



120 oefeningen en uitwerkingen voor Lean Six Sigma Green Belt en Black Belt training

Industrie en Dienstverlening

ing. T.H.M. de Goede, ir. T.J. Hesp, A. Meek BSc IAM, ing. A.G.M. ten Tije

1^e druk

Lean Six Sigma Academy[®]

© Copyright LSSA BV, 2015

Amsterdam

<i>Title</i>	Lean Six Sigma oefenboek voor Green Belt en Black Belt Industrie en Dienstverlening
<i>Authors</i>	ing. T.H.M. de Goede, ir. T.J. Hesp, A. Meek BSc IAM, ing. A.G.M. ten Tije
<i>Co-authors</i>	M.A.J. van Lent, P. Willockx, M.I. Kollenhof, N.J.C. Siebert
<i>Publisher</i>	Lean Six Sigma Academy © Copyright LSSA BV, 2015 Amsterdam
<i>Contact</i>	Neem contact op met ons op of bezoek onze website voor meer informatie, volumekortingen, online verkoop en licenties voor trainingsmateriaal. www.lssa.eu info@lssa.eu

1^e druk 2015

ISBN 978-94-92240-03-3

NUR 100

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

Gedeelten 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 Lean Six Sigma Academy Syllabi voor Green en Black Belts en volgt het CIMM-raamwerk: 'Continuous Improvement Maturity Model' (LSSA, 2014). U heeft de toestemming om dit model in zijn oorspronkelijke vorm te delen en te verspreiden indien wordt verwezen naar de uitgever en auteur, (LSSA®, Theisens et. Al., 2014).

Gedrukt in Nederland.

Hoe dit boek te gebruiken

Er zijn veel uitstekende boeken geschreven over de Lean Six Sigma methodiek. Echter, het lezen alleen zal u niet de vaardigheid opleveren om de instrumenten succesvol toe te kunnen passen. Door het maken van oefeningen kunt u deze vaardigheden wel ontwikkelen. Dit oefenboek is een waardevolle aanvulling op Lean Six Sigma trainingen. Zelfs ervaren Lean Six Sigma Green en Black Belts kunnen dit oefenboek gebruiken om hun Lean Six Sigma vaardigheden te verbeteren.

De oefeningen in dit boek zijn gebaseerd op het 'Continuous Improvement Maturity Model' (CIMM). Dit is een model dat, door een evolutionaire fase benadering voor procesverbetering vanaf een zeer vroeg stadium, leidt tot het leveren van producten en diensten van wereldklasse. CIMM is een samenhangend en innovatief kader dat Lean, Six Sigma en andere verbetermethoden verbindt. Het model bevat de in de praktijk succesvol gebleken methoden en technieken van procesverbetering, kwaliteit management en de ontwikkeling van nieuwe producten. CIMM is een open standaard en wordt onderhouden door de 'Lean Six Sigma Academy' (LSSA). Voor meer informatie zie het boek 'Climbing The Mountain', (Theisens, 2014).

De structuur van dit oefenboek is gebaseerd op de Lean Six Sigma Academy Syllabi voor Green Belt en Black Belt, (LSSA, 2014). Dit oefenboek biedt oefeningen voor bijna alle in de syllabi gedefinieerde competenties en technieken. Een aantal Black Belt instrumenten valt buiten het toepassingsgebied of is te veel omvattend en derhalve niet in het boek opgenomen. Wij adviseren u om dit boek op www.lssa.eu te registreren. Na registratie kunt u aanvullende voorbeelden, sjablonen en de gegevensbestanden downloaden die zijn gebruikt om de statistische analyses uit te voeren en grafieken te maken.

Zowel voor de industrie als de dienstverlening bevat dit oefenboek oefeningen voor verschillende expertisegebieden. Vanaf pagina 315 vindt u een index die aangeeft welke oefening voor welk vakgebied toepasbaar is.

