

LEAN SIX SIGMA

YELLOW & ORANGE BELT

MINDSET, SKILL SET & TOOL SET

DE BEKLIMMING (CLIMBING THE MOUNTAIN)

ir. H.C. Theisens

EERSTE DRUK

Lean Six Sigma Academy®

© Copyright LSSA BV, 2017
Amstelveen

Titel: Lean Six Sigma Yellow & Orange Belt
Mindset, Skill set & Tool set

Serie: De Beklimming (NED)
Climbing the Mountain (ENG)

Auteur: ir. H.C. Theisens

Afbeeldingen: F. Hampsink, R. Verreijt

Uitgever: Lean Six Sigma Academy
© Copyright LSSA BV, 2017
Amstelveen, Nederland

Contact: Neem contact met ons op of bezoek onze website voor meer informatie,
volumekortingen, online verkoop en licentie op trainingsmateriaal

www.lssa.eu
info@lssa.eu

1ste editie 2017
ISBN 978-94-92240-12-5
NUR 100

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeveelvoudigd in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, door fotokopieën of anderszins, zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Gedeeltes van de informatie in dit boek zijn afgedrukt met toestemming van Minitab Inc. Alle rechten voorbehouden. MINITAB® en alle andere handelsmerken en logo's voor producten en diensten van het bedrijf zijn het exclusieve eigendom van Minitab Inc. Alle andere merken waarnaar wordt verwezen blijven het eigendom van hun respectievelijke eigenaars. Zie minitab.com voor meer informatie.

De structuur van dit boek is gebaseerd op de LSSA® Syllabus (Rev.2, 2014) en het Continuous Improvement Maturity Model - CIMM™. U hebt toestemming om dit model in zijn oorspronkelijke vorm te delen en te verspreiden door te verwijzen naar de uitgever en de auteur, (LSSA®, Theisens et. Al., 2014).

Gedrukt in Nederland.

Inhoudsopgave

Inleiding	7
Hoe dit boek te gebruiken	9
Voorwoord	11
1 World Class	13
1.1 Waardestrategiën	14
1.2 Geschiedenis van continu verbeteren	16
1.3 Filosofie en principes	20
1.4 Organisatie ontwikkelproces	24
1.5 Project selectieproces	30
2 Implementatieproces	35
2.1 Verandermanagement	36
3 Projectmanagement	41
3.1 Teamsamenstelling	42
3.2 Roadmaps voor procesverbetering	45
3.3 Voice of customer	53
3.4 Project charter	54
3.5 Projectmanagement technieken	59
4 CIMM Level-I Creër een solide fundament	63
4.1 Professionele werkomgeving	64
4.2 Gestandaardiseerd werk	70
4.3 Kwaliteitsmanagement	73

5	CIMM Level-II	
	Creëer een continue verbetercultuur	77
	5.1 Kaizen	78
	5.2 Kwaliteitstechnieken	85
	5.3 Basis managementinstrumenten	95
6	CIMM Level-III	
	Creëer stabiele en voorspelbare processen	101
	Define	103
	6.1 Process Mapping	103
	Measure	108
	6.2 Lean performance	108
	Analyze	116
	6.3 Waardestrom analyse	116
	Improve	120
	6.4 Verminderen van verspilling (Muda)	120
	6.5 Verminderen van overbelasting (Muri)	123
	6.6 Verminderen van oneffenheden (Mura)	129
	6.7 Waardestrom verbetering	140
	Control	142
	6.8 First Time Right	142
7	CIMM Level-IV	
	Creëer capable processen	151
	Define	153
	7.1 Critical to Quality (CTQ)	153
	Measure	156
	7.2 Six Sigma prestatie maatstaven	156
	7.3 Statistiek	164
	7.4 Kansverdeling	172
	7.5 Meetsystemen	175
	Analyze	181
	7.6 Hypothesetoetsing en betrouwbaarheidsintervallen	181
	7.7 Correlatie en regressie	185
	7.8 Proces capability en proces performance	187
	Improve	194
	7.9 Design of Experiments (DOE)	194
	Control	195
	7.10 Statistische procesbeheersing	195
8	CIMM Level-V	
	Creëer world class producten en diensten	199
	8.1 Design for Six Sigma	200

Bijlage A - Certificering	202
Bijlage B - Referenties	204
Bijlage C - Afkortingen	205
Index	208

Inleiding

Zou je overwegen om een nieuw abonnement af te sluiten bij een mobiele provider als uw vrienden maar blijven klagen over problemen met de verbinding of slechte service? Waarschijnlijk niet. Je zou waarschijnlijk ook niet naar een school willen gaan die slecht scoort in onderwijskwaliteit, of naar een ziekenhuis met een slechte reputatie, of gaan eten in een restaurant waar je eerder slecht gegeten hebt en slecht werd bediend. Het maakt daarbij niet uit om welk product of dienst het gaat. Leverbetrouwbaarheid, goede kwaliteit en een goede service zijn belangrijk voor alle producten en diensten die we kopen. We verwachten een product dat aan onze verwachtingen voldoet en zonder enige tekortkoming. We verwachten een hoge mate van leverbetrouwbaarheid en ontvangen het product dat we bestellen nog het liefst de volgende dag in huis. De prijs die we bereid zijn te betalen moet in overeenstemming zijn met de kwaliteit en moet niet hoger zijn dan bij andere aanbieders.

