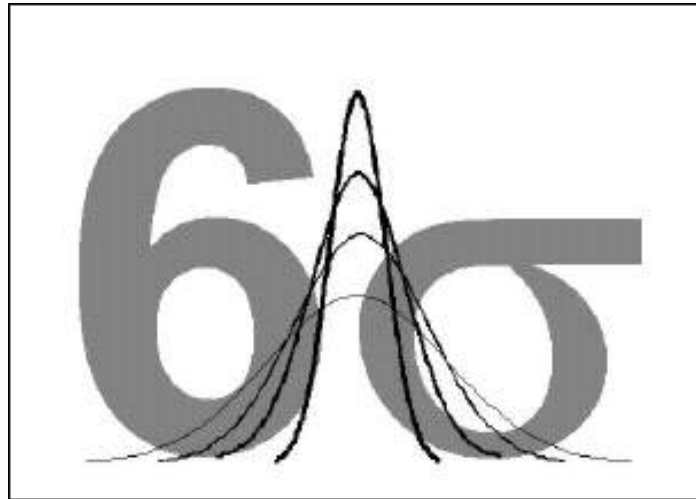


Six Sigma

D.A. Sloog



BWI-werkstuk, Januari 2008
Begeleider: Prof. dr. R.D. van der Mei
Vrije Universiteit Amsterdam
Faculteit der Exacte Wetenschappen
De Boelelaan 1081a
1081 HV Amsterdam

Management Samenvatting

Six Sigma is een kwaliteitmanagementbenadering om de operationele prestaties van een organisatie te verbeteren door middel van tekorten in de processen van de organisatie te identificeren.

Bij Six Sigma is deels uitgegaan van statistische procesbeheersing (SPC). Letterlijk wordt Six Sigma gedefiniëerd als een foutenmaat. Bij een waarde van 6σ (sigma) is het aantal defecten niet meer dan 3,4 per miljoen mogelijkheden. In die zin is de waarde van 6σ symbool voor het streven naar (bijna) perfectie.

De achterliggende filosofie is dat processen alleen kunnen worden beheerst en verbeterd als er inzicht is in deze processen. Six Sigma is gebaseerd op statistisch denken. Daarnaast wordt er een vaste methodologie gebruikt om problemen op te lossen, namelijk de DMAIC-methodologie. DMAIC is een acroniem voor Define-Measure-Analyse-Improve-Control. Als een organisatie de DMAIC cyclus zorgvuldig doorloopt leidt dit tot grote verbeteringen binnen de organisatie. Doordat DMAIC 'repetierend' is wordt een proces continue verbeterd. Hierdoor komt het proces steeds een stapje dichterbij perfectie en het niveau van 6σ .

Uit de case "The Coffee Company" is gebleken dat Six Sigma grote besparingen in de kosten oplevert. In het geval van The Coffee Company bespaarde deze organisatie al bijna € 900.000 op een omzet van € 9,5 miljoen. De kosten die de trainingen voor de managers en overige werknemers met zich meebrengen wegen niet op tegen de bedragen die de organisatie bespaart.

Samenvattend, Six Sigma is effectief en methoden als Six Sigma zijn nodig in een samenleving waarin klanten steeds veeleisender worden en de concurrentie moordend is.

Executive Summary

Six Sigma is a quality management methodology to improve the operational performance of an organization by identifying and improving the short comings of an organization.

Six Sigma uses Statistical Process Control (SPC) as underlying approach. Literally Six Sigma can be seen as a defect rate. With a rate of 6σ (sigma) the number of defects are less than 3,4 per million opportunities. In that case the value of 6σ is symbol for (almost) perfection.

The philosophy behind Six Sigma is that processes can only be controlled and improved when there is apprehension in the processes, so when the process is transparent. Six Sigma is based on statistic thinking. Besides this, a certain methodology is used to solve problems, called the DMAIC-cycle. DMAIC stand for Define-Measure-Analyse-Improve-Control. If an organization is able to complete the DMAIC cycle successfully, it will lead to big improvements inside this organization. Because of the fact that DMAIC is a repeating technique, the process will be constantly improved. With each improving step, the process is a step closer to perfection. Finally the process reaches the level of 6σ and the process can be defined as 'perfect'.

The case "The Coffee Company" has shown that Six Sigma will save a lot of money. In the case of the Coffee Company this organization saved almost € 900.000 compared to a cash flow of € 9,5 million. The costs which are made by training the managers and employees to make them Six Sigma professionals will be nothing compared to the savings the organization will make.

So we can conclude that Six Sigma is effective and those methods like Six Sigma are needed in this economic environment where customers are extremely demanded. and the competition is killing.

1 Voorwoord

Eén van de onderdelen van de studie BedrijfsWiskunde en Informatica (BWI) is het schrijven van een BWI-werkstuk. De inhoud van het werkstuk moet bestaan uit een onderzoek over een onderwerp dat in het vakgebied van de BedrijfsWiskunde en Informatica ligt.

In dit werkstuk zal een literatuuronderzoek worden gedaan naar de Six Sigma management methodologie. Een verdere probleemstelling zal worden beschreven in de inleiding van dit werkstuk.

Ik wil Rob van der Mei bedanken voor zijn bijdrage aan het kiezen van een onderwerp en zijn begeleiding tijdens het schrijven van dit werkstuk, en ik wil iedereen veel plezier wensen bij het lezen van dit verslag.

David Sloog
Januari 2008

Contents

1	Voorwoord	5
2	Introductie	7
3	Six Sigma	8
3.1	Wat is Six Sigma precies?.....	8
3.2	Wat is er anders aan Six Sigma?.....	8
3.3	Waar komt Six Sigma vandaan?.....	9
3.4	Waar komt de term Six Sigma vandaan?.....	9
3.5	Verifiëren van de sigma's	12
3.6	Six Sigma als doelstelling.....	14
3.7	Six Sigma als Management Systeem	15
4	Six Sigma in een organisatie.....	16
4.1	Six Sigma implementeren	16
4.1.1	Oprit 1. De organisatietransformatie.....	16
4.1.2	Oprit 2 Strategische verbetering	16
4.1.3	Oprit 3 Probleem oplossen.....	17
4.2	Rollen managers en medewerkers	17
5	Het oplossingsproces van Six Sigma - DMAIC	19
5.1	Het probleemoplossingmodel van DMAIC	19
5.2	DMAIC fases	20
5.3	Geschikte technieken voor DMAIC.....	22
6	Relationele reconstructie van Six Sigma	24
6.1	Reconstructie van Business context.....	24
6.2	Reconstructie van Stepswise strategy	25
6.3	Reconstructie van Tools and Techniques	26
7	Toepasbaarheid van Six Sigma	27
7.1	toepassingsgebied	27
7.2	Alternatieven voor Six Sigma.....	28
7.3	Voor- en nadelen Six Sigma	29
7.4	Kosten Six Sigma.....	30
8	Casus The Coffee Company	31
9	Conclusie.....	35
10	Bijlagen	37
10.1	Bijlage 1	37
11	Literatuurlijst.....	38

2 Introductie

Elk bedrijf heeft er last van: fouten die ontstaan tijdens een productieproces en die enorme schade en kostenposten tot gevolg hebben. De kosten van het herstellen van fouten, het verminderen van schade en het onvoldoende vermijden van inefficiënties kunnen hoog oplopen. Dit geldt ook voor de kosten van gebrekkige informatie en daarop gebaseerde beslissingen. Deze kosten kunnen zelfs een potentieel succesvol bedrijfsproces laten falen, omdat een kostendekkende prijs klanten afschrikt en concurrenten doet likkebaarden. Wellicht is nog het ergste dat de moeite nog veel te weinig wordt genomen om de nauwelijks verborgen schat van harde cijfers te vinden en goed te gebruiken. Inzicht in de feiten helpt namelijk echt om deze kosten tot een minimum te beperken en kwaliteit te verbeteren.

Eén van de meest gebruikte methodes van de afgelopen decennia om deze kosten te minimaliseren en de kwaliteit te verbeteren is Six Sigma. Six Sigma heeft al voor een aantal grote bedrijven (zoals Motorola, General Motors, Sony, Nokia en American Express) de kosten met honderden miljoenen euro's gereduceerd.

Sinds Six Sigma grootschalig bij General Electric werd toegepast en daar voor enkele miljarden euro's heeft bespaard is deze methode helemaal 'hot'. Maar wat is Six Sigma nou precies? Wat doet het? Waardoor komt het dat deze methode van die enorme besparingen oplevert? Waar komt het vandaan? Wat is het verschil met andere kwaliteitsmanagement methodologiën, zoals het bekende Japanse Kan Ban systeem? En als het zo goed is als men beweert waarom gebruikt niet elk bedrijf deze kwaliteitsmanagement methodologie dan niet?

In dit verslag wordt antwoord gegeven op deze vragen en worden de gevolgen en de voor- en nadelen van Six Sigma in kaart gebracht.

3 Six Sigma

3.1 Wat is Six Sigma?

Six Sigma (6σ) is een kwaliteitsmanagement methodologie die ondernemingen de hulpmiddelen biedt om de kwaliteit van hun bedrijfsprocessen te verbeteren. Hierbij gaat het om een stijging van de prestatie en een daling van de variaties in een proces. Beide activiteiten leiden tot vermindering van defecten en toename van winsten, werknemersmoreel en productkwaliteit.

Six Sigma reduceert de variatie in productie- en bedrijfsprocessen. Het stelt de eisen van de klant voorop en maakt gebruik van feiten en data om vaart te zetten achter betere oplossingen. Six Sigma activiteiten richten zich op drie belangrijke gebieden:

- Klanttevredenheid verbeteren
- Doorlooptijd verkorten
- Gebreken verminderen

Verbeteringen op deze gebieden houden doorgaans indrukwekkende kostenbesparingen voor de organisatie in. Er wordt namelijk gestreefd naar een proces dat slechts 3.4 fouten per miljoen mogelijkheden maakt, dus naar een proces dat nagenoeg perfect presteert. Een perfect proces vergroot de kansen om klanten te behouden, nieuwe markten te veroveren en een reputatie op te bouwen voor producten en diensten. Six Sigma heeft als doel processen te verbeteren.

