt haluamme kaivaa vielä syvemmälle ja eliminoida hukka jota on muuten vaikea paikantaa.

4.2 Motion – Time – Measurement

Motion – time – measurement niminen kirja julkaistiin USA:ssa vuonna 1948. Kirjassa esitettiin uusi työn analysointiin ja ajan määrittämiseen tarkoitettu liiketutkimusjärjestelmä. MTM-järjestelmän ajat ovat kehittäjien mukaan aikoja joita voi soveluttaa keskinkertaisen hyvän työntekijän työmittaukseen Tämä uusi teos tuotiin Suomeen vuotta myöhemmin Volvon silloisen toimitusjohtajan Assar Gabriellsonin toimesta. (MTM-Perusliikkeet, s.11)

Vuonna 1950 pidettiin ensimmäinen MTM-kurssi Ruotsissa. Ensimmäinen Euroopalle julkinen kurssi pidettiin Tukholmassa 1951. Näillä molemmilla kursseilla oli mukana MTM-tekniikan ammattimiehiä USA:sta. (mtm.org, 2018)

Frederick W. Taylor

Koko MTM-ajatus alkoi kuitenkin jo 1800-luvulla, kun ensimmäisen merkittävän panoksen työmittaukseen toi mies nimeltä Frederick W. Taylor. Taylor suoritti työn mittausta teollisissa olosuhteissa, hän käytti tässä työssä apunaan tänäkin päivänä vielä tuttuja menetelmiä. Hän analysoi työn suoritusmahdollisuuksia, määritteli työmenetelmät ja mittasi työajat kellon avulla. (MTM-Perusliikkeet, s.20)

Taylorin ajanutkimustekniikka herätti suurta kiinnostusta ympäri maailmaa teollisuudessa. Hänen ideoitaan sovellettiin kuitenkin väärällä tavalla, kaikkia kiinnosti ainoastaan ajanmittaus ja kaikki analysointi jäi alussa pois. Tästä syystä ei tultu sellaisiin tuloksiin, kun haluttiin.

Vasta myöhemmin, kun alettiin siirtyä ainostaan ajan ottamisesta monimutkaisempaan työmittaukseen, alettiin nähdä tuloksia.

Taylorin ajanmittaustekniikka on ollut iso edistysaskel työn mittaamisessa, mutta kun tämä tekniikka on kehittynyt, on huomattu, että tekniikalla on paljon rajoituksiakin. (britannica.com, 2018)

Itse ajanmittausta ei voi tehdä työpisteellä ennen kuin työpaikka on:

- Järjestetty
- Työmenetelmät määritetty
- Työntekijä on saanut riittävää koulutusta ja kokemusta työnteosta, että työntekoa voidaan pitää standardisoituna (MTM-Perusliikkeet, s.21)

Frank B. Gilbreth

Pari vuotta Taylorin jälkeen ajanmittausmaailmaan saapui uusi amerikkalainen nimeltä Frank B. Gilbreth. Hän omistautui järjestelmällisiin tutkimuksiin työntutkimusteknisellä alalla. Gilbrethin erikoisala oli liiketutkimukset ja hän suoritti tällä alalla pioneerin työn.

Miten Gilbreth erottui Taylorista? Gilbreth otti avukseen filmikameran ja kehitti tällä tavalla uusia tutkimusmenetelmiä, joiden avulla hän mahdollisti tutkimustyön koskien liikkeiden mittoja, liikkeiden eri muotoja ja tiettyjen liikkeiden nopeussuhteita.

Filmien avustuksella Gilbreth pystyi jakamaan työn aikana esiintyvät ruumiinliikkeet pienempiin peruselementteihin ja tutkia näitä erikseen. (arct.cam.ac.uk, 2018)

Kun hän tuki näitä peruselementtejä työssään, hän pystyi kehittämään parempia työmenetelmiä. Nämä uudet työmenetelmät/liikkeet olisivat lyhyempiä ja yksinkertaisempia, mutta ennen kaikkiaan niitä olisi vähemmän.

Näistä peruselementeistä tietoa ja faktaa saaneena, Gilbreth kehitti ensimmäisen tunnetun järjestelmän ruumillisen työn analysoimiseksi. Järjestelmä koostui 17 eri peruselementistä:

- Etsiä
- Löytää
- Valita
- Tarttua
- Siirtää kuormattuna
- Asettaa
- Koota
- Käyttää
- Purkaa
- Tarkastaa
- Esiasentaa
- Päästää
- Siirtää tyhjänä
- Levätä väsymisen voittamiseksi
- Tauko, välttämätön
- Tauko, tarpeeton
- Suunnitella

Tälle järjestelmälle ja yllä listatuille perusliikkeille hän antoi nimen *therbligs*, joka on Gilbreth atavuttuna takaperin, ja tällä työkalulla hän pystyi kuvaamaan jokaisen työmenetelmän. (International review of research in mental retardation, s. 138)

Gilbrethin ja Taylorin menetelmät ovat ehkä liian monimutkaisia jotta niitä voisi käyttää tänään helppona apuvälineenä työmittauksessa, mutta he olivat kuitenkin oleellinen osa ja apu työmittauksen ja analysoinnin kehityksessä.