Door de komst van internet is veel informatie over producten en leveranciers veel inzichtelijker geworden dan vroeger. Prijzen en prestaties zijn makkelijk te vergelijken. Als je als leverancier een slecht product op de markt zet of slechte service biedt, is dat direct inzichtelijk voor de hele wereld. Dit geldt niet alleen voor consumentenproducten, maar ook steeds meer voor business-to-business. Het wordt steeds makkelijker om prijzen van leveranciers te vergelijken en het bestellen van een product of dienst kan worden gedaan op ieder willekeurig moment. Als we een boek, een jas of zelfs een auto kopen, willen we het product zo snel mogelijk ontvangen. Bovendien verwachten we van bedrijven dat ze elk jaar nieuwe modellen ontwikkelen. Uiteraard verwachten we dat de prijs van een nieuw model gelijk is aan het oude model of zelfs nog lager.

Heb jij, als consument, enig idee wat dit betekent voor bedrijven die deze producten moeten ontwikkelen en leveren? In de afgelopen decennia hebben toenemende kwaliteitsverwachtingen en de druk op korte levertijden een enorme impact gehad op innovatie, productie, kwaliteitsmanagement en op het integrale ketenbeheer. Bedrijven die niet in staat zijn om deze trend bij te houden zullen niet overleven. Ieder jaar moeten veel bedrijven, zowel kleine als grote, hun deuren sluiten omdat ze niet kunnen voldoen aan de toenemende verwachtingen van klanten. Bedrijven en organisaties moeten voortdurend hun processen en kwaliteit verbeteren en met innovaties komen.

Methodes en technieken op het gebied van procesverbetering en kwaliteitsmanagement worden al tientallen jaren toegepast. In de afgelopen eeuw zijn verschillende methoden ontwikkeld zoals Lean, Kaizen, 'Theory of Constraints' (TOC), 'Total Quality Management' (TQM), 'Total Productive Maintenance' (TPM) en Six Sigma. Deze methoden hebben veel bedrijven geholpen om aanzienlijke verbeteringen te realiseren. De aanpak die het meest geschikt is voor een organisatie is sterk afhankelijk van waar ze nu staat en wat ze moet doen om een hoger prestatieniveau te bereiken. Het is belangrijk om het huidige niveau van Operational Excellence [1.1.1] te bepalen, voordat een verbeteringsstrategie kan worden bepaald.

De afgelopen jaren heeft een integratie plaatsgevonden van procesverbeteringsmethodieken die hun kracht bewezen hebben. De basis voor dit boek is het 'Continuous Improvement Maturity Model' (CIMM). Dit is een raamwerk waarin alle eerdergenoemde methodieken en bijbehorende instrumenten een heldere plek krijgen. Het beschrijft welke aanpak en welke instrumenten het beste passen bij een bepaald volwassenheidsniveau van de organisatie. Dit model is tot stand gekomen door met tientallen experts en organisaties te praten over welke aanpak het meest succesvol was in een bepaalde situatie. Dit boek geeft daarmee een nieuwe kijk op de manier waarop bekende methodieken en instrumenten het beste kunnen worden toegepast. Het CIMM-model helpt om een strategie en een gedegen plan van aanpak te bepalen. Daarnaast biedt dit boek een naslagwerk van instrumenten die in een bepaalde fase kunnen worden ingezet. Het plan van aanpak en het toepassen van instrumenten dragen bij aan een kortere doorlooptijd, een betere kwaliteit en een betere dienstverlening.

De beklimming naar de 'Top van de berg' is niet altijd eenvoudig. De weg naar boven zit vol met technische en organisatorische obstakels. Om de top te bereiken zal je die obstakels moeten ontdekken en stuk voor stuk moeten wegnemen. Tegelijkertijd is het ook een interessante reis, leerzaam en bevredigend. Houd hierbij het doel van de reis altijd in het oog: het fantastische uitzicht.