Inhoudsopgave

1	WORLD CLASS PERFORMANCE.....	13
1.1	COMPETITIVE STRATEGIES.....	13
1.1.1	<i>Lean and Six Sigma applications – Six Sigma organisatie</i>	<i>13</i>
1.2	HISTORY OF CONTINUOUS IMPROVEMENT	13
1.3	PHILOSOPHY & PRINCIPLES.....	13
1.3.1	<i>Lean principles – De 14 principes van Toyota (TPS)</i>	<i>13</i>
1.3.2	<i>Lean principles – Lean denken</i>	<i>14</i>
1.4	ORGANIZATIONAL PROCESS MANAGEMENT	16
1.4.1	<i>Business performance measures – EFQM / INK-model en dimensies</i>	<i>16</i>
1.4.2	<i>Business performance measures – EFQM / INK-spinnenweb.....</i>	<i>16</i>
1.4.3	<i>Business performance measures – Financiële kengetallen (Lean Accounting)</i>	<i>17</i>
1.4.4	<i>Business performance measures – Tegenwerkende accountingregels (Lean Accounting)</i>	<i>17</i>
1.5	PROJECT SELECTION PROCESS	18
2	PROCESS IMPROVEMENT DEPLOYMENT	19
2.1	MANAGEMENT OF CHANGE	19
2.2	LEADERSHIP	19
2.2.1	<i>Effective communication – Effectief vergaderen</i>	<i>19</i>
2.2.2	<i>Team performance, evaluation and reward – Motiveren en betrekken</i>	<i>19</i>
2.3	TEAM DEVELOPMENT	19
2.3.1	<i>Training Deployment – Kernpunten</i>	<i>19</i>
3	PROJECT MANAGEMENT.....	20
3.1	TEAM FORMATION	20
3.2	PROCESS IMPROVEMENT ROADMAPS	20
3.3	VOICE OF CUSTOMER (VOC)	20
3.3.1	<i>Customer Identification – Innovatiesubsidies</i>	<i>20</i>
3.4	PROJECT CHARTER	21
3.5	PROJECT MANAGEMENT TECHNIQUES.....	21
3.5.1	<i>Time management – Efficiënte bijeenkomsten.....</i>	<i>21</i>
3.5.2	<i>Time management – Projectvertraging</i>	<i>21</i>
3.5.3	<i>Project risk analysis and mitigation – Familiebedrijf</i>	<i>21</i>
3.5.4	<i>Lessons learned – One Point Lesson.....</i>	<i>22</i>
4	CIMM LEVEL I – CREATING A SOLID FOUNDATION	23
4.1	ORGANIZED WORK ENVIRONMENT (5S)	23
4.1.1	<i>Organised work environment (5S) – 5S activiteiten</i>	<i>23</i>
4.2	STANDARDIZED WORK	23
4.2.1	<i>Standardized work and Documentation – Standard Operating Procedures (SOP)</i>	<i>23</i>
4.2.2	<i>Standardized work and Documentation – Effectieve procesbeheersmethoden</i>	<i>23</i>
4.3	QUALITY CONTROL & QUALITY ASSURANCE.....	24
4.3.1	<i>Ongoing evaluation and auditing – Japanse cultuur</i>	<i>24</i>
5	CIMM LEVEL II – CREATING A CONTINUOUS IMPROVEMENT CULTURE.....	25
5.1	KAIZEN	25
5.1.1	<i>Kaizen events – Verspaningsafdeling.....</i>	<i>25</i>
5.2	BASIC QUALITY TOOLS	28