5 Menetelmä

5.1 Kvalitatiivinen ja kvantitatiivinen tutkimus

Tutkimuksella on aina jokin tavoite, tehtävä tai tarkoitus. Tutkimusstrategiset valinnat ohjautuvat tarkoituksen ja tavoitteen mukaan, esimerkiksi tutkimustavan valinta. Myös tutkimuksen ongelma ja sen luonne vaikuttavat strategiaan. Tutkimustyö voi olla selittävä, kartoittava, kuvaileva tai ennustava. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2013, 137–138.)

Miten kvantitatiivinen ja kvalitatiivinen tutkimus eroaa toisistaan? Eroja löytää monella eri tapaa, esimerkiksi analysoimalla kummankin tavan tyypillisiä piirteitä ja eroavaisuuksia. Tutkimustapoja ei kuitenkaan saa asettaa vastakkain, vain pidä ne toisiaan tukevinä tutkintatapoina. (Hirsjärvi ym. 2013, 135–136.)

Kvantitatiivinen tapa kuitenkin fokusoi enemmän lukemiin, laskelmiin ja eri suhteisiin, kun kvalitatiivinen enemmänkin katsoo esimerkiksi laatua ja ominaisuuksien tutkimista.

Kvantitatiivinen (määrällinen) vastaa kysymyksiin:

- Mikä?
- Missä?
- Paljonko?
- Kuinka usein?

Kvalitatiivinen (laadullinen) taas vastaa kysymyksiin:

- Miksi?
- Miten?
- Millainen?

Tämä työ käyttää menetelmän molempia puolia. Poistaessamme hukkaa katsomme paljon numeroita ja prosenttilukuja, eli kvantitatiivista työtä, mutta jotta nämä luvut saadaan todellisuudessa käytäntöön, tarvitaan myös kvalitatiivista työtä. Miksi tämä hukka on olemassa? Miten sen saisi pois? Millainen parannettu prosessi on, paljonko se on parantunut?

(<http://tilastollinentutkimus.fi/1.TUTKIMUSTUKI/KvantitatiivinenTutkimus.pdf>)

(Tilastollinen tutkimus)

5.2 Tehtävän kulku

Opinnäytetyö on koostunut neljästä eri vaiheesta

- Kirjallisuuden tutustuminen ja parannusmenetelmien löytö
- Parannusmenetelmän luonti
- Parannusmenetelmän testaus prosessin parantamiseen
- Parannusmenetelmän käyttöönotto

Kirjoittaessani työtä työn viimeinen vaihe, Parannusmenetelmän käyttöönotto, on vielä kesken.

Opinnäytetyö alkoi periaatteessa syksyllä 2017 siitä kun kysyin työnantajaltani, jos heillä olisi minulle tehtävää opinnäytetyölle. Kerroin myös kiinnostuksestani heidän Lean-parannusprosessia kohtaan, ja onnekseni pääsin tähän mukaan ja sain kiinnostavan tehtävän itselleni.

Koko projekti alkoi siten, että olin mukana viikon heidän prosessinparannus ryhmässä ja tarkastelin mitä he tänä päivänä tekevät parantaakseen työpisteiden virtausta. Alkuperäisesti minulla oli tehtävänä juurikin tarkastella mitä tämä ryhmä tekee, analysoida ja löytää parannusmenetelmiä jotka eivät ole tällä hetkellä käytössä.

Nämä parannusmenetelmät piti löytää kirjallisuudesta, joten syksyn aikana luin pari kirjaa, jotka käsittelivät Leania, Kaizenia ja eri parannusmenetelmiä. Luin läpi myös pari MTM-kirjaa koskien liikkeiden ajanottoa.

Uudenvuoden jälkeen olin keksinyt pari parannusmenetelmää heille, mutta päätimme ohjaajani Anssi Ladvelinin kanssa, että olisi parasta, jos siitä lähtien katsoisin tarkemmin, miten voisin kehittää heille työkalun jolla he voisivat analysoida liikkeitä työpisteillä. Tähän tarkoitukseen on jo ennestään työkalu, jota he jossain määrin ovat jo ennenkin käyttäneet, mutta nyt minun tehtäväni oli kehittää täysin uusi ja parempi työkalu.

Työkalulla oli pari kriteeriä:

- Helppokäyttöisyys, jokaisen vuoropäällikön on osattava käyttää työkalua heidän linjallaan
- Parempi kuin työkalut joita käytetään yrityksessä tällä hetkellä
- Excel-pohjainen, käyttäjän ainoa vaatimus on, että hän omistaa tietokoneen jolle on asennettu Microsoft Office (Eli Excel)

Työkalu päätettiin siis tehdä Excel-pohjaisena koska kaikilla yrityksessä on Excel käyttömahdollisuus. Paperiversio olisi myös ollut mahdollisuus, mutta koska liikkeitä työpisteellä on niin paljon, päätimme että Excel versio on parempi. Paperiversion raportit olisivat olleet niin pitkiä, johtuen liikkeiden määrästä. Excel versio on juuri niin pitkä kuin tarvitsee.