Hoe dit boek te gebruiken

Door de jaren heen zijn honderden boeken gepubliceerd over procesverbetering en kwaliteitsmanagement, waaronder veel boeken die specifiek over Lean, Kaizen, TPM of Six Sigma gaan. Dit boek onderscheidt zich van andere boeken omdat het een holistisch overzicht geeft van al deze verbetermethoden, gecombineerd in één raamwerk. De aanpak en alle technieken zijn opgenomen in het 'Continuous Improvement Maturity Model' (CIMM™). Dit raamwerk beschrijft het proces van continue verbetering vanaf het eerste stadium tot het leveren van producten en diensten op het niveau van 'World Class'. Het CIMM raamwerk verbindt Lean, Six Sigma en andere verbeteringsmethoden en bevat de 'best practices' technieken op het gebied van procesverbetering, kwaliteitsmanagement en het ontwikkelen van nieuwe producten. CIMM is een open standaard en wordt onderhouden door de 'Lean Six Sigma Academy' (LSSA).

De structuur van dit boek is gebaseerd op het CIMM raamwerk en volgt de Lean Six Sigma Academy Syllabus voor Yellow Belt [12.] en Orange Belt [13.]. Alle technieken die in deze Syllabi beschreven worden, zullen in dit boek worden behandeld. Het wordt geadviseerd om ook gebruik te maken van het 'Lean Six Sigma Yellow Belt & Orange Belt oefenboek' (ISBN 978-94-92240-04-0). Informatie over het Lean Six Sigma certificeringsproces wordt behandeld in Bijlage A. Door dit boek te registreren op de website van de Lean Six Sigma Academy (www.lssa.eu), krijgt je toegang tot extra voorbeelden en sjablonen.

Degenen die Lean Six Sigma op het niveau van Green of Black Belt willen leren, worden geadviseerd om één van de andere boeken van de reeks 'De Beklimming' of 'Climbing the Mountain' te lezen en gebruik te maken van het bijbehorende oefenboek.

Aangezien een organisatie niet van de ene op de andere dag 'World Class' wordt, is het niet de bedoeling om dit boek in één keer uit te lezen. Het wordt geadviseerd om te beginnen met het lezen van de eerste drie hoofdstukken. Dit zal inzicht geven in de vijf CIMM-levels en op welk niveau de organisatie momenteel opereert. Dit zal verduidelijken welke hoofdstukken interessant zijn om te lezen en welke technieken nuttig zullen zijn om toe te passen. Het CIMM raamwerk geeft inzicht in het bepalen wat de meest geschikte strategie is om van het huidige niveau naar een volgend niveau te komen. Ik wens je veel plezier en succes bij deze 'beklimming'.

Voor de duidelijkheid is dit boek geschreven met mannelijke voornaamwoorden, maar in iedere situatie is het mogelijk om deze te vervangen door een vrouwelijk voornaamwoord.

Voorwoord

Hoe zou het zijn om te werken in een organisatie waar alles voorspelbaar en op rolletjes verloopt? Hoe zou het zijn als je als kwaliteitsmedewerker of proceseigenaar niet meer te maken hebt met fouten of incidenten? Hoe zou het zijn voor een manager als de strategie duidelijk is, iedereen weet wat zijn of haar bijdrage hierin is en er tijd genoeg is voor alle interne projecten? Helaas is de realiteit bij veel organisaties heel anders. Ook al zien organisaties er van de buitenkant vaak mooi uit, er valt nog veel te verbeteren en processen zijn nog lang niet zo stabiel en voorspelbaar als ze graag zouden willen.

Veel organisaties maken momenteel gebruik van Lean Six Sigma als een holistische benadering voor het verbeteren van processen. Deze aanpak wordt aangevuld met principes en technieken van andere verbetermethodieken zoals 'Total Productive Maintenance' (TPM), 'Business Process Management' (BPM) en 'Theory of Constraints' (TOC). Juist de combinatie van de verschillende methodieken helpt organisaties.

Het is belangrijk om je te realiseren dat het toepassen van verbeter technieken slechts één kant van het verhaal is. Wat minstens zo belangrijk is, is het creëren van een cultuur van continue verbetering. Hierin komen zaken aan de orde als visie, strategie, organisatiestructuur, verandermanagement en teamontwikkeling. Dit wordt ook wel de 'zachte' kant van procesverbetering genoemd, maar in de praktijk blijkt dit maar al te vaak het moeilijkste aspect te zijn. Het is namelijk nodig om mensen op een andere manier te laten werken. Het veranderen van medewerkers is echter niet makkelijk. Mensen laten zich niet veranderen, ze kunnen alleen zichzelf veranderen. Om dit voor elkaar te krijgen moeten ze eerst het voordeel van de verandering inzien. Dit vereist leiderschap, inzicht in weerstand en heldere communicatie. Alles bij elkaar is het verbeteren van een organisatie veelomvattend. Ik hoop dat dit boek als een leidraad zal fungeren bij het selecteren van de juiste Yellow en Orange Belt projecten en bij het succesvol uitvoeren van deze projecten.