5.2.1	Visualization of data – Kolommen stapelen.....	28
5.2.2	Visualization of data – Kolommen transponeren.....	28
5.2.3	Visualization of data – Subset data via een formule.....	28
5.2.4	Visualization of data – Samenvoegen tekst uit 2 kolommen	29
5.2.5	Basic Quality tools – Paretdiagram.....	29
5.2.6	Basic Quality tools – Staafdiagram.....	29
5.2.7	Basic Quality tools – Taartdiagram.....	29
5.2.8	Basic Quality tools – Boxplot.....	30
5.2.9	Basic Quality tools – Histogram	30
5.2.10	Basic Quality tools – Interval plot (met groepen)	30
5.2.11	Basic Quality tools – Interval plot	30
5.2.12	Basic Quality tools – Probability distribution plot.....	30
5.2.13	Basic Quality tools – Line plot	31
5.2.14	Basic Quality tools – Time series plot.....	31
5.2.15	Basic Quality tools – Probability plot	31
5.2.16	Basic Quality tools – Marginal plot.....	31
5.3	BASIC MANAGEMENT TOOLS	31
6	CIMM LEVEL III – CREATING STABLE AND EFFICIENT PROCESSES.....	32
DEFINE		32
6.1	PROCESS MAPPING.....	32
6.1.1	High level process description – Pannenkoek (SIPOC).....	32
6.1.2	High level process description – Pannenkoek (Process mapping)	32
6.1.3	High level process description – Pannenkoek (Cause & Effect matrix)	33
MEASURE.....		33
6.2	LEAN PERFORMANCE METRICS	33
6.2.1	Total Productive Maintenance (TPM) – Overall Equipment Effectiveness (OEE).....	33
6.2.2	Total Productive Maintenance (TPM) – Afvullijn OEE	34
6.2.3	Types of data – Schaaltypen	34
ANALYZE		35
6.3	VALUE STREAM MAPPING (CURRENT STATE)	35
6.3.1	Value Stream Mapping (Current State) – Zaklantaarn productie - ENNA.....	35
IMPROVE.....		40
6.4	REDUCING MUDA (WASTE).....	40
6.4.1	Waste identification – Logistiek proces inkomende goederen.....	40
6.5	REDUCING MURI (OVERBURDEN)	41
6.5.1	Flow – Cellen	41
6.5.2	Flow – Penny Fab	43
6.6	REDUCING MURA (UNEVENNESS).....	45
6.6.1	Pull – Kanban, voorraadverloop (Shop Floor Control).....	45
6.6.2	Pull – Oppervlaktebehandeling	46
6.6.3	Quick Change Over (SMED) – Omstellingen in dienstverlenende - administratieve processen ..	47
6.6.4	Quick Change Over (SMED) – SMED tooling	47
6.7	VALUE STREAM MAPPING – FUTURE STATE	48
6.7.1	Value Stream Mapping (Future State) – Zaklantaarn productie - ENNA	48
6.7.2	Value Stream Mapping (Future State) – Spuitgietsproces – ENNA	49
6.7.3	Value Stream Mapping (Future State) – Assemblageproces – ENNA	49
CONTROL		50
6.8	FIRST TIME RIGHT.....	50
6.8.1	Failure Mode and Effects Analysis (pFMEA) – Pannenkoek (pFMEA)	50
6.8.2	Jidoka & Poka Yoke – Poka Yoke	50
7	CIMM LEVEL IV – CREATING CAPABLE PROCESSES	51
DEFINE.....		51
7.1	CRITICAL TO QUALITY (CTQ)	51