Doordat Six Sigma een kwaliteitsmanagement methode is die streeft naar een foutpercentage dat nagenoeg gelijk is aan nul, is het een methodologie die geschikt is voor elk proces waar fouten gemaakt worden.

Hoewel Six Sigma het meten en analyseren van de bedrijfsprocessen van een organisatie inhoudt, is het niet alleen maar een kwaliteits-initiatief; het is ook een organisatie-initiatief. Om het doel van Six Sigma te bereiken is meer nodig dan kleine stapsgewijze verbeteringen. Het concept vraagt om doorbraken op elk gebied.

Six Sigma is een verbintenis van het totale management aan excellent presteren, aan klantgerichtheid en proces verbetering. Het is ook een filosofie. Bij Six Sigma gaat het erom dat elk onderdeel van de organisatie in staat wordt gesteld beter te voldoen aan de veranderende behoeften van klanten, markten en technologieën. Hetgeen direct voordelen oplevert voor medewerkers, klanten (en aandeelhouders).

3.2 Wat is er anders aan Six Sigma?

Op het gebied van Kwaliteitsmanagement bestaan al een aantal management-methodieken. Zo ontstond ongeveer twintig jaar geleden Total Quality Management (TQM). TQM was in die tijd zeer populair en nu wordt nog steeds toegepast in bedrijven. TQM is een bedrijfsfilosofie, waarbinnen het er op neer komt dat alles wat een organisatie doet, er op gericht moet zijn om alle belanghebbenden op een zo efficiënt mogelijke manier tevreden te stellen. Dit systeem, dat ook op verbeteringen was gericht,

werd door de jaren heen minder populair en stierf uiteindelijk in veel bedrijven aan een langzame en stille dood.

Six Sigma is als het ware een uitbreiding op TQM. Wat Six Sigma echter anders maakt is dat Six Sigma drie wezenlijke kenmerken heeft waarmee het zich onderscheidt van andere kwaliteitsprogramma's uit het verleden.

1. *Six Sigma richt zich op de klant*

Six Sigma houdt duidelijk zicht op de behoeften van (externe) klanten. Het is bijna een obsessie.

2. *Six Sigma projecten leveren belangrijke rendementen op investeringen*

Bij General Electrics bijvoorbeeld resulteerde het Six Sigma programma in de volgende kosten tegenover de opbrengsten:

- 1996: 200 miljoen dollar kosten tegenover 150 miljoen dollar opbrengsten
- 1997: 400 miljoen dollar kosten tegenover 600 miljoen dollar opbrengsten
- 1998: 400 miljoen dollar kosten tegenover 1 miljard dollar opbrengsten

3. *Six Sigma verandert de werkwijze van het management*

Six Sigma houdt veel meer in dan het verbeteren van processen. In alle geledingen van de organisatie leren topmanagers en leiders de instrumenten en de concepten van Six Sigma: nieuwe denkwijzen en planningsmethoden nieuwe uitvoeringsmethoden om tot resultaten te komen, dus om de ideeën betreffende slimmer (en niet harder) werken in de praktijk te brengen.

Daarnaast wordt bij Six Sigma in hoge mate uitgegaan van statistische procesbeheersing (SPC) als onderliggende methodiek. Processen kun je pas goed beheersen als je weet hoe elk proces verloopt en om dat te weten, moet er gemeten worden: 'meten is weten'. Dit is de basis van Six Sigma.

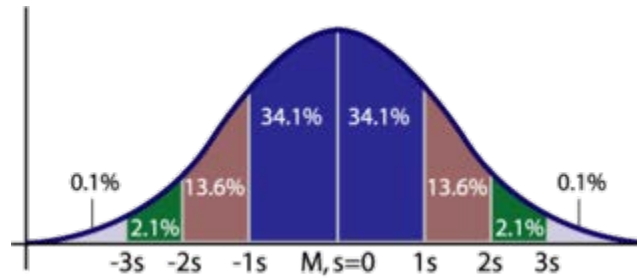
3.3 Waar komt Six Sigma vandaan?

Six Sigma is ontstaan bij Motorola midden jaren '80. Door grote problemen met productkwaliteit en klanttevredenheid was het tijd voor een oplossing. Hieruit Six Sigma ontstaan. Later is één van de bedenkers een consultancybedrijf begonnen en heeft hij met een partner een boek uitgegeven waarin Six Sigma werd beschreven. Six Sigma kreeg grotere bekendheid toen het grootschalig bij General Electric werd toegepast en daar zeer effectief bleek te zijn. Andere bedrijven zagen toen de kracht van Six Sigma in en zijn het hierdoor ook toe gaan passen.

3.4 Waar komt de term Six Sigma vandaan?

De naam Six Sigma is afgeleid uit de statistiek. In de statistiek is namelijk sigma(σ) een maat voor de spreiding van een variabele en is afgeleid van de Griekse letter σ welke staat voor de afwijking. De afwijking, ook wel standaarddeviatie genoemd, van een variabele, kan berekend worden door de wortel te trekken uit de variantie. De variantie is in de statistiek een maat voor de "breedte" van een verdeling en kan gezien worden als gemiddelde van de kwadraten van de afwijkingen van de waarden ten opzichte van de

gemiddelde waarde. Door hier de wortel van te nemen wordt er een gemiddelde afwijking van het gemiddelde verkregen, de standaarddeviatie. Het voordeel van de standaarddeviatie is dat het in dezelfde eenheid wordt uitgedrukt als het gemiddelde, waardoor er zinnige dingen gezegd kunnen worden over kansen op bepaalde waarden die in een interval vallen, gedefinieerd door het gemiddelde plus of min een aantal malen de standaarddeviatie.



Grafiek 1: normale verdeling

Bij normale verdelingen kunnen over deze intervallen de volgende dingen gezegd worden:

- 68,2% van alle waarden valt ten hoogste in een interval van het gemiddelde plus en min de standaarddeviatie.
- 95,4% van alle waarden valt ten hoogste in een interval van het gemiddelde plus en min 2 keer de standaarddeviatie.
- 99,6% van alle waarden valt ten hoogste in een interval van het gemiddelde plus en min 3 keer de standaarddeviatie.

Binnen Six Sigma komt de spreiding van 2σ overeen met een betrouwbaarheidsinterval van 95,4%. Een betrouwbaarheidsinterval zegt wat over de spreiding van een variabele. Zo betekent een betrouwbaarheidsinterval van 95% dat er met 95% zekerheid gezegd kan worden dat de waarde van de variabele binnen dit interval valt. Met andere woorden, de kans dat de waarde van de variabele in dit interval ligt is 95%.

Een voorbeeld te verduidelijking. De spreiding van een variabele, zoals het aantal defecten per pagina, wordt gekoppeld aan de eisen van de klant. Denk bijvoorbeeld aan het aantal spellings-, grammatica-, typefouten en feitelijke onjuistheden per krantenpagina. Een paar fouten of onjuistheden ("defecten") per pagina is mogelijk acceptabel voor de lezer, maar bij 100 of meer defecten per pagina zullen veel abonnees opzeggen. Dan wil de eigenaar van de krant natuurlijk niet dat er een grote kans aanwezig is dat er zoveel fouten op een pagina staan. Die zou veel liever 1 fout per pagina zien met een spreiding 1 fout of iets dergelijks.

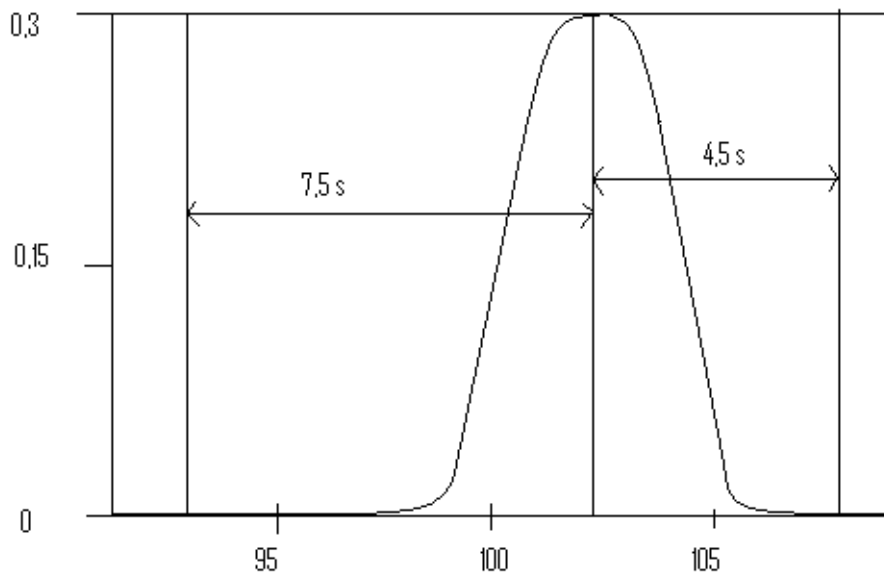
Strikt genomen wordt er bij Six Sigma volgens de theorie met de standaard normale kansverdeling 2 fouten per miljard stappen gemaakt. Echter bij een proces wordt in de praktijk op de lange termijn vrijwel altijd een 'shift' terug van 1,5 sigma waargenomen omdat het proces zich op lange termijn stabiliseert. Doordat er verbeteringen in het proces plaatsvinden, zullen er minder fouten optreden. Hierdoor ontstaan er minder uitschieters die ver van het gemiddelde aflaggen. De spreiding van de waarden zal dus kleiner worden ten opzichte van het gemiddelde. De waarde van de sigma zal dus

veranderen. Dit verschil in sigma is het verschil in de korte termijn variantie en de lange termijn. Motorola heeft na onderzoek aan kunnen tonen dat verschil in sigma gelijk is aan 1.4σ tot 1.6σ . Hierdoor wordt dus uiteindelijk 3,4 fouten per miljoen stappen waargenomen.