Ik wil een ieder bedanken die geholpen heeft bij het reviewen van dit boek. In totaal hebben zo'n 25 experts uit diverse bedrijven en organisaties een waardevolle bijdrage geleverd. Verder wil ik de mensen bedanken die een bijdrage geleverd hebben aan het ontwikkelen van het 'Continuous Improvement Maturity Model' dat al veel organisaties geholpen heeft bij het bepalen van hun verbeterstrategie. Dit model is de basis geweest voor dit boek.

H.C. Theisens

“Het lijkt altijd onmogelijk,
totdat het gedaan is.”

- *Nelson Mandela* -

1

World Class

World Class Performance is het hoogste niveau dat een organisatie kan bereiken binnen een bepaalde sector door het ontwikkelen van nieuwe producten en diensten die verwachtingen van klanten overtreffen. Om het niveau van World Class te bereiken, moeten bedrijven producten en diensten ontwikkelen die de beste zijn in de wereld. Het productie- en voortbrengingsproces moeten opereren op het niveau van Operationele Excellence en de organisatie moet continu haar processen verbeteren. De organisatie moet flexibel zijn en in staat zijn om steeds weer met innovatieve producten en diensten te komen.

Het niveau van World Class is niet iets wat binnen een paar maanden tijd kan worden gerealiseerd. Er is geen gebaand pad naar succes. Het bereiken van het niveau van World Class is een lange en lastige weg met successen en tegenslagen. Er zullen veel obstakels zijn op de bochtige weg naar de top. De kans is erg klein dat iedereen die deze reis aanvangt ook daadwerkelijk de top zal bereiken. Sommigen zullen vertraging oplopen, anderen zullen afvallen. Hoewel het geen fijn vooruitzicht is, is dit de enige keuze om concurrerend te blijven, nu en in de toekomst, aangezien concurrenten ook werken aan Continue Verbetering.

1.1 Waardestrategieën

1.1.1 Operational Excellence

De Operational Excellence strategie richt zich op een optimaal voortbrengingsproces op basis van de verwachting van de klant, zonder fouten, op tijd en op een kostenefficiënte manier. Het is een filosofie waar het oplossen van problemen, teamwork en leiderschap resulteren in het continu verbeteren van het voortbrengingsproces. Managers op dit gebied zijn vaak gecentraliseerd, in combinatie met een sterke organisatorische discipline en een gestandaardiseerde, gestroomlijnde operatie. De focus ligt op het continu verbeteren van de operationele processen. Voorbeelden van bedrijven die deze strategie volgen zijn onder meer hoogvolume-bedrijven, zoals de automotieve en transactionele sector waaronder banken, verzekeraars en internetbedrijven. Ze zijn actief in een volwassen en vercommercialiseerde markt.

1.1.2 Fysieke versus transactionele processen

In het algemeen kunnen processen worden opgesplitst in twee groepen. De eerste groep bestaat uit 'Fysieke processen' terwijl de tweede groep bestaat uit 'Transactionele processen'. De meeste bedrijven houden zich bezig met beide soorten processen, maar richten zich voornamelijk op één groep. In Tabel 1.1 is een overzicht te vinden met voorbeelden van beide soorten processen.

Hoewel zowel Lean als Six Sigma hun oorsprong in de industrie vinden, worden deze methodieken ook vaak toegepast binnen dienstverlenende bedrijven. Echter, voordat Lean Six Sigma succesvol in een transactionele omgeving kan worden toegepast, is het goed om te beseffen wat de verschillen en overeenkomsten zijn tussen fysieke en transactionele processen:

- Transactionele omgevingen hebben meer behoefte aan snelle verandering, aangezien de behoeften van de klant vaker veranderen.
- Onderhandenwerk in transactionele omgevingen is minder zichtbaar en tastbaar, omdat het bestaat uit elektronische data in systemen.
- Transacties binnen een proces vinden plaats in computersystemen die zijn verbonden met meerdere locaties, soms over de hele wereld, terwijl productieprocessen meer gecentraliseerd zijn binnen dezelfde locatie.
- Onderhoud heeft een andere betekenis binnen transactionele omgevingen, omdat software en algoritmes niet slijten zoals machines en gereedschappen. Desalniettemin kunnen computersystemen het begeven en kan software vastlopen.
- Transactionele processen hebben in het algemeen meer wachttijd dan in manufacturing. In de meeste gevallen is dit het gevolg van veel verschillende processtappen die goedkeuring vereisen. Ook wordt in transactionele omgevingen veel minder volgens het 'First In First Out' (FIFO) principe gewerkt.
- Transactionele processen zijn minder data-gestuurd. Data worden weliswaar geregistreerd, maar zitten vaak diep verborgen in meerdere systemen. Mensen zijn zich niet bewust van deze data of hebben geen toegang hiertoe. Dit maakt analyse moeilijk. Als gevolg hiervan zijn beslissingen vaker gebaseerd op meningen dan op feiten.
- Binnen transactionele processen zijn fouten relatief onzichtbaar en niet evident totdat ze worden ervaren door de klant. De kwaliteit van het eindproduct is vaak goed of slecht, terwijl in productie de producten vaker variëren tussen goed en slecht.
- Data binnen transactionele processen zijn heel vaak discreet (bijv. aantal fouten), terwijl data in productieprocessen vaker continue zijn (bijv. gemiddelde en standaarddeviatie van een afmeting). Als gevolg daarvan zijn sommige Six Sigma technieken moeilijker toe te passen.