7.1.1	CTx Flowdown – Pannenkoek.....	51
7.1.2	CTx Flowdown – Hotel.....	52
	MEASURE.....	52
7.2	SIX SIGMA PERFORMANCE METRICS.....	52
7.3	STATISTICS	52
7.3.1	Basic terms – Gemiddelde en mediaan.....	52
7.3.2	Basic terms – Variantie, standaarddeviatie en range.....	52
7.3.3	Basic terms – Variantie en standaarddeviatie	53
7.3.4	Descriptive statistics – “Histogram with fit and groups” van een nokkenas.....	53
7.3.5	Descriptive statistics – Populatie versus steekproef	53
7.3.6	Descriptive statistics – Steekproefmethodes.....	53
7.3.7	Descriptive statistics – Werpen met 2 dobbelstenen (Som van kansen).....	54
7.3.8	Descriptive statistics – Bjorn en Svein (Hoogste kans met dobbelstenen).....	54
7.3.9	Descriptive statistics – Dagproductie (Kans met steekproef).....	54
7.4	DISTRIBUTIONS	54
7.4.1	Common continuous distributions – Briketten (Normale kansverdeling)	54
7.4.2	Common continuous distributions – Diameter van asjes.....	55
7.4.3	Common continuous distributions – Steekproef kogellagers.....	55
7.4.4	Common continuous distributions – Espresso.....	55
7.4.5	Common discrete distributions – Schroeven 1 (Binomiale kans)	55
7.4.6	Common discrete distributions – Schroeven 2 (Binomiale kansverdeling).....	56
7.4.7	Common discrete distributions – Offertes - I	56
7.4.8	Common discrete distributions – Offertes - II	56
7.4.9	Common discrete distributions – Helpdesk (Poisson kansverdeling)	56
7.4.10	Common discrete distributions – Referendum stemgerechtigden.....	56
7.4.11	Central limit theorem – Proef op de som	57
7.5	MEASUREMENT SYSTEMS.....	57
7.5.1	Measurement Systems Analysis (MSA) – Positive, Negative, Non-linear and Bias.....	57
7.5.2	Measurement Systems Analysis (MSA) – Laboratoriummeting (MSA)	57
7.5.3	Measurement Systems Analysis (MSA) – Foliediktemeting (MSA).....	58
7.5.4	Measurement Systems Analysis (MSA) – Asje, 50 keer gemeten (Type 1 Gage Study).....	59
7.5.5	Measurement Systems Analysis (MSA) – Afwegen chemicalie (Gage Linearity)	59
7.5.6	Attribute Agreement Analysis – Bloedeieren (Attributive Agreement).....	60
7.5.7	Attribute Agreement Analysis – Dropfabrikage (Attribute Gage Study).....	60
	ANALYZE	61
7.6	HYPOTHESIS TESTING	61
7.6.1	Tests for means, variances and proportions – Instellen vulmachine	61
7.6.2	Tests for means, variances and proportions – Asjes draaien	61
7.6.3	Tests for means, variances and proportions – Doorlooptijd subsidieaanvraag	62
7.6.4	Tests for means, variances and proportions – Fastfoodketen	62
7.6.5	Tests for means, variances and proportions – Sportieve studenten	63
7.6.6	Tests for means, variances and proportions – Zuivere munt tossen.....	63
7.6.7	Paired-comparison tests – Breeksterkte van kabels	63
7.6.8	Paired-comparison tests – Doorbuigen plastic buizen	63
7.6.9	Paired-comparison tests – Distributiecentrum	64
7.6.10	Paired-comparison tests – Callcenter aanbod	64
7.6.11	Goodness-of-fit (Chi square) tests – Jongens en meisjes (Goodness of Fit)	64
7.6.12	Goodness-of-fit (Chi square) tests – Kogeldiameters (Contingentie (kans) Tabellen).....	65
7.6.13	Goodness-of-fit (Chi square) tests – Ongelukken en leeftijd.....	65
7.6.14	Non-parametric tests – Nieuw logo	65
7.6.15	Non-parametric tests – Titaniumgehalte.....	65
7.6.16	Non-parametric tests – Rechtsaf slaan	66
7.6.17	Non-parametric tests – Inkomen per stadsdeel.....	66
7.7	EXPLORATORY DATA ANALYSIS	67
7.7.1	Regression analysis – Plantgroei.....	67
7.7.2	Regression analysis – Visserslatijn	67
7.7.3	Regression analysis – Marketing Campagne I	67

