

Drs. A.D. Oosterhoorn

# **111 Instrumenten voor kwaliteitsverbetering**

ingedeeld volgens de Six Sigma-verbetercyclus

Kluwer 2004

*Basisvormgeving omslag:* Eden, Amsterdam  
*Vormgeving omslag:* Bert Boshoff, Deventer  
*Vormgeving binnenwerk:* Signia, Winschoten

ISBN 90 13 01331 7  
NUR 801

© 2004 Kluwer bv, Deventer

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd bestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopie, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

Voorzover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912 j° het Besluit van 20 juni 1974, Stb. 351, zoals gewijzigd bij Besluit van 23 augustus 1985, Stb. 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich te richten tot de uitgever.

Samensteller(s) en uitgever zijn zich volledig bewust van hun taak een zo betrouwbaar mogelijke uitgave te verzorgen. Niettemin kunnen zij geen aansprakelijkheid aanvaarden voor onjuistheden die eventueel in deze uitgave voorkomen.

# Voorwoord

Met het schrijven van dit boek had ik voor ogen om de vele instrumenten die worden toegepast bij diverse kwaliteitsverbeterprogramma's handzaam en overzichtelijk te beschrijven. Aan de ene kant zijn er in de afgelopen tientallen jaren heel veel instrumenten ontwikkeld, aan de andere kant merk ik in de dagelijkse praktijk dat deze maar beperkt worden toegepast en veelal ook niet bekend zijn. Dat is eigenlijk zonde, het werk zou veel slimmer kunnen worden uitgevoerd als we de gereedheidskist goed gevuld en binnen handbereik hadden. En dat zou de impact van kwaliteitsverbeterprogramma's en kwaliteitsverbeteraars ten goede komen.

De geselecteerde instrumenten voor dit boek zijn algemeen van toepassing en daarmee van belang voor alle kwaliteitsmanagers en andere werkenden binnen het kwaliteitsvak. Voor de keuze van de instrumenten en de indeling van de instrumenten in hoofdstukken heb ik mij laten leiden door de werkwijze en resultaten van het Six Sigma-programma. Daarom bestaat dit boek uit vijf hoofdstukken: Define, Measure, Analyse, Improve, Control. Deze indeling is weliswaar uniek voor het Six Sigma-programma, maar alle kwaliteitsverbeterprogramma's volgen ongeveer eenzelfde werkvolgorde en dus staan de instrumenten ook voor deze programma's in de goede volgorde.

Door de datageoriënteerde werkwijze van het Six Sigma-programma zijn de statistische instrumenten duidelijk vertegenwoordigd. Dat zou naar mijn mening niet alleen aan het programma moeten liggen, kwaliteitsverbetering gaat veel beter met goed gebruik van de voorhanden zijnde statistische instrumenten.

Het boek is niet geschreven als theorieboek Six Sigma, er is dus ook geen één-op-één koppeling tussen dit boek en Six Sigma. Dit boek is meer bedoeld om op terug te vallen als je met een kwaliteitsverbeterprogramma, zoals Six Sigma, bezig bent en een methodiek wilt toepassen. In dit boek staat hoe dat ook alweer gaat en wat je moet doen. Ook kan het uiteraard helpen om de horizon te verbreden door eens te kijken welke methodieken allemaal voorhanden zijn en geschikt zouden zijn in een bepaalde situatie.

Er zijn er nog veel meer methoden en technieken te beschrijven. Dit boek is voor mij dan ook de start van een proces, de verzameling groeit door nieuwe aanwinsten en dubbele worden geruimd. Ik blijf zoeken naar goede instrumenten om het verbeteren van de kwaliteit uit te voeren. Een volgende stap zal zijn de verspreiding te laten plaatsvinden via andere, digitale, media. Daarmee kan ook de communicatie tussen schrijver en gebruiker worden bevorderd.

Ik hoop dat dit boek een brug slaat tussen het *willen* en het *doen*, door te voorzien in het *kunnen*. Het gaat tenslotte niet om harder werken, maar om slimmer werken. De slimste instrumenten maken het lichtste werk.

Dank aan René Klerx, Peter Leenders, Jan Maas, Harald Knaup en Roger Leenders voor hun bijdragen. Tevens gaat mijn dank uit naar Henk Schaaf, Jan Noor en Mariët Ebbinge, voor hun geduld en volhardendheid. En naar de mensen met wie ik Six Sigma-programma's heb mogen en nog steeds mag doen, en aan wie ik erover mocht en mag vertellen: zij inspireren mij telkens weer.

Grote dank aan het gezin. Dit dankwoord lijkt vanzelfsprekend, de ruimte die je krijgt om een boek te schrijven is dat zeker niet.