Als je al de voorbeelden hierboven leest, zal je waarschijnlijk denken dat Lean Six Sigma moeilijk toe te passen is in dienstverlenende bedrijven. Dit is niet het geval, hoewel het wel een andere aanpak vereist. Transactionele processen bieden juist grote kansen voor verbetering, aangezien er meer laaghangend fruit is en er langere wachttijden bestaan. Als je in staat bent om processen te beschrijven, activiteiten te standaardiseren, prestaties te visualiseren, gegevens te verzamelen en medewerkers mee te nemen in het veranderproces, kun je grote doorbraken bewerkstelligen.

Tabel 1.1. *Overzicht van processen*

Sector	Soort proces
Fysieke processen (Productie)	Montage, assemblage
	Vormen, lassen, snijden enz.
	Chemische verwerking
	Samenstelling, afwerking
	Zorg, verzorging (patiënten)
	Retail, restaurants
	Distributie, transport en logistiek
Transactionele processen (Service)	Bouw
	Planning
	Productontwikkeling, IT ontwikkeling
	Financiële transacties
	Inkoop, verkoop
Klantenservice	
	HRM

1.2 Geschiedenis van continu verbeteren

In de afgelopen jaren zijn de Lean en Six Sigma filosofieën gefuseerd tot Lean Six Sigma als complete aanpak voor procesverbetering. Het is een combinatie van Lean Manufacturing en Six Sigma en maakt gebruik van een gecombineerde set van zowel Lean als Six Sigma technieken. Het omvat ook de best practices van andere verbetermethoden, zoals Total Quality Management, Total Productive Maintenance en Theory of Constraints. Lean Six Sigma bevat een gemeenschappelijk doel om doorlooptijd te verkorten, operationele kosten te reduceren en de kwaliteit te verbeteren. De combinatie van de synergieën van Lean en Six Sigma biedt organisaties een hogere leverbetrouwbaarheid, minder variatie en meer resultaat (Michael L. George).

1.2.1 Geschiedenis van Total Quality Management, Lean & Six Sigma

De oorsprong van het beheren van kwaliteit gaat duizenden jaren terug. De bouw van de grote piramides van Cheops in 2560 voor Christus kon niet plaats hebben gevonden zonder Kwaliteitsmanagement. Zelfs vandaag is men nog steeds verbaasd over de manier waarop de 5,5 miljoen ton kalksteen, 8.000 ton graniet en 500.000 ton cement zijn gebruikt bij de bouw van de Grote Piramide (Romer, 2007). De nauwkeurigheid van de afwerking van de piramides is zodanig dat de vier zijden van de basis een gemiddelde afwijking van slechts 58 millimeter in lengte hebben (Cole, 1925). De basis is horizontaal en vlak tot op ± 15 mm (Lehner, 1997). De verhouding van de omtrek tot de hoogte is gelijk aan 2π met een nauwkeurigheid die hoger is dan 0,05%. *“Hoewel de oude Egyptenaren de waarde van π niet precies konden definiëren, kunnen we concluderen dat ze deze in de praktijk wel degelijk hebben gebruikt”* (Verner, 2003).

In de afgelopen twee eeuwen is de ontwikkeling snel gegaan en worden vier industriële revoluties onderscheiden. De eerste industriële revolutie (1780-1850) wordt gekenmerkt door de stoommachine. In 1777 werd, in een mijngroeve in Cornwall, de eerste stoommachine van James Watt opgesteld. Met de komst van de stoommachine werd het mogelijk om arbeid geleverd door mensen, dieren of molens, te vervangen door een machine. Deze periode kenmerkt de overgang naar nieuwe productieprocessen.

De tweede industriële revolutie (1850-1970), ook wel bekend als de technologische revolutie, was een periode van de gehele industriële revolutie. Het bekendste voorbeeld van de tweede industriële revolutie is de productielijn van Ford. Henry Ford ontwierp zijn eerste lopende assemblageband in 1913 voor de T-Ford en ontketende hiermee een revolutie. Het was Henry Ford's doel om 'de wereld op wielen te zetten' en een betaalbare auto voor het grote publiek te produceren, met het meest eenvoudige ontwerp tegen de laagst mogelijke kosten. Deze assemblagelijnd werd wereldwijd de maatstaf voor massaproductiemethodes. De introductie van de dieselmotor in 1894, als alternatief voor de stoommachine, leverde een belangrijke bijdrage in de verdere ontwikkeling van productielijnen. De Eerste en Tweede Wereldoorlog hebben een grote invloed gehad op de ontwikkeling van massaproductie.