In het algemeen wordt bij bedrijven, waar geen bewuste kwaliteit verbeteracties lopen, gewerkt met een proceskwaliteit van rond de 3 sigma (gemiddeld 67 fouten per 1000 stappen). Dit lijkt een redelijk niveau, maar bij processen met veel (repeterende) processtappen of activiteiten neemt daardoor het totale foutpercentage drastisch toe! In de Tabel 1 is het ervaren foutpercentage per sigmaniveau weergegeven.

Sigmafactor	Aantal defecten per miljoen	Kwaliteitsgraad (yield)
1σ	690000 dpm	30,9 %
2σ	308000 dpm	69,2 %
3σ	66800 dpm	93,3 %
4σ	6210 dpm	99,4 %
5σ	230 dpm	99,98 %
6σ	3,4 dpm	99,9997 %

Tabel 1: fouten per sigma



Grafiek 2 : Six Sigma verdeling

Overigens komen sigma's kleiner dan 1 sigma en groter dan 6 ook voor (bij de luchtvaartindustrie bijvoorbeeld). Echter, wat als een bedrijf tien processtappen heeft met elk een niveau van 3 sigma? 50% Van de productie komt in 1 keer goed aan bij de klant.

Bij grote of complexe processen met veel (repeterende) processtappen of activiteiten is een mate van kwaliteitsverbetering essentieel om niet teveel ontevreden klanten te krijgen.

3.5 Verifiëren van de sigma's

Voor het verifiëren van de sigma's kan er gebruik worden gemaakt van het software programma R. De functie *pnorm(x)* berekent de kans $P(X \leq x)$ voor de standaard normale verdeling. Dus de kans op $P(X > x) = 1 - P(X \leq x)$. In de normale verdeling bevindt er zowel links als rechts een staart waarin een fout gedefinieerd kan worden. Met andere woorden, als alle $X > x$ fout zijn, dan zijn alle $X < -x$ ook fout. Aangezien de normale verdeling symmetrisch is, is $P(X > x)$ gelijk aan $P(X < -x)$. Dus kan $P(-x > X > x)$ berekend worden door $2 * P(X > x) = 2 * (1 - P(X \leq x))$.

We rekenen dit uit voor de standaard normale verdeling (met gemiddelde 0 en standaard deviatie 1) voor een niveau van 6σ . Dus $P(-6 < X < 6) = (1 - P(X \leq -6)) + (1 - P(X \leq 6)) = 2 * (1 - P(X \leq 6))$. We berekenen $2 * (1 - (2 * P(X \leq 6)))$ in R als volgt:

```
> 2*(1-pnorm(6))
[1] 1.973175e-09
```

Dit komt overeen met:

```
> 1000000000*2*(1-pnorm(6))
[1] 1.973175
```

Wat betekent dat het gelijk is aan 2 fouten per miljard mogelijkheden. Doordat er een verschuiving van $1,5\sigma$ plaatsvindt schuift de hele curve $1,5\sigma$ op. Het rechter deel van de normale verdeling wordt dus verlengd met $1,5\sigma$ en het linker deel wordt verkort met $1,5\sigma$ (visa versa is natuurlijk ook mogelijk). Dus als we $P(-6 < X < 6)$ willen uitrekenen komt dit op het volgende neer:

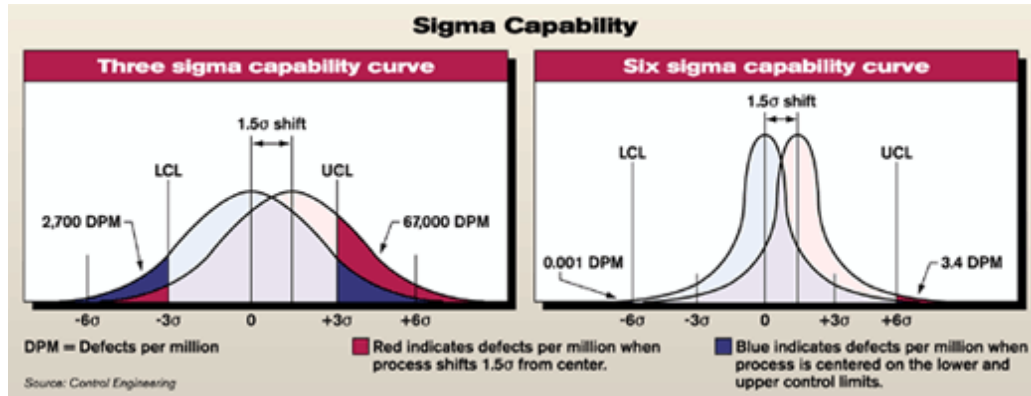
$$(1 - P(X \leq (6 + 1,5))) + (1 - P(X \leq (6 - 1,5))) = (1 - P(X \leq 7,5)) + (1 - P(X \leq 4,5)).$$

Rekenen we dit in R uit dan komt dit neer op:

```
> 1000000*(1-pnorm(7.5))+1000000*(1-pnorm(4.5))
[1] 3.397673
```

Dit betekent dat op een niveau van 6σ er 3.4 fouten per miljoen mogelijkheden gemaakt worden.

Deze verschuiving is grafisch weergegeven in Grafiek 3.



Grafiek 3: verschuiving van 1,5σ

De verschuiving staat beter bekend als de Long-Term Dynamic Mean.

De berekeningen zijn voor de overige waarden van Sigma zijn weergegeven in Tabel 2.

Sigma	Aantal dpm	$N(\mu, \sigma)$	Aantal dpm berekent in R
1σ	690000 dpm	-0.5σ	$> 1000000*(1-pnorm(2.5)) + 1000000*(1-pnorm(-0.5))$ [1] 691462.5
2σ	308000 dpm	0.5σ	$> 1000000*(1-pnorm(3.5)) + 1000000*(1-pnorm(0.5))$ [1] 308770.2
3σ	66800 dpm	1.5σ	$> 1000000*(1-pnorm(4.5)) + 1000000*(1-pnorm(1.5))$ [1] 66810.6
4σ	6210 dpm	2.5σ	$> 1000000*(1-pnorm(5.5)) + 1000000*(1-pnorm(2.5))$ [1] 6209.684
5σ	230 dpm	3.5σ	$> 1000000*(1-pnorm(6.5)) + 1000000*(1-pnorm(3.5))$ [1] 232.6291
6σ	3,4 dpm	4.5σ	$> 1000000*(1-pnorm(7.5)) + 1000000*(1-pnorm(4.5))$ [1] 3.397673

Tabel 2: Six Sigma defecten per miljoen(dpm)

Zoals in de tabel te zien is komen de foutenpercentages redelijk overeen. Constateer dat al de $pnorm(4.5)$ gelijk is aan 0.9999966. Dus voor $pnorm(4.5)$ en hoger blijkt dat $1000000*(1-pnorm(4.5)) + 1000000*(1-pnorm(1.5)) \approx 1000000*(1-pnorm(1.5))$.

3.6 Six Sigma als doelstelling

Als een organisatie de eisen van de klant negeert, ontstaan er vanzelf gebreken, klachten en kosten. Hoe groter het aantal voorkomende gebreken, hoe hoger de kosten worden om deze te verhelpen. En dus hoe groter het risico om klanten te verliezen. In het ideale geval wil een producent/leverancier elk gebrek en de daaruit voortvloeiende kosten in geld en klanttevredenheid vermijden.

Het probleem is dat zelfs een ogenschijnlijk laag percentage afwijkingen tot een hoop ontevreden klanten kan leiden. Uitgaande van een onderneming van creditcards, die elke maand 250 duizend creditcard facturen verwerkt (wat vrij reëel is voor een onderneming in Nederland). Deze onderneming werkt met een nauwkeurigheid van 4σ . Dit betekent een nauwkeurigheid van 99,38%. Omgerekend $((1-0.9938) * 250 \text{ duizend})$ levert dit een 1550 foute creditcard facturen. Deze klanten moeten dus allemaal opnieuw gefactureerd worden plus een eventuele verontschuldiging voor de gemaakte fouten.

Stel dat het op tijd afleveren van een factuur ook tot de essentiële factoren behoort. In dit geval komen nog eens 1550 facturen te laat bij de klant binnen. Wederom 1550 afwijkingen. Kortom 3100 ontevreden klanten per maand.

De doelstelling van Six Sigma is om mensen en processen te helpen en de lat hoog te leggen bij het leveren van foutloze producten en diensten. Het idee van 'zero defects' is hier niet van toepassing; Six Sigma erkent dat er altijd een zekere mogelijkheid bestaat dat gebreken binnensluipen, zelfs in de best geleide processen of bij de beste vervaardigde producten. Maar met een prestatie van 6σ (is gelijk aan 99,9997%) stelt Six Sigma een doel, waarbij geen gebreken voorkomen.

Uit Tabel 3 blijkt dat de kosten van 'slechts' 99% kwaliteit het netto resultaat duidelijk beïnvloeden.

Aspect	Bij 99%	Met Six Sigma
Verloren bestellingen bij 300.000 orders	$300.000 * (1-0.99) = 3.000$	$300.000 * (1-0.99997) = 1$
Klachten per 50.000 pizza's (te laat of verkeerd)	$50.000 * (1-0.99 * 0.99) = 995$ klachten	$50.000 * (1-0.99997 * 0.99997) = 3$ klachten
Tijd verloren aan klachten stel 2 min per klacht	$995 * 2 = 1990$ min = 30.16 uur	$2 * 3 = 6$ min

Tabel 3: overzicht verschil niveau 99% en 6σ

De doelstelling van Six Sigma is vooral ambitieus als blijkt dat de meeste ondernemingen presteren op het gebied van 1,2 of 3 sigma.

Als ondernemingen grote gebreken vertonen kan dit leiden tot klantenverlies; afgehaakte klanten vertellen hun ervaringen aan anderen en maken het daarmee zoveel moeilijker om de gevolgen van gebreken weer teniet te doen. Nu klanten steeds veeleisender en ongeduldiger worden, brengen hoge foutenpercentages een onderneming in gevaar.