*Epe, januari 2004*  
*Arend Oosterhoorn*

# Inhoud

<b>Inleiding</b> .....	11
<b>Define</b> .....	21
D-1 Brainstorming .....	24
D-2 Mindmapping .....	28
D-3 Benchmarking .....	30
D-4 SWOT-analyse .....	32
D-5 Affiniteitendiagram .....	34
D-6 Nominale-groepstechniek .....	36
D-7 Logische boom .....	38
D-8 Krachtenveldanalyse .....	40
D-9 Boomdiagram .....	42
D-10 Gantt chart .....	44
D-11 Belanghebbenden-inventarisatiekaart .....	46
D-12 Communicatieplan .....	48
D-13 Critical to Quality-boom (CTQ-boom) .....	50
D-14 Quality Function Deployment (QFD) .....	52
D-15 Stroomdiagram .....	56
D-16 SIPOC-schema .....	60
D-17 Procesflow-diagram .....	62
D-18 Procesmap .....	64
D-19 Brown paper .....	66
D-20 Verspilling .....	68
D-21 Projecthandvest .....	70
<b>Measure</b> .....	73
M-1 Check sheet .....	76
M-2 Kengetallen voor gegevensbestanden: locatiematen .....	78
M-3 Kengetallen voor gegevensbestanden: variatiemaat .....	80
M-4 Kengetallen voor gegevensbestanden: schatting processtandaarddeviatie uit subgroepen .....	82
M-5 Kwadraatsommen en vrijheidsgraden .....	84
M-6 Z-score .....	86
M-7 Capabiliteitsindex $C_p$ en $C_{pk}$ , $P_p$ en $P_{pk}$ .....	88
M-8 Proces sigma-niveau, dpmo en opbrengst .....	92

M-9	Rolled Throughput Yield .....	94
M-10	Schatten van populatie- of procesgemiddelde .....	96
M-11	Schatten van populatiefractie .....	98
M-12	Schatten van populatie- of processtandaarddeviatie (van normale verdeling) .....	100
M-13	Schatten van samenhang .....	102
M-14	Bepalen steekproefomvang: schatting populatiefractie .....	104
M-15	Bepalen steekproefomvang: schatting populatiegemiddelde $\mu$ .....	106
M-16	Total Productive Maintenance (TPM) .....	108
M-17	Weergeven van onderlinge verhoudingen: staafdiagram .....	112
M-18	Weergeven van onderlinge verhoudingen: cirkeldiagram (taartdiagram) .....	114
M-19	Weergeven van onderlinge verhoudingen: gestapeld staafdiagram .....	116
M-20	Weergeven van verdeling: histogram .....	118
M-21	Weergeven van verdeling: box-and-whiskerplot .....	120
M-22	Weergeven van volgorde van belangrijkheid: Pareto-diagram .....	122
M-23	Weergeven van individuele bijdragen: Düsseldorfer grafiek .....	124
M-24	Weergeven van ontwikkelingen in de tijd: tijddiagram .....	126
M-25	Meetsysteemanalyse; opzet .....	128
M-26	Meetsysteemanalyse; tussenresultaten .....	130
M-27	Meetsysteemanalyse; grafische beoordeling 1 .....	132
M-28	Meetsysteemanalyse: grafische beoordeling 2 .....	134
M-29	Meetsysteemanalyse: resultaat 1 .....	136
M-30	Meetsysteemanalyse: resultaat 2 .....	140
M-31	Meetsysteemanalyse: resultaat 3 .....	142
M-32	Meetsysteemanalyse: subjectieve beoordelingen .....	144

## Analyse .....

A-1	Visgraatdiagram .....	150
A-2	Oorzaak-en-gevolgmatrix (CE-matrix) .....	152
A-3	Interrelatiediagram .....	154
A-4	5 x 'Waarom'-vragen .....	156
A-5	PIN-analyse (Positief; Interessant; Negatief) .....	158
A-6	Process Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) .....	160
A-7	Weergeven van mogelijke samenhang: spreidingsdiagram .....	164
A-8	Weergeven van mogelijke samenhang: matrixdiagram .....	166