7.7.4	Regression analysis – Marketing Campagne II	68
7.7.5	Regression analysis – Transportkosten	68
7.7.6	Analysis of variance (ANOVA) – Bloedstollend onderzoek	69
7.7.7	Analysis of variance (ANOVA) – Typesnelheid	69
7.7.8	Multivariate studies – Sinteren van metaal (Multi-Vari chart)	70
7.7.9	Attribute data analysis – Challenger Case	70
7.8	PROCESS CAPABILITY AND PERFORMANCE	71
7.8.1	Process capability studies – Diameter van asjes (Process Capability).....	71
7.8.2	Process capability studies – Vulgewicht van tubes	71
7.8.3	Process capability studies – Oven temperaturen	72
7.8.4	Process capability studies – Temperatuur op kantoor	72
IMPROVE		73
7.9	DESIGN OF EXPERIMENTS (DOE)	73
7.9.1	Two-level fractional factorial experiments – Fietsexperiment (DOE fractional factorial).....	73
7.9.2	Two-level fractional factorial experiments – Lithografie – 5 factoren	73
CONTROL		75
7.10	STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC)	75
7.10.1	Selection and application of control charts – Xbar & R chart van een nokkenas.....	75
7.10.2	Selection and application of control charts – Leverancier	75
7.10.3	Selection and application of control charts – Afwijking van nominal (DNOM – Chart)	75
7.10.4	Selection and application of control charts – Regelkaart van LCD-schermen.....	76
7.10.5	Selection and application of control charts – Regelkaart valse “Out-Of-Control”-meldingen	76
8	CIMM LEVEL V – CREATING WORLD CLASS PRODUCTS	77
8.1	PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT (PLM)	77
8.2	DEVELOPMENT FRAMEWORKS.....	77
8.3	DESIGN FOR SIX SIGMA TECHNIQUES	77
8.3.1	Tolerance Analysis – Bol en balk	77
UITWERKINGEN		79
1	WORLD CLASS PERFORMANCE.....	80
1.1	COMPETITIVE STRATEGIES.....	80
1.1.1	Lean and Six Sigma applications – Six Sigma organisatie	80
1.2	HISTORY OF CONTINUOUS IMPROVEMENT	80
1.3	PHILOSOPHY & PRINCIPLES.....	80
1.3.1	Lean principles – De 14 principes van Toyota (TPS)	80
1.3.2	Lean principles – Lean denken	82
1.4	ORGANIZATIONAL PROCESS MANAGEMENT	82
1.4.1	Business performance measures – EFQM / INK-model en dimensies	82
1.4.2	Business performance measures – EFQM / INK-spinnenweb.....	83
1.4.3	Business performance measures – Financiële kengetallen (Lean Accounting)	84
1.4.4	Business performance measures – Tegenwerkende accountingregels (Lean Accounting)	85
1.5	PROJECT SELECTION PROCESS	86
2	PROCESS IMPROVEMENT DEPLOYMENT	87
2.1	MANAGEMENT OF CHANGE	87
2.2	LEADERSHIP	87
2.2.1	Effective communication – Effectief vergaderen	87
2.2.2	Team performance, evaluation and reward – Motiveren en betrekken	87
2.3	TEAM DEVELOPMENT	88
2.3.1	Training Deployment – Kernpunten	88