Klanten tevreden houden is goed en winstgevend voor de organisatie. Six Sigma zorgt voor een doel, dat zowel van toepassing is op product- als op serviceactiviteiten en dat haalbare korte termijn doelen stelt, terwijl het ook organisatiedoelen op lange termijn nastreeft.

De keerzijde van dit verhaal is dat er ook productie processen bestaan waarbij de wensen van de klant niet duidelijk in beeld zijn. Het feit dat Six Sigma zich hier juist op focust zou kunnen betekenen dat het niet voor deze productie processen interessant is op gebruik te maken van het Six Sigma management systeem, omdat het Six Sigma management systeem in dit geval niet tot zijn recht zou komen.

3.7 Six Sigma als Management Systeem

Een duidelijk verschil tussen Six Sigma en ogenschijnlijk gelijksoortige systemen van vroeger is de mate waarin het management een sleutelrol speelt in het regelmatig monitoren van programmresultaten en prestaties. Hierdoor wordt de aandacht van de managers getrokken en zullen zij inzien wat de invloed is van Six Sigma. Om Six Sigma in te voeren zullen er een hoop werknemers getraind moeten worden. Het onderdeel training zal dus flink moeten worden opgeschroefd.

Maar de training op zich is nog geen managementsysteem. Een managementsysteem houdt meer in: verantwoordelijkheid voor resultaten en continue beoordeling om resultaten te garanderen. Hiermee kunnen managers Six Sigma gebruiken als een richtlijn voor het leiden van hun organisaties. Op alle niveaus kunnen managers verantwoordelijk gehouden worden voor verschillende maatstaven bijvoorbeeld:

- klanttevredenheid
- essentiële procesprestatie
- scorecard metingen hoe de organisatie het doet
- mededelingen over winst en verlies
- houding van de medewerkers

Mochten er uit een bepaalde hoek onverwachte klachten komen, dan kunnen de maatstaven aangepast worden of desnoods nieuwe maatstaven aangemaakt worden. Het uiteindelijke doel is om via Six Sigma te kunnen reageren op zakelijke behoeften en om klantgericht management in de dagelijkse routine te laten doordringen. Six Sigma-ondernemingen streven ernaar om de mensen die direct met klanten werken meer verantwoordelijkheid te geven.

Six Sigma is een systeem dat vereist dat krachtig leiderschap gecombineert wordt met energie en betrokkenheid op de werkvloer. Daar komt bij dat de voordelen van Six Sigma niet louter financieel zijn. Op elk niveau van een Six Sigma onderneming merken mensen dat een beter klantinzicht, duidelijker processen, zinvollere maatstaven en krachtiger verbeter-instrumenten hun werk effectiever maakt, minder chaotisch is en vaak meer de moeite waard.

4 Six Sigma in een organisatie

4.1 Six Sigma implementeren

Als een organisatie besluit Six Sigma te implementeren, staat de route daar naartoe niet met zekerheid vast. Organisaties verschillen onderling en deze verschillen zorgen voor uiteenlopende methoden om het Six Sigma management systeem in te voeren. Als Six Sigma als een weg naar een nieuwe betere toekomst voor een organisatie wordt gezien, dan heeft deze weg drie denkbare opritten (methoden) die elk tot een andere route leiden en misschien tot een andere bestemming voeren.

4.1.1 Oprit 1: De organisatietransformatie

Deze oprit is de juiste methode voor organisaties die de behoefte hebben om Six Sigma als een totaal veranderingsinitiatief te gebruiken. Hierbij gaat het voor al om organisaties die achterop raken in de markt, er niet in slagen om met nieuwe producten op de markt te komen, organisaties waarbij de mensen in luie gewoontes zijn vervallen, etc. Aan teams die gerekruteerd zijn om de organisatie te veranderen, wordt vaak gevraagd te kijken naar gebieden met sleutelprocessen en vervolgens aanbevelingen te doen voor verandering. Deze teams kunnen de volgende zaken onder de loop nemen:

- Hoe de onderneming haar producten distribueert
- De effectiviteit van het verkoopproces
- Ontwikkeling van nieuwe producten
- Kritische klachten van klanten
- Gebreken aan producten en routineproblemen
- Informatiesystemen essentieel voor het nemen van organisatiebesluiten
- Grootschalige kostenreducties

Deze methode heeft haar effect op het werk. Op hoe het werk gemeten wordt, hoe het met klanten en collega's omgegaan wordt en op hoe welke wijze evaluatie van managers en hun werkprestatie plaatsvindt. Voorbeelden van ondernemingen die de organisatietransformatie als Six Sigma methode hebben gekozen zijn General Electrics, Ford, Starwood Hotels, Bombardier en 3M.

4.1.2 Oprit 2: Strategische verbetering

Deze oprit biedt de meeste keuzemogelijkheden. Een strategische verbeteringsactiviteit, waarbij teams en de begeleidende training zich richten op het aanpakken van belangrijke kansen of zwakten. Voorbeelden hiervan zijn essentiële punten op het gebied van fabricagefouten, kosten en productiviteit aanpakken en wachttijd verkorten.

Voor degene die er rechtstreeks bij zijn betrokken, lijkt de methode van strategische verbetering soms even omvattend als de totale bedrijfsprocessen. Maar in de praktijk is ze eenvoudig en niet zo uitgebreid of ambitieus.

Anderzijds heeft een aantal ondernemingen die begonnen zijn met de beperktere strategische focus, Six Sigma later uitgebreid tot een volledig veranderingsinitiatief in de onderneming.

Voorbeelden van ondernemingen die de oprit van strategische verbetering hebben gekozen zijn onder meer Johnson & Johnson, Sears, American Express en Sun Microsystems.

4.1.3 Oprit 3: Probleem oplossen

De oprit van het probleem oplossen is de rustigste route naar verbetering door Six Sigma. Deze methode richt zich op vervelende aanhoudende problemen, die vaak het onderwerp van een eerdere, maar niet geslaagde verbeteractiviteiten zijn geweest.

De probleemoplossende methode is het meest geschikt voor ondernemingen die de voordelen van Six Sigma methoden willen bewerkstelligen zonder grote veranderingen in de organisatie te willen doorvoeren.

Het voordeel van deze methode is, dat ze de oorzaken bij de wortel aanpakt, met gebruikmaking van data en effectieve analyse en niet op basis van oude, vertrouwde intuïtie.

4.2 Rollen managers en medewerkers

De namen van de rollen die de managers en de medewerkers representeren refereren aan de oosterse vechtsporten en is zo gekozen omdat de projectleider ook eigenschappen van een dergelijke sporter moet hebben, zoals geduld en respect, om het proces te kunnen 'bevechten'.

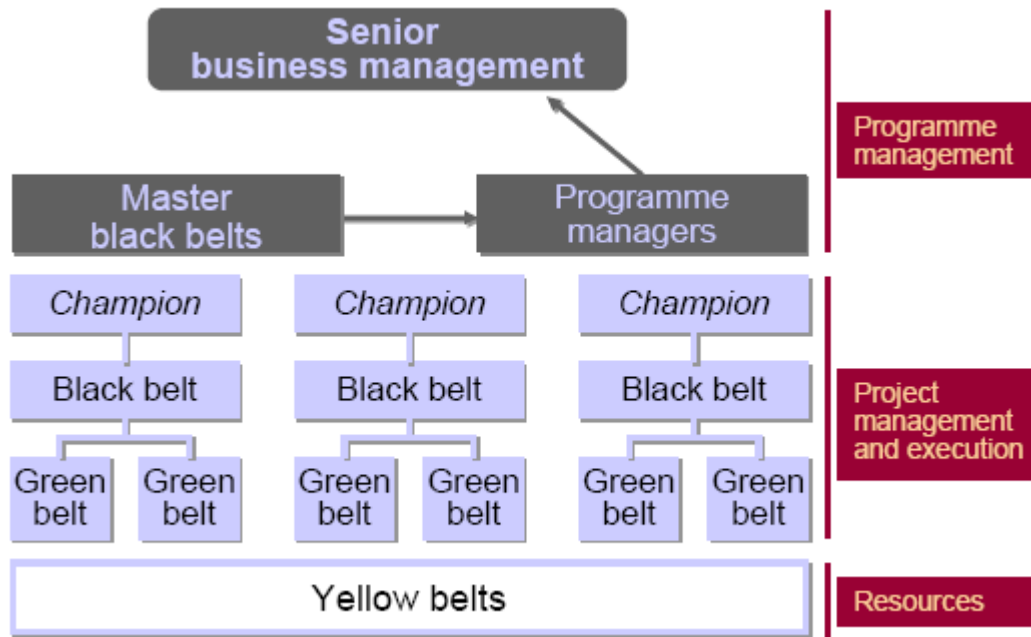
De projectleiders worden Black Belts genoemd. De Black Belt is iemand die zich volledig wijdt aan kritische veranderkansen die doorslaggevend zijn voor succes. De Black Belt leidt, inspireert, regelt, delegeert, coacht collega's en wordt bijna een expert in instrumenten om problemen te beoordelen en processen en producten vast te leggen of te ontwerpen. De projectleiders worden uit de beste mensen van de organisatie geselecteerd en krijgen een black belt opleiding. Tijdens de opleiding werken ze ook al aan projecten, die in een tijdsbestek van 4-6 maanden moeten worden afgerond met het afgesproken resultaat. Deze aanpak verhoogt de effectiviteit van de opleiding.

Om de projecten te selecteren en voor het doorvoeren van de projecten is de rol van de Champion bedacht. Als lid van het management team krijgt hij middelen en aandacht om de projectleiders in staat te stellen succesvol te zijn. Doorgaans is een Champion een leidinggevende of een belangrijke manager die een Black Belt of een team project formeert en ondersteunt.

De Black Belts hebben ook nog een soort van interne coach, de Master Black Belt, die hen ondersteunt bij het toepassen van alle methodieken en wat meer zorg draagt voor de

'zachte kant' van het uitvoeren van projecten, zoals leiden van groepen en motivatie. In de meeste gevallen is de Master Black Belt een echte expert in Six Sigma-analyse-instrumenten. Zowel Champions als Master Black Belts krijgen een meerdaagse training om hun rol goed te kunnen vervullen.