Kävin töissä NXW Liquid Cooled osastolla 2 päivää tammikuussa, näin sain katsoa työtä sivusta ja tämä auttoi paljon, kun oli aika listata eri liikkeitä työkaluun. Oli hieman hankalaa yrittää muistaa kaikki liikkeet mitä olin käyttänyt osastolla viime kesänä, mutta lopulta sain suurin piirtein 50 liikettä listattua, joiden pitäisi kattaa kaikki liikkuminen osastolla. Jos koko tuotannon liikkeet on otettu huomioon jää nähtäväksi, kun työkalua testataan muualla tuotannossa.

5.3 Excel-työkalun suunnittelu

Aloitin työkalun suunnittelun listaamalla liikkeitä joita löytää eri työpisteiltä NXW Liquid Cooled linjalla. Tämä on minulle jo ennestään tuttu linja, niin oli luonnollista, että lähdin siitä käyntiin. Ohjaajani, Anssin, mielestä tämä oli hyvä idea, sillä luultavasti kaikki liikkeet jotka tapahtuvat tällä linjalla tapahtuvat myös kaikkialla muualla tehtaalla. Joten kun tämän ottaa huomioon, ohjelma soveltuu tulevaisuudessa kaikkialle tehtaalla ilman isompia ongelmia.

5.4 Uusien excel-funktioiden opetteleminen

Minulla oli jo ennestään hyvät Excel-taidot, mutta tehtävän aikana olen joutunut oppimaan aika paljon uuttakin päästäkseni sellaiseen tulokseen johon minä ja tehtävänantaja olemme tyytyväisiä.

Excel-funktioita joita opin:

- VLOOKUP
- SUMIF
- Virheen käsittely
- Data-validation

VLOOKUP-funktio

VLOOKUP-, tai suomeksi PHAKU, funktiota käytetään excelissä arvojen tai tekstin hakemisessa taulukosta. Tämä funktio koostuu neljästä eri alueesta, jotka erotetaan puolipilkulla tai pilkulla (riippuen käyttäjäjärjestelmästäsi). Alla näette suomalaisen version VLOOKUP-funktiosta, jonka hain sivulta excel-guru.fi:

=VLOOKUP(arvo;taulukko;tuloksen sarake;alin/tarkka)

Ensimmäiselle alueelle tulee haluttu arvo, esimerkiksi soluviittaus:

=VLOOKUP(D2;

Toiseen kohtaan tulee taulukko mistä solun löytää:

=VLOOKUP(D2;D1:D15;

Kolmanteen kohtaan tulee sarake josta arvoa haetaan. Excelissä sarake A=1, B=2 jne. Jos haemme arvoa sarakkeesta D, alueelle tulee pistää numero 3.

=VLOOKUP(D2;D1:D15;3;

Neljänteen alueeseen tulee joko TRUE tai FALSE. TRUE jos haluat hyväksyä vastaukseksi seuraavaksi alimman arvon. Jos haluat ainoastaan hakea juuri sitä arvoa etkä mitään muuta, pistä FALSE.

=VLOOKUP(D2;D1:D15;3;TRUE)

VLOOKUP-funktiota käytin esimerkiksi taulukoiden valmistamiseen ja parannusehdotusten listaamiseen.

SUMIF-funktio

SUMIF-funktiolla on 3 eri argumenttia:

- Alue. Tämä on solualue, jonka haluat arvioida ehtojesi mukaan
- Ehto. Ehtojen muoto on luku, lauseke, soluviittaus, teksti tai funktio, joka määrittää yhteenlaskettavat solut. Ehdot-argumentti voidaan esittää seuraavissa muodoissa: 32, ">32", B5, "32" tai "omenat".
- Summa-alue. Todelliset lisättävät solut, jos halutaan lisätä muut kuin *alue*-argumentissa määritetyt solut. Jos *summa-alue*-argumenttia ei anneta, Excel lisää *alue*-argumentissa määritetyt solut (samat solut, joille ehtoja käytetään).

6 Tulos

Seuraavaksi esittelen WAS:in ensimmäisen version. Tätä versiota on tämän jälkeen paranneltu kerran, saatuani palautetta Danfossin puolelta mitä he haluaisivat muokata työkalussa. Esittelen toisen ja viimeisen version myöhemmin tekstissä.

Työkalua on tarkoitus käyttää yrityksen jokaisen eri osaston parantamiseen. Ottaen huomioon, että yksi leanin perusajatuksista on jatkuva parannus, yritys pyrkii parantaa linjojen tehokkuutta joka vuosi. Tästä syystä uskon, että työkalua olisi parasta käyttää jokaisella linjalla 1-2 kertaa vuodessa. Tosin jos resursseja löytyy, miksi ei enemmänkin. Tällä tavoin mahdollistetaan vuosittainen parannus, pysytään markkinan mukana.