3	PROJECT MANAGEMENT.....	89
3.1	TEAM FORMATION	89
3.2	PROCESS IMPROVEMENT ROADMAPS.....	89
3.3	VOICE OF CUSTOMER (VOC)	89
3.3.1	<i>Customer Identification – Innovatiesubsidies</i>	<i>89</i>
3.4	PROJECT CHARTER	90
3.5	PROJECT MANAGEMENT TECHNIQUES.....	90
3.5.1	<i>Time management – Efficiënte bijeenkomsten.....</i>	<i>90</i>
3.5.2	<i>Time management – Projectvertraging</i>	<i>90</i>
3.5.3	<i>Project risk analysis and mitigation – Familiebedrijf</i>	<i>90</i>
3.5.4	<i>Lessons learned – One Point Lesson.....</i>	<i>92</i>
4	CIMM LEVEL I – CREATING A SOLID FOUNDATION	93
4.1	ORGANIZED WORK ENVIRONMENT (5S)	93
4.1.1	<i>Organised work environment (5S) – 5S-activiteiten.....</i>	<i>93</i>
4.2	STANDARDIZED WORK	93
4.2.1	<i>Standardised work and documentation – Standard Operating Procedures (SOP).....</i>	<i>93</i>
4.2.2	<i>Standardised work and documentation – Effectieve procesbeheersmethoden.....</i>	<i>93</i>
4.3	QUALITY CONTROL & QUALITY ASSURANCE.....	94
4.3.1	<i>Ongoing evaluation and auditing – Japanse cultuur</i>	<i>94</i>
5	CIMM LEVEL II – CREATING A CONTINUOUS IMPROVEMENT CULTURE.....	95
5.1	KAIZEN	95
5.1.1	<i>Kaizen events – Verspaningsafdeling.....</i>	<i>95</i>
5.2	BASIC QUALITY TOOLS	97
5.2.1	<i>Visualization of data – Kolommen stapelen.....</i>	<i>97</i>
5.2.2	<i>Visualization of data – Kolommen transponeren.....</i>	<i>98</i>
5.2.3	<i>Visualization of data – Subset data via een formule.....</i>	<i>99</i>
5.2.4	<i>Visualization of data – Samenvoegen tekst uit 2 kolommen</i>	<i>100</i>
5.2.5	<i>Basic Quality tools – Pareto diagram.....</i>	<i>101</i>
5.2.6	<i>Basic Quality tools – Staafdiagram</i>	<i>102</i>
5.2.7	<i>Basic Quality tools – Taartdiagram.....</i>	<i>104</i>
5.2.8	<i>Basic Quality tools – Boxplot.....</i>	<i>106</i>
5.2.9	<i>Basic Quality tools – Histogram</i>	<i>107</i>
5.2.10	<i>Basic Quality tools – Interval plot (met groepen).....</i>	<i>109</i>
5.2.11	<i>Basic Quality tools – Interval plot</i>	<i>111</i>
5.2.12	<i>Basic Quality tools – Probability distribution plot.....</i>	<i>112</i>
5.2.13	<i>Basic Quality tools – Line plot</i>	<i>114</i>
5.2.14	<i>Basic Quality tools – Time series plot.....</i>	<i>115</i>
5.2.15	<i>Basic Quality tools – Probability plot</i>	<i>116</i>
5.2.16	<i>Basic Quality tools – Marginal plot</i>	<i>119</i>
5.3	BASIC MANAGEMENT TOOLS	119
6	CIMM LEVEL III – CREATING STABLE AND EFFICIENT PROCESSES.....	120
DEFINE.....		120
6.1	PROCESS MAPPING.....	120
6.1.1	<i>High level process description – Pannenkoek (SIPOC).....</i>	<i>120</i>
6.1.2	<i>High level process description – Pannenkoek (Process mapping).....</i>	<i>121</i>
6.1.3	<i>High level process description – Pannenkoek (Cause & Effect matrix)</i>	<i>122</i>
MEASURE.....		123
6.2	LEAN PERFORMANCE METRICS.....	123
6.2.1	<i>Total Productive Maintenance (TPM) – Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	<i>123</i>
6.2.2	<i>Total Productive Maintenance (TPM) – Afvullijn OEE</i>	<i>124</i>