De derde industriële revolutie (1970-2010) wordt gekenmerkt door de introductie van de computer in de jaren vijftig. Digitalisering maakte het mogelijk om data van analoge gegevensdragers naar digitale gegevensdragers over te zetten. Hierdoor kon informatie eenvoudig en overal ter wereld worden gedeeld en geraadpleegd. Mede hierdoor werd het voor bedrijven mogelijk te globaliseren. Productie en levering konden wereldwijd plaatsvinden, waardoor schaalvoordelen werden gerealiseerd. Voorbeelden van de derde industriële revolutie zijn het gebruik van 'Programmable Logic Controllers' (PLC's), 'Computer Aided Design & Manufacturing' (CAD/CAM), mechatronica en robotica. De eerste toepassing van robotisering zijn gedaan in de automobiellndustrie, waar o.a. laswerkzaamheden en assemblagewerkzaamheden door robots werden verricht.

Momenteel staan we aan het begin van de vierde industriële revolutie (i4.0), SMART Industry genoemd. Hierin spelen de digitale revolutie en de opkomst van internet een belangrijke rol. Dit wordt ook wel 'Internet of Things' (IoT) of 'Internet of Everything' (IoE) genoemd. Deze technologie introduceert een servicementaliteit in de industrie, zoals we dat in de afgelopen jaren al hebben meegemaakt door de opkomst van Smartphones en Apps. Daarnaast zullen machines, goederen en onderdelen onderling met elkaar gaan communiceren over planning, bewerkingen die moeten worden ondergaan en grondstoffen die nodig zijn. Technische disciplines zoals machinebouw, elektrotechniek en IT worden nog verder geïntegreerd. SMART Industry zal de wereld de komende decennia drastisch veranderen en zal nieuwe business modellen vereisen. Dit is een bedreiging voor diegenen die 'stil staan', terwijl het kansen biedt voor diegenen die in beweging komen [zie sectie 1.1.1].

De geschiedenis van kwaliteitsmanagement

Het concept van kwaliteit zoals we dat tegenwoordig kennen is voor het eerst naar voren gekomen tijdens de tweede industriële revolutie. Daarvoor werden goederen van het begin tot het eind door dezelfde persoon of door een team van mensen vervaardigd, door middel van handwerk en het bewerken van het product totdat werd voldaan aan de kwaliteitscriteria. De massaproductie bracht grote teams van mensen samen om aan specifieke stadia van het product te werken, niet een specifiek individu was dus meer verantwoordelijk voor het product van begin tot eind. In de late 19^{de} eeuw hebben pioniers zoals Frederick Winslow Taylor en Henry Ford de beperkingen onderkend van de methoden die werden gebruikt in de massaproductie en de wisselende kwaliteit van de output. Henry Ford (1863-1947) was de oprichter van Ford Motor Company en adopteerde de assemblagelijnen en massaproductie. Velen beweren dat Lean is begonnen bij Henry Ford. Aanvankelijk was dit meer een Lean-initiatief dan een kwaliteitsinitiatief. Elke T-Ford werd geleverd in elke gewenste kleur, zolang het maar zwart was, en met een gereedschapskist in de kofferbak. Pas later werd door Ford meer focus gelegd op standaardisatie van ontwerp en componenten om een meer constante kwaliteit te garanderen. De verantwoordelijkheid van de kwaliteitsafdeling werd uitgevoerd door middel van inspectie van het product.

Walter Andrew Shewhart (1891-1967) was een Amerikaanse natuurkundige en bekend als de vader van de statistische kwaliteitscontrole. Hij heeft de grondslag gelegd voor de controlekaart en het omzetten van het productieproces naar een staat van statistische procesbeheersing. Hij is ook de bedenker van de 'Plan-Do-Check-Act' cirkel of PDCA-cirkel (destijds PSDA genoemd). De toepassing van statistische controle heeft zich ontwikkeld tijdens de Tweede Wereldoorlog, waar kwaliteit een cruciaal onderdeel van de oorlog werd. Sir Ronald Aylmer Fisher (1890-1962) was een Engelse statisticus. Volgens sommigen creëerde hij de basis voor de moderne statistische wetenschap. Eén van de belangrijke bijdragen aan de Statistiek zijn onder meer de 'Analysis of Variance' (ANOVA) en de 'Design of Experiments' (DOE).