6.1 Ensimmäinen versio

Kuten jo olen aiemmin maininnut, sain periaatteessa vapaat kädet tämän työkalun valmistamiseen. Isoin inspiraation lähde on ollut työkalu, jota käytetään yrityksessä tänä päivänä. Kun olin mukana viikon mittaisessa Lean-projektissa, sain tutustua tähän työkaluun, miten se toimii käytännössä ja miten tätä voi käyttää apuna prosessin parantamiseen. Huomasin kuitenkin äkkiä, että ohjelmassa oli parannettavaa. Niin tästä syystä päätin rakentaa saman tyyliisen työkalun, mutta parannetun version siitä.

Toimenpide		Muu huomautus	Liikkeen / toimenpiteen aloitusajankohta videolla	Liikkeen / toimenpiteen lopetusajankohta videolla	Liikkeen kesto työpisteellä	Liikkeen kesto (MTM-käsikirja)	Kuinka paljon luulet että tästä voi karsia pois aikaa? (%)	Uusi parannettu aika	Parannusehdotus!
Työntekijä asentaa			0.00.01	0.02.05	0.02.04		30 %	0.01.27	KOHDE LÄHEMMÄKSI TYÖPISTETTÄ
Työntekijä tarttuu tarvittavaan osaan			0.02.05	0.02.12	0.00.07			0.00.07	EPÄMÄÄRÄINEN LIIKE
			0.02.12						

Kuvio 4 Kuvankaappaus WAS:in ensimmäisestä versiosta

Kuvio 5, jonka näette yläpuolella, on kuvankaappaus WAS:in ensimmäisestä versiosta. Seuraavaksi tulen jakamaan tämän kuvan osiin ja kertoa hieman tarkemmin mitä jokainen osa työkalussa tekee ja merkitsee.

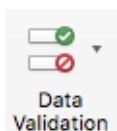
Ensimmäinen versio tarkemmin - Toimenpide

Koko työn perusidea on helppokäyttöisyys. Nykyistä työkalua testatessani huomasin, että juurikin helppokäyttöisyydessä oli parannettavaa.



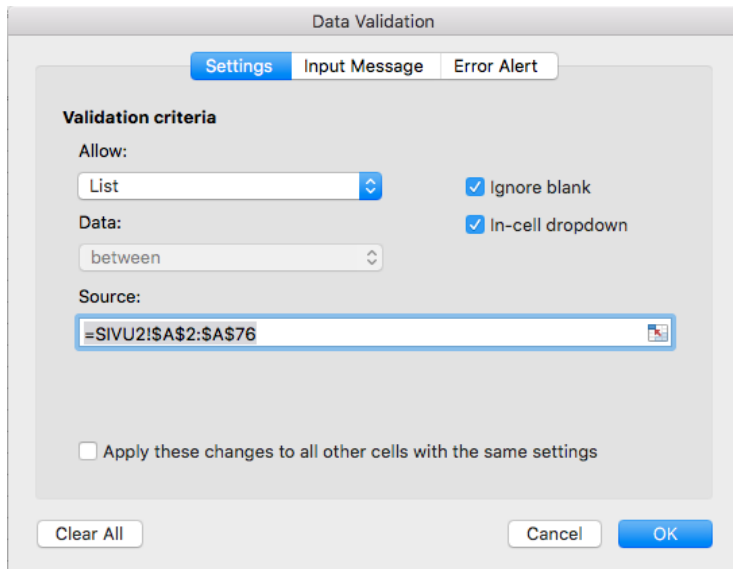
Kuvio 5 Ensimmäinen versio, kuvassa sarake jossa valitaan liike työpisteellä

Ensimmäisenä työkalussa tulee toimenpiteen / liikkeen ylös kirjaaminen. Jotta tämä olisi niin helppoa kun mahdollista, olen listannut kaikki mahdolliset liikkeet työpisteellä jo valmiiksi ohjelmaan. Työntekijän täytyy ainoastaan löytää liike listalta, ja erikoistapauksissa merkata ”Muu huomautus” alle jos liikkeessä on esimerkiksi normista eroavia piirteitä.



Kuvio 6 Ensimmäinen versio, kuvassa Data Validation jota käytän tässä osiossa

Tämä lista on saatu aikaiseksi Excel työkalulla nimeltä ”Data Validation”. Kaikki B-sarakkeen solut valitaan, nappia ”Data Validation” painetaan ja ikkunaan, joka tulee esille, pistetään alla olevassa kuviossa näkyvät asetukset.



Kuvio 7 Ensimmäinen versio, kuvassa Data Validation asetukset

Tällä tavalla ensimmäisen sivun B-sarakkeen solut saavat pudotusvalikon, lähteenä toimii Excel tiedoston toinen sivu, solut A2-A76, jonne olen kaikki liikkeet listannut.