In de projectgroep zijn verschillende disciplines vertegenwoordigd, zoals financiën, ICT en personeel. De proceseigenaar is altijd lid van de projectgroep. Naast de genoemde rollen is er ook de rol van de Green Belt, met bijpassende opleiding van 3-5 dagen. Deze Green Belt ondersteunt de Black Belt bij de projecten of voert zelfstandig kleine projecten uit. Yellow Belt heeft basis kennis van Six Sigma, maar voert geen zelfstandige kleine projecten uit zoals een Green Belt.



Figuur 1:Overzicht indeling Six Sigma rollen

5 Het oplossingsproces van Six Sigma - DMAIC

5.1 Het probleemoplossingmodel van DMAIC

In het algemeen geldt dat processen alleen dan beheerst kunnen worden als er inzicht is in de processen. Hiervoor zijn beschrijvingen en metingen vereist. Six Sigma gebruikt een vaste methodologie gebruikt om zulk soort problemen op te lossen, namelijk de DMAIC-methodologie. DMAIC is een acroniem voor Define-Measure-Analyse-Improve-Control. DMAIC doorloopt reeks van vijf fasen om duurzame verbetering tot stand te brengen. Dit proces werkt van het formuleren van een probleem naar implementatie van een oplossing. Het heeft maximaal rendement als de vijf DMAIC-fasen doorlopen worden. De grootste voordelen van DMAIC zijn de volgende.

1. *Het probleem beoordelen.*
Bij DMAIC wordt niet gewoon aangenomen dat het probleem begrepen wordt. Het moet worden bewezen.
2. *Focussen op de klant.*
De externe klant is altijd belangrijk, ook al wordt er geprobeerd alleen maar in een proces de kosten te drukken.
3. *De belangrijkste oorzaak verifiëren.*
In de tijd zonder Six Sigma was het voldoende bewijs als een team het eens was over de oorzaak. In de tijd met Six Sigma moet er gestaafd worden met feiten en data.
4. *Breken met oude gewoonten.* Oplossingen die uit DMAIC-projecten voortkomen, horen niet alleen maar kleine veranderingen in oude versleten processen te zijn. Voor de werkelijke resultaten zijn creatieve nieuwe oplossingen nodig.
5. *Risico's managen.*
Het testen en perfectioneren van oplossingen is een essentieel onderdeel van Six Sigma-discipline en een zaak van redelijk gezond verstand.
6. *Resultaten meten.*
Zoals gezegd, bestaat voor elke oplossing de follow-up uit verifiëren wat het werkelijke effect is: meer bouwen op feiten.
7. *Verandering vasthouden.*
Zelfs de beste onder de nieuw *best practices* die door een DMAIC-team zijn ontwikkeld, kunnen een snelle dood vinden als ze niet worden gevoed en ondersteund. Verandering laten voortduren is de laatste sleutel tot deze meer verlichte methode van probleem oplossen.



Figuur 2: Methodologie – DMAIC-cyclus

5.2 DMAIC fases

1. Definitiefase (Define)

In deze fase worden projecten geselecteerd op hun verwachte bijdrage aan de strategische doelstellingen. Projecten kunnen betrekking hebben op het verminderen van defecten bij producten, klanten of op het verminderen van uitval en kosten binnen de organisatie.

2. Meetfase (Measure)

In deze fase wordt met behulp van allerlei methodieken een helder inzicht verkregen in de huidige status van de kwaliteit van het proces. In deze fase wordt tevens het proces schematisch in kaart gebracht met behulp van stroomschema's en flow diagrammen. Ook wordt in een matrixvorm een vertaling gemaakt van de proceseigenschappen naar de product- of dienstkenmerken van de producten en/of diensten die aan de klant worden geleverd.

Net zoals bij andere kwaliteit management systemen is meten is van essentieel belang binnen het Six Sigma systeem. In deze fase wordt dan ook op statistische wijze vastgesteld hoeveel fouten er in het proces optreden en hoe groot het percentage is dat in één keer goed door het proces loopt. Tevens worden de aanwezige risico's in het proces geschat door gebruik te maken van daarvoor geschikte methodiek als Failure Mode and Effect Analysis. Van belang in deze fase is ook de beoordeling van de meetsystemen, verdere onderzoeken moeten kunnen worden gebaseerd op betrouwbare data.

3. Analysefase (Analyse)

Nadat een goed beeld is verkregen van de huidige status van het proces wordt de *Analyse fase* opgestart, waarin vooral gebruik wordt gemaakt van statistische methodieken als variantie analyse, kruistabellen, regressie- en correlatie analyse. Voor projecten met een meer logistieke aard, worden methodieken uit de stal van de lean enterprise werkwijze gehaald om de bottleneck op te sporen en om de tussenvoorraden, wachttijden en dergelijke vast te stellen. Lean Enterprise houdt in, dat de lean-concepten van productie worden toegepast in de gehele organisatie, inclusief kantooractiviteiten en dienstverlening. Vaak wordt deze fase benut om de ‘grondoorzaak’ achter het probleem te vinden. Soms is het overduidelijk wat die grondoorzaken zijn en kan met snel door de analyse gaan, maar vaak liggen grondoorzaken echter begraven achter stapels papierwerk en oude processen. Met al vrij eenvoudige instrumenten kunnen deze oorzaken worden opgespoord, tenzij de oorzaken dieper liggen of de relatie tussen het probleem en andere factoren ingewikkeld is en verborgen, dan zijn er meer geavanceerde statistische technieken nodig.

De analyse fase is van groot belang omdat hier de diepgang in kennis wordt verworven om het proces daarna te kunnen verbeteren en de besparingen te realiseren.

4. Verbeterfase (Improve)

Als bekend is waarom het proces de gemeten resultaten oplevert wordt de Improve fase gestart. Daarin wordt via logistieke simulatie en statistisch verantwoord experimenteren de optimale instelling of vormgeving van het proces bepaald. In deze fase worden ook weer zo nodig methodieken uit andere programma's als lean manufacturing gebruikt. Het meest sprekend daarvan is het zogenaamde Poka-Yoke ofwel 'foolproof' maken van het proces.

5. Borgingsfase (Control)

Nadat de optimale werkwijze is gevonden, moet worden zorggedragen dat het proces in de loop van de tijd niet terugvalt naar het oude niveau. Vandaar dat het project wordt afgesloten met de *Borgingsfase*. Voor het nieuwe proces worden de statistische regelkaarten opgezet of de werkwijze wordt opgenomen in ISO procedures en werkwijzen. Ook kunnen opleidingen tot de borgingsfase behoren, omdat je daarmee de nieuwe werkwijze borgt in het vakmanschap van de uitvoerenden. Nu wordt ook de financiële verbetering doorgerekend door de controller en wordt de projectleider 'afgerekend' op de behaalde besparing.

DMAIC

Het DMAIC-probleemoplossingsproces en de fasen van de projectcyclus gaan hand in hand. DMAIC is vaak ‘repetierend’ genoemd. Dat betekent dat de lijn van ‘definieer’ naar ‘controleer’ geen rechte is, maar eerder heen en weer loopt. Waarbij eerdere aannames opnieuw ter sprake komen en plekken worden ingevuld die eerder in haast waren overgeslagen.

In zekere zin is het enige dat tijdens een Six Sigma-project intact blijft, de noodzaak om flexibel te zijn. Flexibel omgaan met voortdurende verandering, het vermogen om informatie op te zuigen en te interpreteren en de noodzaak om open te blijven staan voor de input van veel stakeholders binnen en buiten het directe team. Voor een team dat deze dingen kan verwezenlijken, zijn er maar weinig begrenzingsen aan het potentieel om problemen op te lossen en de organisatieprestatie te verbeteren.

5.3 Geschikte technieken voor DMAIC

Om elke fase binnen DMAIC succesvol af te kunnen ronden zijn er verschillende technieken voorhanden.

Define:

- *VOC (Voice Of Customer)*
Proces dat gebruikt wordt voor het vinden van de eisen en wensen van de klant om een zo hoog mogelijke kwaliteit te leveren en service te verlenen.
- *CTQ (Critical To Quality)*
Karakteristieken van een product of process welke een bepaalde kwaliteit moeten voldoen om een klant tevreden te stellen.
- *SIPOC (Supplier, Input, Process, Output, Customer)*
Dit is een methode die gebruikt wordt om processen in kaart te brengen.
- *Pareto Analyse*
De Pareto-analyse gaat ervan uit dat 80% van alle problemen impact heeft op 20% van de situatie. Dus met andere woorden, 80% van het resultaat wordt behaald met 20% van de inspanning.

Measure:

- *Data Collection Plan*
- *Gage R&R*
Een statistische tool die gebruikt wordt voor het meten van de variatie binnen meetsystemen en de gebruikers van de meetsystemen.
- *FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)*
Een procedure welke helpt bij het indentificeren van elk mogelijk verval binnen een proces en voorspelt welk effect dit zal hebben op andere delen van het proces.

Analyse

- *Cause and Effect Diagram*
Een visuele weergave van de relatie tussen oorzaak en gevolg met als doel het oplossen van problemen.
- *Regression analysis*
Een analyse methode welke de samenhang tussen twee of meer variabelen kwantificeert.
- *DOE (Design Of Experiments)*

Een gestructureerde en georganiseerde methode voor het zoeken naar relaties tussen factoren binnen een proces en de hierdoor ontstane output.

Improve:

- *Brainstorming*
Een methode om groepsverband ideeën te genereren.
- *Corrective Action Matrix*
Een matrix welke gebruikt wordt wanneer het niet meer duidelijk is wanneer wie wat doet.
- *ANOVA (ANalysis Of VAriance)*
Een procedure om te onderzoeken of de variatie in een proces significant is of dat het veroorzaakt is door Random Noise.

Control:

- *Process Control Chart*
Visuele weergave van de mate ware in een proces effectief is.