6.2.3	Types of data – Schaaltypen	128
ANALYZE		128
6.3	VALUE STREAM MAPPING (CURRENT STATE)	128
6.3.1	Value Stream Mapping (Current State) – Zaklantaarn productie - ENNA.....	128
IMPROVE.....		130
6.4	REDUCING MUDA (WASTE).....	130
6.4.1	Waste identification – Logistiek proces inkomende goederen.....	130
6.5	REDUCING MURI (OVERBURDEN)	131
6.5.1	Flow – Cellen	131
6.5.2	Flow – Penny Fab	131
6.6	REDUCING MURA (UNEVENNESS).....	132
6.6.1	Pull – Kanban, voorraadverloop (Shop Floor Control).....	132
6.6.2	Pull – Oppervlaktebehandeling	133
6.6.3	Quick Change Over (SMED) – Omstellingen in dienstverlenende - administratieve processen	134
6.6.4	Quick Change Over (SMED) – SMED tooling	135
6.7	VALUE STREAM MAPPING – FUTURE STATE	137
6.7.1	Value Stream Mapping (Future State) – Zaklantaarn productie - ENNA	137
6.7.2	Value Stream Mapping (Future State) – Spuitgietsproces – ENNA	138
6.7.3	Value Stream Mapping (Future State) – Assemblageproces – ENNA	140
CONTROL		145
6.8	FIRST TIME RIGHT.....	145
6.8.1	Failure Mode and Effects Analysis (pFMEA) – Pannenkoek (pFMEA)	145
6.8.2	Jidoka & Poka Yoke – Poka Yoke	146
7	CIMM LEVEL IV – CREATING CAPABLE PROCESSES	148
DEFINE.....		148
7.1	CRITICAL TO QUALITY (CTQ)	148
7.1.1	CTx Flowdown – Pannenkoek (CTQ Flowdown)	148
7.1.2	CTx Flowdown – Hotel.....	150
MEASURE.....		151
7.2	SIX SIGMA PERFORMANCE METRICS	151
7.3	STATISTICS	151
7.3.1	Basic terms – Gemiddelde en mediaan.....	151
7.3.2	Basic terms – Variantie, standaarddeviatie en range.....	152
7.3.3	Basic terms – Variantie en standaarddeviatie	152
7.3.4	Descriptive statistics – “Histogram with fit and groups” van een nokkenas.....	152
7.3.5	Descriptive statistics – Populatie versus steekproef	153
7.3.6	Descriptive statistics – Steekproefmethodes.....	153
7.3.7	Descriptive statistics – Werpen met 2 dobbelstenen (Som van kansen).....	154
7.3.8	Descriptive statistics – Bjorn en Svein (Hoogste kans met dobbelstenen)	154
7.3.9	Descriptive statistics – Dagproductie (Kans met steekproef).....	155
7.4	DISTRIBUTIONS	156
7.4.1	Common continuous distributions – Briketten (Normale kansverdeling)	156
7.4.2	Common continuous distributions – Diameter van asjes.....	159
7.4.3	Common continuous distributions – Steekproef kogellagers.....	162
7.4.4	Common continuous distributions – Espresso.....	164
7.4.5	Common discrete distributions – Schroeven 1 (Binomiale kans)	167
7.4.6	Common discrete distributions – Schroeven 2 (Binomiale kansverdeling).....	174
7.4.7	Common discrete distributions – Offertes - I	174
7.4.8	Common discrete distributions - Offerte - II.....	180
7.4.9	Common discrete distributions – Helpdesk (Poisson kansverdeling)	180
7.4.10	Common discrete distributions – Referendum stemgerechtigden	188
7.4.11	Central limit theorem – Proef op de som	189
7.5	MEASUREMENT SYSTEMS.....	191
7.5.1	Measurement Systems Analysis (MSA) – Positive, Negative, Non-linear and Bias	191
7.5.2	Measurement Systems Analysis (MSA) – Laboratoriummeting (MSA)	197