Ensimmäinen versio tarkemmin – Ajan raportoiminen

Seuraava parannuselementti oli ajan mittaaminen ja erityisesti sen raportoiminen työkaluun. Nykyisessä versiossa joudutaan esimerkiksi merkkamaan liikkeen aloitusajankohta (minuuteissa ja sekunneissa) paperille, tehdä sama asia lopetusajankohdalle ja tämän jälkeen itse laskea liikkeen kesto. Tästä syystä analyysi mahdollisesti sisälsi matemaattisia virheitä, joita työntekijä pystyi laskelmien aikana tehdä tai joku muu inhimillinen virhe.

Analyysin oltua valmis monesti taulusta puuttui esimerkiksi pari sekuntia, työntekijä ehkä merkkasi ajan jonnekin väärin tai laski liikkeen keston väärin ja tästä syystä jouduttiin käydä kaikki uudestaan läpi ja tähän tuhlaantui aikaa. Ajan raportoiminen oli näistä syistä ensimmäinen kohta, jota aloin parantaa.

Ensiksi poistin matemaattiset virheet, joita työntekijä mahdollisesti tekee analyysin aikana. Tämän mahdollisti Excelin matemaattiset kyvyt.

Liikkeen / toimenpiteen aloitusajankohta videolla	Liikkeen / toimenpiteen lopetusajankohta videolla	Liikkeen kesto työpisteellä
0.00.01	0.02.05	0.02.04
0.02.05		

Kuvio 8 Ensimmäinen versio, kuvassa osio joka laskee liikkeen keston työpisteellä

Kuten Kuvio 9 kertoo, Exceliin pistetään liikkeen aloitus- ja lopetusajankohta ja työkalu laskee keston itse. Jotta taulukosta/analyysistä ei puutu sekuntiakaan viime liikkeen lopetusajankohdasta tulee automaattisesti seuraavan liikkeen aloitusajankohta. Eli periaatteessa ainoastaan jokaisen liikkeen lopetusajankohta kirjataan ylös ja työkalu tekee kaiken muun automaattisesti.

Ensimmäinen versio tarkemmin – Liikkeen kesto MTM-käsikirjan mukaan

Seuraavaksi työkalusta löytää otsikon ”Liikkeen kesto (MTM-käsikirja)”, kuten alla olevasta kuvioista voi nähdä.

Liikkeen kesto (MTM-käsikirja)

Kuvio 9 Ensimmäinen versio, sarake joka näyttää raportoidun liikkeen keston MTM-käsikirjan mukaan

Anssi Ladvelin Danfossilta halusi minun lukea läpi ajanmittauskirjallisuutta, joten sain pari MTM-käsikirjaa yritykseltä ja luin nämä läpi ja yritin keksiä keinoa saada liikkeiden standardiaika mukaan työkaluun, jotta raportoitua aikaa voi verrata tähän standardiin. Mutta huomasin äkkiä, että tämä ei tule onnistumaan ainakaan juuri tällä hetkellä. MTM-käsikirjan liikkeet sisälsivät aivan liian monta muuttujaa, että tämän saisi helposti työkaluun mukaan. Esimerkiksi, ainoastaan liike ”ojentaa” sisälsi 150 eri muuttujaa mikä tarkoittaa, että tämä osio jää ainakin vielä tyhjäksi. Kuviossa 10, jonka löydätte alta, ojentaa liikkeen eri muuttujat.

TAULUKKO I – OJENTAA – R – REACH

Pituus cm	Aika TMU						Kuvaus
	Tyyppi 1				Tyyppi 2		
	A	B	CtaiD	E	A	B	
≤ 2	2,0	2,0	2,0	2,0	1,6	1,6	A Aina samassa ja totutus- sa paikassa tai toisessa kädessä olevaa esinettä kohti tai esinettä kohti, jonka päällä toinen käsi on. (otekohta – tarttu- miskohta ≤ 8 cm)
4	3,4	3,4	5,1	3,2	3,0	2,4	
6	4,5	4,5	6,5	4,4	3,9	3,1	
8	5,5	5,5	7,5	5,5	4,6	3,7	
10	6,1	6,3	8,4	6,8	4,9	4,3	
12	6,4	7,4	9,1	7,3	5,2	4,8	B Esinettä kohti, jonka sijainti voi vaihdella hie- man kerrasta toiseen.
14	6,8	8,2	9,7	7,8	5,5	5,4	
16	7,1	8,8	10,3	8,2	5,8	5,9	
18	7,5	9,4	10,8	8,7	6,1	6,5	
20	7,8	10,0	11,4	9,2	6,5	7,1	
22	8,1	10,5	11,9	9,7	6,8	7,7	C Esinettä kohti, joka on sekaisin toisten esineit- ten joukossa siten, että täytyy etsiä ja valita.
24	8,5	11,1	12,5	10,2	7,1	8,2	
26	8,8	11,7	13,0	10,7	7,4	8,8	
28	9,2	12,2	13,6	11,2	7,7	9,4	
30	9,5	12,8	14,1	11,7	8,0	9,9	
35	10,4	14,2	15,5	12,9	8,8	11,4	D Hyvin pientä esinettä kohti tai silloin, kun vaaditaan tarkka ote.
40	11,3	15,6	16,8	14,1	9,6	12,8	
45	12,1	17,0	18,2	15,3	10,4	14,2	
50	13,0	18,4	19,6	16,5	11,2	15,7	
55	13,9	19,8	20,9	17,8	12,0	17,1	
60	14,7	21,2	22,3	19,0	12,8	18,5	E Määräämättömään asen- toon tasapainon saavut- tamiseksi tai alkuasen- toon seuraavaa liikettä varten tai pois tieltä.
65	15,6	22,6	23,6	20,2	13,5	19,9	
70	16,5	24,1	25,0	21,4	14,3	21,4	
75	17,3	25,5	26,4	22,6	15,1	22,8	
80	18,2	26,9	27,7	23,9	15,9	24,2	