Na de Tweede Wereldoorlog hebben de Japanners de zienswijzen van de Amerikanen Joseph M. Juran (1904-2008) en W. Edwards Deming (1900-1993) geïntroduceerd. Juran was een managementconsultant en ingenieur. Hij schreef een aantal invloedrijke boeken over kwaliteitsmanagement. Het bekendste werk van hem is de 'Juran Trilogy' die is samengesteld uit drie managementprocessen: kwaliteitsplanning, kwaliteitscontrole en kwaliteitsverbetering. Hij was één van de eersten die heeft geschreven over de 'Cost of Poor Quality' (COPQ). Hij is ook bekend om de 'Vital few versus Useful many' uitspraak, ook bekend als de Pareto grafiek of de '80/20-regel'. Deming was een statisticus naar wie de Deming Prijs voor de kwaliteit is vernoemd (1951). Deming riep de PDCA-cirkel uit tot de oplossing van de problemen van Shewhart. Er wordt beweerd dat Deming meer invloed op de Japanse productie en het bedrijfsleven heeft gehad dan elk ander individu met een Japanse achtergrond. Toen hij in 1993 overleed, begon hij net bekend te worden en erkenning te krijgen in de Verenigde Staten.

Massaki Imai (geboren in 1930) is een Japanse organisatiethoreticus en managementconsultant, bekend om zijn werk over kwaliteitsmanagement, vooral over Kaizen. In 1986 heeft hij het Kaizen-Instituut opgericht om westerse bedrijven te helpen met het introduceren van de concepten, systemen en technieken van Kaizen.

Kwaliteitsmanagement kwam pas veel later in de Verenigde Staten opzetten, als directe reactie op de kwaliteitsrevolutie in Japan. In de jaren '70 werden Amerikaanse industriële sectoren, zoals de auto- en elektronicasector, sterk beïnvloed door de concurrentie van Japan op het gebied van kwaliteit. De Amerikaanse reactie werd bekend als 'Total Quality Management' (TQM) en bestaat uit het continu verbeteren van de mogelijkheid om kwalitatief hoogwaardige producten en diensten te leveren aan klanten. TQM rust meestal zwaar op de eerder ontwikkelde technieken van de kwaliteitscontrole. TQM kreeg veel aandacht in de late jaren '80 en vroege jaren '90 alvorens te worden overschaduwd door ISO 9001, Lean Manufacturing en Six Sigma. Veel van de principes en technieken zijn echter nog steeds aanwezig in de huidige Kwaliteitsmanagement programma's.

De geschiedenis van Lean manufacturing

Lean Manufacturing richt zich op stabiliteit, voorspelbaarheid en de eliminatie van verspilling, ook wel Waste of Muda genoemd. Lean Manufacturing begon met Henry Ford, die de eerste persoon was om een heel productieproces daadwerkelijk te integreren. Hij deed dit door fabricagestappen in procesvolgorde te plaatsen met behulp van gestandaardiseerd werk en verwisselbare onderdelen. Ford noemde dit 'Flow' productie (1913). Het probleem met het Ford-systeem was het onvermogen om met variatie om te gaan. Zoals gezegd werd het T-model beperkt tot één kleur en één configuratie. Het gevolg was dat alle chassis van het T-model in wezen identiek waren tot het einde van de productie in 1926.

In de jaren 1930 en net na de Tweede Wereldoorlog (1950), hebben managers van Toyota, waaronder Kiichiro Toyoda en Taiichi Ohno, een aantal bezoeken gebracht aan de Ford fabriek. Terwijl Ford op dat moment 8.000 voertuigen per dag produceerde, had Toyota slechts 2.500 auto's geproduceerd in 13 jaar. Toyota wilde de productie opkrikken, maar miste de financiële middelen die nodig waren om de enorme hoeveelheid voorraad en subassemblages te verkrijgen, zoals die te vinden waren in de Ford fabriek. Ze bedachten dat een reeks eenvoudige innovaties het mogelijk zouden maken om zowel de continuïteit in de procesflow te behouden als een grote variatie van producten aan te bieden. Kort daarna ontwikkelde Toyota haar befaamde 'Toyota Productie Systeem' (TPS). Het TPS heeft enkele ideeën van Ford overgenomen, maar bevat daarnaast de filosofie van 'Just In Time' (JIT), het 'Pull' concept' en het 'Jidoka' concept, om de problemen en hoge kosten van grote voorraden te voorkomen. De Lean-filosofie is grondig beschreven in het boek 'The machine that changed the world' (Womack en Jones, 1990) en in een volgende editie, 'Lean Thinking' (1996), die specifiek beschrijft wat de vijf Lean-principes inhouden [zie hoofdstuk 6].

In 2008 werd Toyota 's werelds grootste autoproducent. In de afgelopen twee decennia heeft Toyota's voortdurende succes een enorme vraag naar meer kennis over Lean Thinking gecreëerd. Er zijn letterlijk honderden boeken, artikelen en andere bronnen beschikbaar over Lean Management.