6 Relationale reconstructie van Six Sigma

We weten nu wat Six Sigma inhoudt, van welke oplossingsmethoden het gebruik maakt, hoe de rolverdeling is binnen Six Sigma etc. Ter verduidelijking van de werking van Six Sigma maken we een relationele reconstructie van Six Sigma. Hierbij gaat het niet om een complex probleem, maar meer om een consistente formulering van de methodiek.

Eigenlijk bestaat Six Sigma uit de volgende vier klassen:

1. Business context
2. Stepwise strategy
3. Tools and techniques
4. Concepts and classifications

We zullen de eerste drie klassen aan de hand van relationele reconstructie wat duidelijker uit proberen te leggen. De laatste klasse wordt uitgebreid behandeld in Hoofdstuk 8.

6.1 Reconstructie van *Business context*

De Business context van Six Sigma refereert het doel van de methode. Vragen zoals; “Waarom zouden we Six Sigma moeten gebruiken?”, “Waar wordt Six Sigma voor gebruikt?”, “Wat willen we er mee oplossen?”, “Hoe goed werkt Six Sigma dan?”, worden hierin uitgebreid behandeld. Dit kan gedaan worden aan de hand van drie verschillende perspectieven.

1. Showcases
2. Hidden costs/costs of Poor Quality
3. strategy benefits

1. Showcases

Hierbij wordt er gekeken naar in het verleden behaalde resultaten bij derden. In het geval dat bij andere bedrijven Six Sigma geïmplementeerd is en dit bleek erg succesvol te zijn, dan is dit een goede reden om het ook te gaan implementeren in het eigen bedrijf. Ten slotte wil elke bedrijf zo laag mogelijke kosten en een zo hoog mogelijke winst.

2. Hidden costs / costs of Poor Quality

Kosten die gemaakt worden doordat het proces niet perfect verloopt, worden Costs of Poor Quality genoemd. Hierbij moet gedacht worden aan de kosten voor garantie regelingen, backorder costs etc. Wanneer de kwaliteit van een product of proces verbetert zullen de backorder costs en kosten voor garantie afnemen.

Hetzelfde geldt voor de Hidden costs. Hidden costs zijn kosten die gemaakt worden door activiteiten die ontstaan doordat het product of proces niet in overeenstemming is met het

gewenste resultaat. Dus hoe dichter het product of proces bij het resultaat ligt, des te lager de Hidden costs.

Het implementeren van Six Sigma reduceert zowel de Hidden costs alswel de Costs of Poor Quality. Dus de bruikbaarheid van Six Sigma hangt af van het vermogen om kwaliteits problemen aan te pakken, welke evenredig staat met het verbeteren van de kostenstructuur.

3. Strategic benefits

Een verbeterde kwaliteit resulteert in een grotere tevredenheid bij de klanten. Dit voordeel kan leiden tot een grotere afzetmarkt (klanten vertellen aan anderen hoe tevreden zijn met het product) of in een hogere winst (klanten blijven terugkomen).

6.2 Reconstructie van Stepwise Strategy

De strategie die Six Sigma volgt hangt af van twee verschillende types van concepten.

1. Een stappenplan die specificieert welke acties een project leider heeft te vervolgen, of een stappenplan met betrekking tot een duidelijk doel welke de projectleider moet halen, of zelfs een combinatie van die twee.
2. Fasen, welke bestaat uit een groep stappen.

Fasen

De reconstructie van de Fasen binnen Six Sigma bestaat uit een vijf fasen procedure genoemd DMAIC-cyclus (zie hoofdstuk 5 voor een uitgebreide beschrijving van de DMAIC-cyclus). DMAIC staat voor de vijf fasen die deze procedure doorloopt namelijk Define, Measure, Analyse, Improve and Control.

Stappenplan

De functionaliteit van elke fase uit de DMAIC-cyclus beschrijft zijn doel. Binnen elke fase uit de DMAIC-cyclus zijn een aantal stappen gedefiniëerd die bijdragen aan het resultaat van de fase. De stappen zijn weergegeven in Tabel 4.

Fase	Stap
Define	D1. Identificeer het proces
	D2. Identificeer de waarde voor de aandeelhouders
	D3. Specificieer de klantenbehoeften en -eisen
	D4. Maak een business case voor het project
Measure	M1. Selecteer één of meer kritieke punten m.b.t de kwaliteit
	M2. Specificieer definities voor de kritieke punten
	M3. Valideer de waarde van de kritieke punten
	M4. Bekijk het proces capaciteit

	M5. Definieer de mikpunten
Analyse	A1. Identificeer mogelijke invloedfactoren
	A2. Selecteer een aantal invloedfactoren
Improve	I1. Kwantificeer de relatie tussen kritieke punten en oorzaken van defecten.
	I2. Pas proces (instellingen) aan, zodat de kritieke punten worden geoptimaliseerd
	I3. Bekijk of proces vooruit is gegaan
Control	C1. Definiëer de nieuwe proces capaciteit
	C2. Implementeer de controle plannen

Tabel 4: Overzicht stappenplan Six Sigma

6.3 Reconstructie van Tools and Techniques

Six Sigma bevat niet alleen een Business context en een Stepwise strategy. Six Sigma bevat namelijk een ook aantal ‘gereedschappen’ welke de projectleider assisteren om een zo hoog mogelijk resultaat te creëren. Gereedschappen kunnen bestaan in de vorm van modellen, analyse strategiën, technieken en proceduren. Voor elke fase binnen de DMAIC-cyclus zijn verschillende gereedschappen beschikbaar. Een aantal van deze gereedschappen staan weergegeven in Tabel 5 (zie ook paragraaf 5.3).

Fase	Gereedschap
Define	Customer observation
	Affinity diagram
	Customer interview
Measure	Control chart
	Benchmarking
	Process capability analysis
Analyse	Bootstrapping
	Data mining
	Brainstorming
	Cause and effect matrix / diagram
Improve	Statistical model building
	Brainstorming
	Benchmarking
Control	Process scorecard
	Gantt chart
	Checklist

Tabel 5: Overzicht enkele gereedschappen Six Sigma

7 Toepasbaarheid van Six Sigma

7.1 Toepassingsgebied

Six Sigma is op vele gebieden toepasbaar. Dat komt doordat Six Sigma ook heel goed te gebruiken is in combinatie met andere kwaliteitsverbeteringsprogramma's. Zo bestaat er bijvoorbeeld *Lean Six Sigma*. Dit is een combinatie van Six Sigma met waarbij gebruik wordt gemaakt van het Lean production-proces.

Lean production is een managementfilosofie die erop gericht is om verspillingen en zaken die geen toegevoegde waarde leveren, te elimineren. Hierdoor gaat de productiekwaliteit omhoog en de productiekosten omlaag. Het gevolg hiervan een een hogere algemene winst. In Figuur 3 is een overzicht gegeven van welke voordelen Lean Six Sigma heeft, wat de strategische vooruitgangen zijn en van welke methoden Lean Six Sigma gebruik maakt.



Figuur 3: overzicht Lean Six Sigma

Een andere vorm van Six Sigma is de Six Sigma Light en is speciaal ontwikkeld voor het Midden en Klein Bedrijf (MKB). De Six Sigma Light methodologie heeft dezelfde basis als de 'normale' Six Sigma. Het betrekken van het management en de medewerkers bij een Six Sigma project in het MKB lijkt gemakkelijker dan in grote organisaties vanwege de kortere lijnen in de organisatie. Daartegenover staat dat het opleiden en trainen van mensen in het MKB lastiger is naar mate de opleiding langer duurt. Ook te hoge cursusprijzen kunnen een beletsel zijn om een opleiding te volgen.

Om Six Sigma effectief toe te kunnen passen binnen het MKB, moesten dus aanpassingen gedaan worden en zo is de Six Sigma Light methodologie ontstaan.

7.2 Alternatieven voor Six Sigma

Theory of constraints

De theory of constraints (TOC) is een theorie die ervanuit gaat dat er in elk proces een beperking is. Door deze beperking ontstaat er een maximumaan de capaciteit van een systeem. Het blijkt dat deze beperking vaak eenvoudig is op te lossen. Een kleine investering kan vaak enorme verbetering in het proces betekenen.

Bij TOC gaat het vooral om het verbeteren van de doorlooptijd. Wanneer de bottlenecks of constraints in een logistieke keten zo min mogelijk belast worden, wordt de efficiëntie van een systeem verbeterd.

Het verschil met Six Sigma is dat TOC zich meer toelegt op de zwakste schakels door deze minder te belasten met als doel het verbeteren van de doorlooptijd en Six Sigma richt zich meer op het reduceren van de variatie in een bedrijfsproces.

Balanced Scorecard

De Balanced Scorecard (BSC) is methode ontwikkeld voor managers om de activiteiten waarop hun verantwoordelijkheid ligt te beheersen. De traditionele BSC is verder doorontwikkeld. Dit resulteerde in de Business Balanced Scorecard (BBS). De BBS is met een kwaliteitsmodel dan de BSC. De BSC is verder geëvolueerd naar Business Performance Management (BPM).

De BSC kan gezien worden als dashboard waarmee managers financiële indicatoren en niet-financiële (operationele) indicatoren kunnen overzien en sturen. BSC is ontwikkeld omdat meeste organisaties veelal uitsluitend op basis van financiële cijfers werden aangestuurd. Deze gegevens zeggen iets over prestaties uit het verleden en geven geen inzicht in de activiteiten die deze prestaties veroorzaakt hebben. Deze zijn echter belangrijker dan de prestaties zelf en daarom dienen managers deze ook in de gaten te houden. De BSC biedt hier uitkomst. BSC kijkt meer vanuit welke positie ze een bepaald resultaat hebben bereikt en Six Sigma kijkt net een stapje verder, namelijk hoe kunnen we een nog betere positie bereiken.

Het INK-model

Het INK-model is een managementmodel welke vaak door organisaties gebruikt wordt om zelfevaluaties uit te voeren. Hierbij wordt stil gestaan bij het functioneren van de eigen organisatie. Om deze zelfevaluaties niet te beïnvloeden en een onafhankelijk resultaat te verkrijgen worden deze zelfevaluaties meestal uitgevoerd door auditors. Het INK-model geeft als het ware de volwassenheid van de organisatie weer. Tevens worden door het INK-model de verbeterpunten geïdentificeerd. Door het focussen op deze verbeterpunten is het mogelijk deze punten positief te beïnvloeden zodat er verbetering binnen de organisatie optreden.