KUVA 3. Arvokortin taulukko I – OJENTAA – R – REACH.

Kuvio 10 Yllä ”Ojentaa” liikkeen muuttujat MTM-käsikirjasta, s.48

Tulevaisuudessa jos yritys päättää kehittää omat standardiajat MTM-käsikirjan avulla, ne voi helposti lisätä työkaluun. Mutta ennen tätä yritys joutuu listata liikkeiden standardiajat MTM-käsikirjojen avulla.

=IFNA(VLOOKUP(B11;taulukko;2;0);””)

Koodi yläpuolella on VLOOKUP-funktio. Funktio lukee ensiksi, mikä liike on raportoitu B-sarakkeeseen ja seuraavaksi funktio hakee liikkeen standardiajan paikasta nimeltä ”taulukko”. ”Taulukko” on ryhmä soluja jotka sijaitsevat Excelin toisella sivulla. Eli tarvittaessa tämä ”taulukko” voidaan myöhemmin täyttää mitatuilla standardiajoilla ja työkalu hakee ne sieltä automaattisesti.

Ensimmäinen versio tarkemmin – Parannus

Seuraavaksi haetaan parannusta raportoituun liikkeeseen.

Kuinka paljon luulet että tästä voi karsia pois aikaa? (%)	Uusi parannettu aika	Parannusehdotus!
30 %	0.01.27	KOHDE LÄHEMMÄKSI TYÖPISTETTÄ
10 %		
20 %		
30 %		
40 %		
50 %		
60 %		
70 %		
80 %		
90 %		
100 %		

Kuvio 11 Ensimmäinen versio, osio jossa työntekijä ehdottaa parannusta liikkeeseen

Kuten yllä olevasta kuviosta voi nähdä, nyt liikettä aletaan analysoida enemmän. Työntekijän tehtävä on määrittää, kuinka paljon hän uskoo, että liikkeestä voi karsia pois aikaa (prosentteissa). Excel tämän jälkeen laskee uuden parannetun ajan. Viimeksi hän vielä perustelee tuon parannusprosentin, eli ehdottaa parannusmenetelmää liikkeelle.

Ensimmäinen versio tarkemmin – Tulos

Viimeksi vielä työkalu piirtää paremman kuvan parannuksesta, laskemalla parannetun ajan prosentteissa sekä minuuteissa ja sekunneissa. Alla olevassa kuviossa näette esimerkin.

Kokonaisaika ennen parannusehdotuksi	Kokonaisaika parannusehdotusten jälkeen
0.02.04	0.01.27
Parannus	
Sekunneissa	0.00.37
%	30 %

Kuvio 12 Ensimmäinen versio, osio jossa työntekijä ehdottaa parannusta liikkeeseen

Excelin kolmas ja neljäs sivu sisältävät pylväsdiagrammeja. Ne kertovat kuinka paljon liikkeitä käytetään. Jos esimerkiksi työpisteeltä löytyy liike, jota käytetään jopa 30% ajasta, on viisasta analysoida tätä tarkasti, koska tällä tavalla saadaan eniten hukkaa poistettua kokonaisuudesta vähimmällä työmäärällä.

Koska kuvat näistä ovat aika suuria löydätte ne liitteistä, jos lisäisin ne tähän tekstiin ette saisi siitä mitään selvää, yksityiskohdat ovat niin pieniä.

6.2 Toinen / viimeinen versio

Näytettyäni ensimmäisen version työkalustani Danfossille, he olivat hyvin tyytyväisiä mutta halusivat minun lisäävän pari asiaa. He halusivat, että työkalulla myös näkee, onko liike välttämätön ja onko liike arvoa jalostavaa. Välttämätön tarkoittaa, että pitääkö liike tehdä, jotta pääset ylipäättänsä lopputulokseen. Arvoa jalostavaa työtä on esimerkiksi ruuvaaminen ja kokoon kasaaminen, mutta ruuvaaminen jota ei tarvitsisi tehdä ei jalosta arvoa tuotteelle.