7.5.3	Measurement Systems Analysis (MSA) – Foliediktemeting (MSA).....	199
7.5.4	Measurement Systems Analysis (MSA) – Asje, 50 keer gemeten (Type 1 Gage Study).....	202
7.5.5	Measurement Systems Analysis (MSA) – Afwegen chemicalie (Gage Linearity)	206
7.5.6	Measurement Systems Analysis – Bloedeieren (Attributive Agreement).....	208
7.5.7	Attribute Agreement Analysis – Dropfabrikage (Attribute Gage Study).....	212
ANALYZE		213
7.6	HYPOTHESIS TESTING	213
7.6.1	Tests for means, variances and proportions – Instellen vulmachine	213
7.6.2	Tests for means, variances and proportions – Asjes draaien	215
7.6.3	Tests for means, variances and proportions – Doorlooptijd subsidieaanvraag	217
7.6.4	Tests for means, variances and proportions – Fastfoodketen	219
7.6.5	Tests for means, variances and proportions – Sportieve studenten	221
7.6.6	Tests for means, variances and proportions – Zuivere munt tossen.....	223
7.6.7	Paired-comparison tests – Breeksterkte van kabels	225
7.6.8	Paired-comparison tests – Doorbuigen plastic buizen	226
7.6.9	Paired-comparison tests – Distributiecentrum	232
7.6.10	Paired-comparison tests – Callcenter aanbod	237
7.6.11	Goodness-of-fit (Chi square) tests – Jongens en meisjes (Goodness of Fit)	239
7.6.12	Goodness-of-fit (Chi square) tests – Kogeldiameters (Contingentie (kans) Tabellen).....	240
7.6.13	Goodness-of-fit (Chi square) tests – Ongelukken en leeftijd	242
7.6.14	Non-parametric tests – Nieuw logo	243
7.6.15	Non-parametric tests – Titaniumgehalte.....	245
7.6.16	Non-parametric tests – Rechtsaf slaan	247
7.6.17	Non-parametric tests – Inkomen per stadsdeel.....	248
7.7	EXPLORATORY DATA ANALYSIS	251
7.7.1	Regression analysis – Plantgroei.....	251
7.7.2	Regression analysis – Visserslatijn	254
7.7.3	Regression analysis – Marketing Campagne I	259
7.7.4	Regression analysis – Marketing Campagne II	261
7.7.5	Regression analysis – Transportkosten	264
7.7.6	Analysis of variance (ANOVA) – Bloedstollend onderzoek	272
7.7.7	Analysis of variance (ANOVA) – Typesnelheid	275
7.7.8	Multivariate studies – Sinteren van metaal (Multi-Vari chart)	279
7.7.1	Attribute data analysis - Challenger Case	280
7.8	PROCESS CAPABILITY AND PERFORMANCE	284
7.8.1	Process capability studies – Diameter van asjes (Process Capability).....	284
7.8.2	Process capability studies – Vulgewicht van tubes	286
7.8.3	Process capability studies – Oven temperaturen	288
7.8.4	Process capability studies – Temperatuur op kantoor	291
IMPROVE		294
7.9	DESIGN OF EXPERIMENTS (DOE)	294
7.9.1	Two-level fractional factorial experiments – Fietsexperiment (DOE fractional factorial).....	294
7.9.2	Two-level fractional factorial experiments – Lithografie – 5 factoren	299
CONTROL		302
7.10	STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC)	302
7.10.1	Selection and application of controlcharts – Xbar & R chart van een nokkenas.....	302
7.10.2	Selection and application of control charts – Leverancier	303
7.10.3	Selection and application of control charts – Afwijking van nominaal (DNOM –Chart)	304
7.10.4	Selection and application of control charts – Regelkaart van LCD-schermen.....	305
7.10.5	Selection and application of controlcharts – Regelkaart valse Out-Of-Control meldingen.....	306
8	CIMM LEVEL V – CREATING WORLD CLASS PRODUCTS	309
8.1	PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT (PLM)	309
8.2	DEVELOPMENT FRAMEWORKS	309
8.3	DESIGN FOR SIX SIGMA TECHNIQUES	309
8.3.1	Tolerance analysis – Bol en balk	309