Lean Thinking of Lean Management zijn op grote schaal verspreid over de gehele wereld. Lean-principes en technieken worden gebruikt in de productie, logistiek en distributie, dienstverlening, handel, gezondheidszorg, bouw, onderhoud en zelfs in de publieke sector met als gemeenschappelijk doel de doorlooptijd te verkorten, de operationele kosten te verlagen en tegelijkertijd de kwaliteit te verbeteren. Eén van de belangrijkste activiteiten binnen de Lean-programma's is de identificatie en eliminatie van verspilling (Waste; Muda).

De Geschiedenis van Six Sigma

Het was 1979 toen Motorola na een pijnlijk proces van zelfontdekking begon te beseffen in welke mate zij marktaandeel had verloren in veel belangrijke segmenten, zoals televisies, autoradio's en halfgeleiders. In datzelfde jaar, tijdens een vergadering, stelde de president en CEO van Motorola Bob Galvin de vraag: 'Wat is er mis met ons bedrijf?' Daarop begonnen veel managers en zakelijke leiders de standaard, politiek correcte, excuses op te noemen. De schuld lag bij de Japanners, bij de economie in het algemeen en zwak onderzoek.

Terwijl dit allemaal gaande was, hoorde men een eenzame stem luid en duidelijk van achteren uit de zaal zeggen: 'Ik zal u vertellen wat er mis is met dit bedrijf ... onze kwaliteit is slecht!' Die stem was van Art Sundry, een sales manager voor Motorola's meest winstgevende business op dat moment. Iedereen dacht dat hij zou worden ontslagen voor zijn uitgesproken mening. Hoe kon iemand zo'n opmerking maken in zulke moeilijke en turbulente tijden? Zeker was dat Motorola altijd één van de beste fabrikanten ter wereld was geweest en dat nog steeds was, ongeacht de moeilijke situaties waarmee het werd geconfronteerd (Mikel J. Harry, www.mikeljarry.com).

Motorola bevond zich op een belangrijk keerpunt in haar geschiedenis. Het kon doorgaan in deze neerwaartse trend ten opzichte van concurrenten, of het kon deze trend met een ambitieuze cultuurverandering en kwaliteitsverbetering doorbreken. Dit was het moment dat Motorola begon aan een zoektocht naar manieren om verspilling te elimineren en de kwaliteit te verbeteren. Twee Motorola ingenieurs, Bill Smith en Mikel Harry, worden geroemd voor hun baanbrekend werk gericht op het verbeteren van processen en het vinden en oplossingen voor problemen. Hun werk rondom het verbeteren van processen, kennis van toleranties en het vertalen van 'Critical-to-Quality' kenmerken in het ontwerpproces legden voor een groot deel de basis voor wat vandaag Six Sigma wordt genoemd.

Six Sigma richt zich in de basis op het verminderen van variatie in het denkbare deel van het proces. Minder variatie leidt tot minder afkeur, een stabielere kwaliteit en lagere kosten. Deze aanpak kreeg de naam 'Six Sigma'. Het Six Sigma kwaliteitsprogramma van Motorola was zo radicaal dat managers werden gedwongen om anders te denken over het bedrijf. Het toepassen van deze concepten in de productie van elektronica van Motorola leverde binnen 4 jaar \$ 2.2 miljard op en binnen 15 jaar \$ 16 miljard. De CEO van Motorola, Bob Galvin, refereerde aan het werk van Bill Smith en Mikel Harry voor het behalen van deze resultaten.

Een van de bedrijven die de Six Sigma filosofie omarmde was General Electric (GE). De voorzitter van GE, Jack Welch, werd verteld dat Six Sigma een diepgaand effect op de kwaliteit van GE zou kunnen hebben. Hoewel hij eerst sceptisch was, startte Welch met een grote campagne onder de naam 'The GE-Way'. Hij maakte een officiële aankondiging betreffende dit kwaliteitsinitiatief tijdens de jaarlijkse bijeenkomst van de 500 topmanagers van GE in januari 1996. Welch beschreef het programma als 'De grootste kans voor groei, hogere winstgevendheid en individuele tevredenheid van de medewerkers in de geschiedenis van het bedrijf'. Zijn doel was om de kwaliteit naar een geheel nieuw niveau te brengen en een Six Sigma kwaliteitsbedrijf te worden door bijna defectvrije producten te produceren en bijna defectvrije diensten te leveren. Zijn bedoeling was om kwaliteit te laten doordringen in alle delen van het bedrijf. Hij noemde Six Sigma later 'Het moeilijkste doel', maar zei ook dat dit 'Het belangrijkste initiatief was dat GE ooit had ondernomen'. General Electric bespaarde meer dan \$ 12 miljard door middel van Six Sigma in de eerste vijf jaar na de implementatie.