Tämä oli mielestäni helpointa tehdä SUMIFS-funktiolla. SUMIFS on sama funktio kuin aiempi SUMIF, mutta tähän saan laitettua mukaan enemmän kuin yhden kriteerin.

Onko liike välttämätön? Kyllä = k Ei = e
k
e
k
e

Kuvio 13 Muutos viimeiseen versioon, työkalu kysyy, onko liike välttämätön.

Kuviossa 13 näkyy ensimmäinen kysymys, joka tuli mukaan viimeiseen versioon; ”Onko liike välttämätön?” Kysymykseen vastataan joko ”k” tai ”e”, lyhenteet sanoille kyllä tai ei. Käytin lyhenteitä koska jotta SUMIFS funktio toimisi ongelmitta, data solussa täytyy olla täysin sama kuin SUMIFS-funktion sisällä. Jos olisin käyttänyt sanoja kyllä ja ei, ja työntekijä tavaisi nämä väärin (Esimerkiksi kylä), SUMIFS-funktio ei toimisi haluamallani tavalla. Tästä syystä lyhenteet, joita ei voi tavata väärin.

Onko liike arvoa jalostavaa? Kyllä = k Ei = e	
k	
e	
e	
k	

Kuvio 14 Muutos viimeiseen versioon, työkalu kysyy, onko liike arvoa jalostavaa.

Viimeksi vielä toinen muutos ensimmäiseen versioon, sarake jossa kysymys ”Onko liike arvoa jalostavaa?”. Eli, liike voi esimerkiksi olla välttämätön, mutta ei kuitenkaan tuo arvoa tuotteelle. Ohjeiden tarkastaminen tietokoneelta, osien jäljittäminen ja laitteen siirtäminen seuraavalle työpisteelle ovat välttämättömiä työvaiheita mutta eivät kuitenkaan jalosta arvoa tälle laitteelle.

7 Johtopäätökset

Seuraavaksi keskustelen hieman, miten omasta mielestä työ on sujunut ja mitä työkalulle voisi tulevaisuudessa tehdä parantaaksesi sitä.

Tässä työssä kehitettiin Excel pohjainen Lean-työkalu, jota on tarkoitus käyttää yrityksen työlinjojen parantamiseen ja hukkan eliminointiin. Luin kirjallisuutta oppiakseni kehittämään Work Analysis Sheetin, ja yhteistyössä Danfoss Drivesin kanssa olemme päässyt lopputulokseen.

Työkalu (Work Analysis Sheet) on siis Excel pohjainen, jota kuka tahansa tuotannosta pystyisi käyttämään, eli helppokäyttöisyys on ollut iso kriteeri työn aikana. Työkalun avulla analysoidaan liikkeitä työpisteillä, ja yritetään poistaa hukkaa/turha liike prosessin parantamiseksi. Miltä lopullinen työkalu näyttää, löydätte luvusta 6, nimeltä ”Tulos”, sivulta 18.

Lopullinen työkalu vastaa niitä vaatimuksia joita yritys lopulliselle tuotteelle pisti projektin alkuvaiheissa.

7.1 Ongelmat, lisäparannukset ja mitä tapahtuu seuraavaksi

Vaikkakin työ on valmis, ei tänne olla päästy ilman ongelmia. Työn alkuvaiheessa oli tosi vaikeaa löytää kirjallisuutta, joka kertoisi miten tällaista parannus työkalua tehdään. Vaikuttaa siltä, että hyvin suuri osa Lean kirjallisuudesta kertoo Leanin synnystä ja mitä tämä termi tarkoittaa, ja käytännölliset esimerkit miten tätä parannusta tehdään, olivat vähässä. Onneksi sain lainata Isao Katon ja Art Smalleyn kirjoittamaa kirjaa, joka auttoi suuresti tämän Work Analysis Sheetin teossa. Valitettavasti internetistäkään ei löytänyt niin paljon informaatiota WAS:ista kuin olisin halunnut, mutta edellä mainitun kirjan avulla sain tehtävän tehtyä.

Ongelmia tuli vastaan, kun yritin saada liikkeiden standardiajat työkaluun mukaan. Kuten jo aiemmin kerroin työkalussa on kyllä paikka standardiajoille jo valmiina, jos yritys haluaa nämä mukaan tulevaisuudessa, heidän täytyy tehdä sisäinen ”Movement – Time – Measurement Study” ja listata liikkeidensä standardiajat. Tosin tämä olisi aivan massiivinen projekti, kun ottaa huomioon kuinka laajasta tuotannosta on kyse (liikkeiden määrä ja eroavaisuudet isot), mutta aikojen standardisointi on iso osa Leaniä, joten tämä on

mahdollinen projekti tulevaisuudelle. Tällä tavalla kun työntekijää analysoidaan nähtäisiin päääseeekö hän standardi aikoihin vai jääkö hän jälkeen.