A-9	Multi-vari diagram .....	168
A-10	Vaststellen of waarnemingen komen uit een normale verdeling: normaalwaarschijnlijkheidspapier .....	170
A-11	Parameterwaarde-toetsen: toets op waarde van $\mu$ .....	172
A-12	Parameterwaarde-toetsen: toets op waarde van $\sigma^2$ .....	174
A-13	Parameterwaarde-toetsen: toets op waarde van fractie $\pi$ .....	176
A-14	Verschiltoetsen: paarsgewijze vergelijking van gemiddelden .....	178
A-15	Verschiltoetsen: toets op gelijkheid van twee gemiddelden met gelijke variantie .....	182
A-16	Verschiltoetsen: toets op gelijkheid van variatie bij twee groepen .....	184
A-17	Verschiltoetsen: toets op gelijkheid van variatie bij k groepen met elk hetzelfde aantal waarnemingen .....	186
A-18	Verschiltoetsen: toets op gelijkheid van gemiddelde bij k groepen .....	188
A-19	Verschiltoetsen: toets op verschil tussen twee fracties .....	192
A-20	Toets op aanwezigheid van samenhang .....	194
A-21	Toets op onafhankelijkheid bij $r \times c$ -tabellen .....	196
A-22	Regressieanalyse: schatting regressielijn .....	198
A-23	Regressieanalyse: residuen .....	200
A-24	Regressieanalyse: maat voor sterkte van de relatie .....	202
A-25	Regressieanalyse: betrouwbaarheidsband .....	204
A-26	Regressieanalyse: voorspellingsgebied .....	206
A-27	t-toets voor regressiecoëfficiënt $\beta$ .....	208
A-28	F-toets voor regressie .....	210

## Improve .....

I-1	Pugh conceptselectie .....	216
I-2	Statistische proefopzetten; het proefschemata .....	218
I-3	Statistische proefopzetten; notatie en codering .....	220
I-4	Statistische proefopzetten; contrasten, effecten en kwadraatsommen .....	222
I-5	Statistische proefopzetten; hoofdeffecten en interacties .....	224
I-6	Statistische proefopzetten; rekenschema voor interacties .....	228
I-7	Statistische proefopzetten; fractionele proefschemata's .....	230
I-8	Statistische proefopzetten; aliasstructuur en resolutie .....	232
I-9	Statistische proefopzetten; analyse via Pareto-diagram .....	234
I-10	Statistische proefopzetten; analyse via normaalwaarschijnlijkheidspapier .....	236
I-11	Statistische proefopzetten; analyse via variantieanalyse-tabel .....	238
I-12	Statistische proefopzetten; uitvoering in blokken .....	242
I-13	Organiseren van experimenten .....	244
I-14	Verbetervoorstel .....	246
I-15	Single Minute Exchange of Dies (SMED) .....	248

<b>Control</b>	251
C-1	Kwaliteitsbeheersingsplan (Control Plan) ..... 254
C-2	Vaardighedenmatrix ..... 256
C-3	X-gemiddelde-kaart met range als maat voor variatie ..... 258
C-4	X-gemiddelde-kaart met standaarddeviatie als maat voor variatie ..... 260
C-5	Standaarddeviatie-kaart ..... 262
C-6	Range-kaart ..... 264
C-7	np-kaart, constante steekproefomvang ..... 266
C-8	p-kaart, constante steekproefomvang ..... 268
C-9	p-kaart, steekproefomvang variabel ..... 270
C-10	c-kaart ..... 272
C-11	u-kaart, steekproefomvang variabel ..... 274
C-12	'Out of control'-situaties ..... 276
C-13	Out of Control Action Plan (OCAP) ..... 278
C-14	5S ..... 280
C-15	Poka Yoke ..... 282

<b>Tabellen</b>	285
1a	Vaststellen sigma-niveau aan de hand van het aantal dpmo's ..... 286
1b	Sigma-niveau van een proces versus opbrengst ..... 288
2	Kritieke waarden voor de standaard normale verdeling ..... 290
3	Kritieke waarden voor de Student's t-verdeling ..... 291
4	Kritieke waarden voor de $\chi^2$ -verdeling ..... 292
5a	Kritieke waarden van de F-verdeling bij 95% zekerheid ..... 294
5b	Kritieke waarden van de F-verdeling bij 99% zekerheid ..... 296
6a	95% punten van de grootheid $H = s_{\max}^2/s_{\min}^2$ ..... 298
6b	99% punten van de grootheid $H = s_{\max}^2/s_{\min}^2$ ..... 299
7	Grenswaarden voor de steekproefcorrelatiecoëfficiënt ..... 300
8	Constanten voor range-kaart ..... 301
9	Constanten voor standaarddeviatie-kaart ..... 302
10	Constanten voor mediaankaart en X-gemiddelde-kaart ..... 303
11a	Steekproefomvang voor schatten populatiefractie $\pi = 1/2$ ..... 304
11b	Steekproefomvang voor schatten gemiddelde, afhankelijk van de gewenste marge in termen van standaarddeviatie $\delta/\sigma$ ..... 305
12	Constanten voor meetsysteemanalyse ..... 306
13	Scores van de FMEA ..... 307
14	Overzicht categorieën Cost of Poor Quality ..... 308
15	Proefschemas voor fractionele factoriële experimenten ..... 309
16	Blokindelingen voor $2^k$ -experimenten ..... 317