7.3 Voor- en nadelen Six Sigma

Six Sigma is een kwaliteitmanagementbenadering om de operationele prestaties van een organisatie te verbeteren door tekorten in de processen van de organisatie te identificeren en te verbeteren. Elke methode kent zijn voor- en nadelen. De voordelen van de Six Sigma strategie ten opzichte van voorgaande kwaliteitsmanagement methodes zijn als volgt:

- De Six Sigma strategie geeft een goed inzicht in hoeverre financiële verbeteringen behaald kunnen worden binnen een organisatie.
- Binnen de Six Sigma strategie zijn sterke leiderschap en ondersteuning erg belangrijk voor een succesvolle ontwikkeling (dit kan ook als nadeel gezien worden, zonder sterke leiderschap geen succesvolle ontwikkeling).
- Six Sigma creëert een infrastructuur van Champions, Master Black Belts (MBBs), Black Belts (BBs), Green Belts (GBs) en Yellow Belts (YBs) die het project leiden, ontwikkelen en implementeren. Er bestaat dus een duidelijk verdeling taken en verantwoordelijkheden.
- De probleemoplossingsmethode van Six Sigma integreert de menselijke eigenschappen zoals cultuurveranderingen, klanten focus etc en integreert de proceselementen van verbetering zoals procesmanagement, statistische analyse van proces data.
- De Six Sigma methode gebruikt de instrumenten en de probleemoplossings technieken in een succesvolle manier. Elk instrument en techniek binnen de Six Sigma methodologie heeft een rol en hoe, wanneer, waarom en waar deze instrumenten en technieken geïmplementeerd moeten worden is het verschil tussen succes en een mislukking van een Six Sigma project.
- Six Sigma benadrukt de belangen van data en decision making gebaseerd op feiten en data en niet op vermoedens en intuïtie. Six Sigma dwingt mensen tot het gebruik maken van feiten.
- Six Sigma gebruikt het concept van statistisch denken en moedigt het gebruik van statistische instrumenten en technieken aan om een zo groot mogelijke fouten reductie te realiseren.

Net als alle andere kwaliteitsmanagement systeem heeft ook Six Sigma verschillende nadelen.

- Er is lang niet altijd goede kwalitatieve informatie aan het begin van het proces beschikbaar. Dit is eigenlijk een algemeen nadeel van een kwaliteitsmanagement systeem. Goede kwalitatieve informatie is bijna nooit aanwezig en zal juist opgezet moeten worden voordat men met een kwaliteitsmanagement systeem begint.
- De statistische definitie van Six Sigma is 3.4 defecten per miljoen kansen. In service processen kan een fout gedefinieerd zijn als iets dat niet overeenkomt met de wensen van de klant. Het zou onlogisch zijn als al deze fouten even zwaar gewogen worden.
- Een veronderstelling van een shift van 1,5 sigma is niet voor alle processen even relevant. Een kleine verandering in sigma kan enorme miscalculaties veroorzaken. Daarom verdient deze verschuiving extra veel aandacht.

- Er vindt een dusdanig hoge verkoop van Six Sigma plaats bij zeer veel consultancy bedrijven dat de meeste van deze bedrijven claimen dat ze gespecialiseerd zijn in Six Sigma terwijl ze eigenlijk weinig begrijpen van de instrumenten en technieken die Six Sigma gebruikt.
- Six Sigma kan gemakkelijk afdwalen in een bureaucratische opgave als de focus gelegd wordt op het aantal getrainde Black Belts en Green Belts, aantal afgeronde projecten etc. in plaats van de kostenbesparing waar het uiteindelijk om gaat.
- De goede selectie en het stellen van de juiste prioriteiten van projecten in een van de meest kritische succes factoren van een Six Sigma programma. Het stellen van prioriteiten gebeurt in de meeste bedrijven via objectieve berechting. Er zijn maar zeer weinig instrumenten die prioriteiten aan projecten kunnen stellen.
- Onderzoek heeft aangetoond dat de het kwaliteiten en expertise ontwikkeld bij Black Belts en Green Belts inconsistent zijn tussen verschillende bedrijven.

7.4 Kosten Six Sigma

De kosten voor de verschillende opleidingen binnen Six Sigma zijn weergegeven in Tabel 6.

Opleiding	duur (in dagen)	kosten (in euros)
yellow belt	1 à 2	966
green belt	8	3450
black belt	14 tot 16	7.500-10.450
Champion	2	1549
Master black belt	8	4988

Tabel 6: Overzicht kosten opleidingen Six Sigma

De trainingen zijn aan te passen aan de wensen van de klant en hierdoor kan het bedrag afwijken. Opleidingsinstituten zijn onder andere Dutchsixsigma en Ibisuva.

8 Casus: The Coffee Company

Om het werkelijke effect van Six Sigma te kunnen zien bekijken we de volgende casus. We beschouwen het fictieve bedrijf ‘The Coffee Company’. Deze koffiefabriek produceert 5 miljoen pakken koffie per jaar. De pakken koffie worden gevuld volgens een normale verdeling met een gemiddelde van 250 gram per pak koffie. De managers van The Coffee Company zijn overeen gekomen dat het schappelijk is dat er tussen de 245 en de 255 gram in een pak koffie zit. Zit er minder in dan 245 gram, dan is de klant niet tevreden, want dat krijgt ze niet waarvoor ze betaalt. Hierbij loopt The Coffee Company de kans dat deze klant overstapt op een ander merk koffie. Zit er meer in dan 255 gram dan is het pak onacceptabel vol gevuld en is The Coffee Company als het ware een dief van hun eigen portemonnee. Als garantie heeft The Coffee Company de regeling getroffen dat wanneer een klant een pak koopt waar minder in zit dat 245 gram, dan krijgt deze klant na een telefoontje met The Coffee Company een nieuw pak koffie. Op dit moment verloopt het proces op een niveau van 3σ .

De gegevens van The Coffee Company (TCC) zijn in de Tabellen 7 en 8 nogmaals weergegeven.

Gegevens Pak koffie	
Gewicht(gr)	250
prijs (euro)	1,90875
kostprijs	1,40875
Kosten per gr. (euro)	0,005635
gemiddeld vulniveau	250
Min. Verantwoord vulniveau	245
Max. verantwoord vulniveau	255

Gegevens The Coffee Company	
aantal pakken per jaar	5000000
beltijd per pak garantie (min)	3
percentage klanten die belt	10%
duur ww telefonisten (uren)	36
jaarsalaris telefonisten (euro)	18000

Tabellen 7 & 8: Overzicht gegevens TCC

Omdat de pakken koffie volgens een normale verdeling gevuld worden zou er op de lange duur evenveel pakken iets meer gevuld zijn als pakken die iets minder gevuld zijn. Hieruit zou dus geen extra winst of verlies kunnen leiden. Omdat The Coffee Company een regeling heeft die gerant staat voor een minimale hoeveelheid zou het erg onlogisch zijn om elke maximale hoeveelheid toe te staan. Daarom wordt elke gram die teveel gevuld is gezien als een extra kostenpost.

Met behulp van het software programma R kan er uitgerekend worden hoeveel pakken koffie er beneden het minimum verantwoord vulniveau en boven het maximum verantwoord vulniveau gevuld zijn.

Het proces wordt voor een periode van 100 jaar, met een productie van 5 miljoen stuks per jaar gesimuleerd. Het resultaat van deze simulatie op een niveau van 3σ is als volgt. Er blijkt dat er gemiddeld 330460 pakken te weinig koffie bevat. Op een niveau van 6σ zijn slechts 15 pakken te weinig gevuld.

Uitgaande dat 1 op de 10 klanten zich daadwerkelijk beroept op de garantieregeling dan kunnen de totale kosten aan de hand hiervan berekend worden. Deze zijn weergegeven in Tabellen 9 en 10.

Resultaat op 3 Sigma		Resultaat op 6 Sigma	
Omzet	9543750	Omzet	9543750
Winst	1615196	Winst	2499955
Totale kosten	7928554	Kosten	7043795
Kosten teveel gevuld	2751,61	Kosten teveel gevuld	0,03
Kosten garantieregeling	882052	Kosten garantieregeling	45
Aantal pakken recht op garantie	334000	Aantal pakken recht op garantie	17
Aantal telefoontjes	33400	Aantal telefoontjes	2
aantal telefonisten nodig	46	aantal telefonisten nodig	0

Tabellen 9 & 10: Resultaat overstap van 3σ naar 6σ

Reconstuctie Six Sigma

1. Business context

Waarom zou The Coffee Company het Six Sigma programma moeten implementeren? The Coffee Company heeft onnodig hoge Costs of Poor Quality. Zo kost elke telefonist 18000 euro per jaar en elk verkeerd gevuld pak kost 1.41 euro. In totaal zijn de Costs of Poor Quality ruim 800.000 euro

2. Stepwise strategy

Toepassen van DMAIC-cyclus binnen The Coffee Company.