Vaikka olen puhunut suomea koko ikäni, yllätyin, kuinka vaikeaa oli kirjoittaa suomeksi. Olen käynyt koulua kohta 16 vuotta, mutta olen kirjoittanut melkein kaikki työni tähän mennessä ruotsiksi, joten tämä oli jotain uutta. Mutta olen kuitenkin nyt tyytyväinen lopputulokseeni, vaikka se ei aina niin helppoa ollutkaan.

Seuraavaksi työkalu pistetään testiin. Tulevien viikkojen aikana lähdän Danfossin tehtaalle Vaasaan ja testaan, toimiiko työkalu todellakin niin kuin olen toivonut. En tiedä vielä mitä tuotantolinjaa tulen analysoimaan, mutta luultavasti jotain muuta kuin omaa linjaani jotta saadaan varmistus, että työkalu toimii koko tuotannossa. Sen jälkeen teen pieniä muutoksia tarpeen tullen, ja sitten työkalu voidaan ottaa yrityksessä käyttöön.

7.2 Lopulliset sanat

Voin kuitenkin sanoa, että olen oppinut paljon projektin aikana. Olen oppinut käyttämään Exceliä todella hyvällä tasolla ja siitä olen hyvin kiitollinen. Olen myös oppinut hyvin paljon Leanistä ja toivon että tästä on paljon hyötyä tulevissa työtehtävissäni. Toivon myös, että työkalua käytetään yrityksessä ja että parannusta voidaan luoda tämä avulla.

Haluan kiittää Danfoss Drivesia ja erityisesti Anssi Ladvelinia että sain tehdä tämän työn heidän kanssa. Haluan myös kiittää kouluani ja ohjaajaani Mikael Ehriä, olen aina saanut avustusta silloin kun olen sitä tarvinnut.

8 Lähteet

- Arct.* (Huhtikuu 2018). Noudettu osoitteesta
<https://www.arct.cam.ac.uk/Downloads/chs/vol9/article3.pdf>
- Britannica.* (Huhtikuu 2018). Noudettu osoitteesta
<https://www.britannica.com/biography/Frederick-W-Taylor>
- Cleverchecklist.* (Huhtikuu 2018). Noudettu osoitteesta
<https://www.cleverchecklist.com/blog/thoughts/tackling-muda-the-7-deadly-wastes/>
- Danfoss.* (Maaliskuu 2018). Noudettu osoitteesta
<https://www.danfoss.com/en/about-danfoss/company/history/mads-clausen/>
- Danfoss.* (Maaliskuu 2018). Noudettu osoitteesta
<https://www.danfoss.com/en/about-danfoss/company/financials/year-in-review/>
- Danfoss.* (Maaliskuu 2018). Noudettu osoitteesta
<http://drives.danfoss.fi/products/vacon/low-voltage-drives/vacon-nxp-liquid-cooled/#/>
- Ellis, N. R. (1970). *International review of research in mental retardation vol. 6*. New York: Academic Press.
- Hasselqvist, O.; Söderström, P.; & Wiklund, A. (1970). *MTM-Perusliikkeet*. Helsinki: Suomen MTM-yhdistys.
- iSixSigma.* (Maaliskuu 2018). Noudettu osoitteesta
<https://www.isixsigma.com/dictionary/7-wastes-of-lean/>
- Kato, I.; & Smalley, A. (2011). *Toyota Kaizen Methods - Six Steps to Improvement*. New York: Productivity Press.
- Lean.* (Huhtikuu 2018). Noudettu osoitteesta
<https://www.lean.org/WhatsLean/History.cfm>
- Lean-Alliance.* (Huhtikuu 2018). Noudettu osoitteesta http://www.lean-alliance.com/en/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=33
- Modig, N.; & Åhlström, P. (2013). *Detta är Lean*. Stockholm: Stockholm School of Economics Institute for Research.
- Mtm.* (Huhtikuu 2018). Noudettu osoitteesta <http://www.mtm.org/history/>
- Ottomotors.* (Huhtikuu 2018). Noudettu osoitteesta
<https://ottomotors.com/blog/tackling-7-muda-lean-materials-handling>

Systems2win. (Huhtikuu 2018). Noudettu osoitteesta

<https://www.systems2win.com/solutions/standard-work.htm>

Theleanway. (Huhtikuu 2018). Noudettu osoitteesta <https://theleanway.net/The-8-Wastes-of-Lean>

Toyoland. (Huhtikuu 2018). Noudettu osoitteesta

<https://www.tyoland.com/history.html>

Toyota-Global. (Huhtikuu 2018). Noudettu osoitteesta http://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/text/taking_on_the_automotive_business/chapter1/section3/item1.html

9 Liitteet



Liite 1 Kuvankaappaus, pylväsdiagrammi joka näyttää kuinka paljon eri liikkeitä käytetään



Liite 2 Kuvankaappaus, pylväsdiagrammi joka näyttää kuinka paljon eri liikkeitä käytetään