Fase	Stap
Define	D1. Identificeer het proces -onnauwkeurig vulproces
	D2. Identificeer de waarde voor de aandeelhouders -meer winst bedrijf is meer winst voor aandeelhouders
	D3. Specificeer de klantenbehoeften en –eisen -klanten willen goed gevuld pak koffie
	D4. Maak een business case voor het project - Specificeer het Six Sigma team. Stel teamleden aan een onderga Six Sigma trainingen
Measure	M1. Selecteer één of meer kritieke punten m.b.t de kwaliteit -weegproces -vacuum zuigen -vermalen van bonen
	M3. Valideer de waarde van de kritieke punten -levert het weegproces grotere verliezen dan het vacuumzuigen?
	M4. Bekijk het proces capaciteit -welke delen binnen het proces zijn bij te stellen / veranderen

	M5. Definiëer de mikpunten -nauwkeurigere hoeveelheid afwegen -verlies tijdens vacuum trekken beperken
Analyse	A1. Identificeer mogelijke invloedfactoren -personeel -stabiliteit van het proces
	A2. Selecteer een aantal invloedfactoren
Improve	I1. Kwantificeer de relatie tussen kritieke punten en oorzaken van defecten. -De kritieke punten hebben grote invloed op de vulgraad
	I2. Pas proces (instellingen) aan, zodat de kritieke punten worden geoptimaliseerd -veranderen vulinstellingen -train personeel zodat deze beter met de machines omgaat
	I3. Bekijk of proces vooruit is gegaan -minder variatie is gevulde hoeveelheid?
Control	C1. Definieer de nieuwe proces capaciteit -in hoeverre is het proces nu nog te verbeteren?
	C2. Implementeer de controle plannen -elke pak gecontroleerd, of steekproefsgewijs?

Tabel 11: Overzicht DMAIC-cyclus betreffende TCC

3. Tools and techniques

De bruikbare gereedschappen voor de DMAIC-cyclus betreffende The Coffee Company. Vooral de improve fase is van belang.

Fase	Gereedschap
Define	Customer observation
	Customer interview
Measure	Control chart
	Benchmarking
Analyse	Bootstrapping
	Data mining
	Brainstorming
Improve	Statistical model building
	Brainstorming
	Benchmarking
	Robust design
	Affinity diagram
Control	Statistical process control
	Gantt chart

Tabel 12: Overzicht gereedschappen DMAIC-cyclus betreffende TCC

4. Concept

Door over te stappen van een kwaliteitsniveau van 3σ naar een niveau van 6σ bespaart The Coffee Company al gauw € 882.052 – € 45 = € 882.007 op hun garantieregeling en € 2751.58 op het te vol vullen van een pak koffie. Door deze overstap krijgen ze maar 2 telefoontjes per jaar en hebben ze daardoor ook helemaal geen telefonisten meer nodig. Door de overstap stijgt in dit geval de winst met 54%.

Merk op dat er uit is gegaan dat er slechts 1 op de 10 klanten zich op de garantieregeling werpt. Zodra dit er in werkelijkheid meer zouden zijn betekent dit nog hogere kosten en die verlies van de onderneming tot gevolg kunnen hebben .

Voor de gebruikte code zie Bijlage 1.

9 Conclusie

Six Sigma is een kwaliteitmanagementbenadering om de operationele prestaties van een organisatie te verbeteren door tekorten in de processen van de organisatie te identificeren en te verbeteren. Deze benadering streeft naar een foutloze organisatie. Doordat er op een niveau van 6σ slechts 3,4 fouten per miljoen mogelijkheden ontstaan, kan er gesproken worden van een perfect werkende organisatie.

Als een organisatie belangrijke klanteneisen negeert, creëert ze gebreken, klachten en kosten. Hoe groter het aantal voorkomende gebreken, hoe hoger de kosten worden om deze te verhelpen. Hoe hoger de kosten en dus de prijs voor een product komen te liggen. Gebreken kunnen leiden tot hogere prijzen en dus tot klantenverlies; afgehaakte klanten vertellen hun ervaringen aan anderen en maken het daarmee zoveel moeilijker om de gevolgen van gebreken weer teniet te doen. Nu klanten steeds veeleisender en ongeduldiger worden, brengen hoge foutniveaus een onderneming in gevaar. In het ideale geval wil een onderneming elk gebrek en de daaruit voortvloeiende kosten in geld en klanttevredenheid vermijden. Klanten tevreden houden is dus goed en winstgevend voor de organisatie. Six Sigma erkent dat er altijd een zekere mogelijkheid bestaat dat gebreken binnensluipen, zelfs in de best geleide processen of bij de beste vervaardigde producten. Maar met een prestatie van 6σ (is gelijk aan 99,9997%) stelt Six Sigma een doel, waarbij geen gebreken voorkomen. Door de lat zo hoog mogelijk te leggen helpt de doelstelling van Six Sigma om mensen en processen te helpen bij het leveren van foutloze producten en diensten.

Om een organisatie tot een niveau van 6σ te laten stijgen wordt gebruik gemaakt van de DMAIC-cyclus. DMAIC is een acroniem voor Define-Measure-Analyse-Improve-Control. DMAIC is een flexibele en toch krachtige reeks van vijf fasen om duurzame verbetering tot stand te brengen. Dit proces werkt van het formuleren van een probleem tot en met de implementatie van een oplossing. DMAIC is generiek toepasbaar in elk bedrijfsproces. Hierdoor is Six Sigma ook toepasbaar in elk bedrijfsproces en voor elk probleem inzetbaar.

Als een bedrijf besluit om Six Sigma toe te passen binnen hun organisatie zullen ze goed na moeten denken over welke richting ze op willen en wat ze willen bereiken met Six Sigma. Willen ze een verbetering van het proces bereiken door middel van een complete organisatietransformatie wat vaak veel onrust in organisaties veroorzaakt, willen ze een strategische verbetering ten opzichte van de concurrentie of willen ze met Six Sigma een probleem oplossen. Voor elke activiteit is er een andere aanpak nodig.

Het zal niet voor elke organisatie even makkelijk zijn om het niveau van 6σ te bereiken. In het geval van The Coffee Company beschreven in Hoofdstuk 8 zal het enkel wat aanpassingen van het productie proces met zich meebrengen. In andere gevallen zullen er complete organisatie reorganisaties plaats moeten vinden. Het uitvoeren van de DMAIC cyclus luistert hier zeer nauw.

Als een organisatie de vijf fasen van de DMAIC cyclus zorgvuldig doorloopt leidt dit tot grote verbeteringen binnen de organisatie. Het verschil tussen de DMAIC en andere

oplossingmethodieken is dat DMAIC ‘repeterend’ is. Dat betekent dat de lijn van ‘Define’ naar ‘Control’ geen rechte is, maar eerder heen en weer loopt. Waarbij eerdere aannames opnieuw ter sprake komen en plekken worden ingevuld die eerder in haast waren overgeslagen. Hierdoor wordt elk punt binnen DMAIC steeds opnieuw onderhanden genomen en verbeterd. Door deze continue verbeteringen, komt het proces steeds een stapje dichterbij perfectie. Uiteindelijk bevindt het proces zich op een niveau van 6σ en kan er gesproken worden van een ‘foutloze’ organisatie.

Uit de case “The Coffee Company” is gebleken dat Six Sigma grote besparingen in de kosten oplevert. In het geval van The Coffee Company bespaarde deze organisatie al bijna € 900.000 op een omzet van € 9,5 miljoen. Hierdoor steeg de winst met 54%. Een organisatie naar een niveau van 6σ brengen heeft dus wel zin. De kosten die de trainingen voor de managers en overige werknemers met zich meebrengen wegen niet op tegen de bedragen die de organisatie bespaart.

Concluderend, Six Sigma werkt en Six Sigma is aan te bevelen binnen een samenleving waarin klanten veeleisend zijn. Willen organisaties het hoofd boven water willen houden binnen deze economie, dan zullen ze zich moeten onderscheiden van andere organisaties. Lage foutenpercentages (plus de bijbehorende ‘lage’ kosten) zullen organisaties een stap voorsprong geven op de concurrentie.

10 Bijlagen

10.1 Bijlage 1

R-Code casus The Coffee Company

```

CoffeeCompany<- function(mean,lowerlevel,upperlevel,sigma,number){
  normalesigma<-sigma - 1.5
  aantal100<-0
  verliesopgrammen100<-0
  uitkomst<-mat.or.vec(1,2)

  for(i in 1:100){
    aantal <- 0
    verliesopgrammen<-0
    stdev<-(-lowerlevel+mean)/normalesigma
    vector<-rnorm(number,mean,stdev)
    for(i in 1:length(vector)){
      if (vector[i]<=lowerlevel){
        aantal<- aantal+1
      }
      else if (vector[i]>=upperlevel){
        verliesopgrammen <- verliesopgrammen + ((vector[i]-upperlevel)*0.005635)
      }
    }
    aantal100<-aantal100+(aantal/100)
    verliesopgrammen100<-verliesopgrammen100+(verliesopgrammen/100)
  }
  uitkomst[1,]<-aantal100
  uitkomst[2,]<-verliesopgrammen100
  uitkomst
}

CoffeeCompany(250,245,255,3,5000000)

CoffeeCompany(250,245,255,6,5000000)

```

Resultaat

```

> CoffeeCompany(250,245,255,3,5000000)
  [,1] [,2]
[1,] 334000.4 2751.616
>
> CoffeeCompany(250,245,255,6,5000000)
  [,1] [,2]
[1,] 16.87 0.02314291
>

```

Het linkergetal refereert naar het aantal pakken dat beneden de 245 gram zijn gevuld. Het rechtergetal refereert naar de kosten van de grammen koffie voor de pakken die boven de 255 gram zijn gevuld.

11 Literatuurlijst

Boeken:

Chowdhury, S. (2002), "De kracht van Six Sigma", Pearson Education

Proefschrift:

Koning, H. de (2007), "Scientific Grounding of Lean Six Sigma's Methodology", Ibis Uva

Artikelen:

Dr Antony, J.(2003), *Some Pros and Cons of Six Sigma*

Swinney, Z. (2004), *The 1,5 sigma process shift explanation*

Oosterhoorn, A.(2002), *Six Sigma als nieuwe strategie voor resultaatverbetering*

Websites:

Six Sigma Nederland, <http://www.sixsigma.nl>

Management Site Nederland, <http://www.managementsite.nl>

Quality America, http://www.qualityamerica.com/knowledgecente/knowctrQuality_Management_Articles.htm

Wikipedia (geen auteur bekend):

http://nl.wikipedia.org/wiki/Zes_sigma

http://nl.wikipedia.org/wiki/Normale_verdeling

http://en.wikipedia.org/wiki/Six_Sigma

http://en.wikipedia.org/wiki/Lean_Six_Sigma

http://en.wikipedia.org/wiki/Normal_distribution