

Profijtgedreven Onderhoud

Management Guide

Tim Zaal

4de herziene druk

Syntax Media

Amersfoort

Colofon

Titel:	Profijtgedreven Onderhoud
Auteur:	Tim Zaal
Uitgever:	Syntax Media, www.syntaxmedia.nl
ISBN:	978 94 91764 066
Redactie:	Harry Ousen, Tiel
Omslagontwerp:	Carlito's Design, Amsterdam
Vormgeving:	Coco Bookmedia, Amersfoort
Technische tekeningen:	Barbalina den Otter, Tiel

Op www.syntaxmedia.nl vind je bij het boek ook opdrachten en antwoorden ter ondersteuning van de theorie.

©2013 - 2016 Maj Engineering Publishing

©2017 - 2022 Maj Publishing

©2023 Uitgeverij Syntax Media, Amersfoort

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, verspreid, opgeslagen in databanken en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilms of via internet, of op welke andere wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de uitgever.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed, stored in a retrieval system, or disclosed in any form or by any means, electronic, via internet, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the publisher's prior consent, by means of written permission by the publisher. The publisher will endeavour to correct any errors in subsequent editions when they are notified.

Voorwoord

Zal Onderhoud ooit een gespreksonderwerp worden in de boardroom? Deze Management Guide doet in ieder geval een serieuze poging om zover te komen. Het boek is geschreven voor topmanagers, financieel managers en onderhoudsmanagers en beschrijft hoe zij de onderhoudsactiviteiten zodanig kunnen organiseren en uitvoeren dat Onderhoud een zeer profijtelijke bedrijfsfunctie wordt.

Topmanagers denken vooral in termen als kosten en baten, toegevoegde waarde, nieuwe markten, veiligheid, imago(schade), kansen en risico's. Onderhoud lijkt geen belangrijk punt te zijn op hun agenda. Onderhoudsmanagers daarentegen denken in termen van techniek, storingen, technische problemen, onderhoudsplanningen en niet zozeer in kosten en baten. Door dit verschil in denken ontgaat het de meesten dat de onderhoudsfunctie veel toegevoegde waarde en kansen kan creëren voor de organisatie.

Deze Management Guide brengt beide werelden samen. Het boek beschouwt onderhoud als een businessgedreven proces. Het topmanagement en de onderhoudsmanagers leren hoe de onderhoudsactiviteiten zodanig georganiseerd kunnen worden dat ze bijdragen aan de winst van de organisatie. En ook hoe het onderhoud een belangrijke kwaliteitsfactor kan zijn.

Om aan te tonen hoe Onderhoud kan bijdragen aan de winst bespreken we het voor velen nieuwe begrip onderhoudsbehoefte. Elke asset genereert een aantal uren stilstand, dat nodig is voor reparatiewerkzaamheden, en een aantal uren sleutelen voor het herstellen van de functie van deze asset. De stilstanduren hebben een relatie met de productieoutput, dus met de omzet, en de sleuteluren zijn gerelateerd aan de onderhoudskosten. Door zowel de uren stilstand als het aantal uren sleutelen zo veel mogelijk te verminderen, kunnen we een relatie leggen tussen de onderhoudsactiviteiten en de winst. Onderhoud managen is dus eigenlijk 'sturen op uren'.

Niet alleen de relatie met de winst is belangrijk, ook een ijkpunt dat aangeeft hoe goed de onderhoudsfunctie in een organisatie wordt uitgeoefend is van belang. Met behulp van het Huis van Excellent Onderhoud kan de onderhoudsafdeling zelf nagaan hoe excellent ze functioneert, of kan gaan functioneren. Tevens is dit Huis een aanjager voor continue verbeteracties. Alle in dit boek gehanteerde methodes, zoals TPM, RCM, FMECA en dergelijke, beschouwen we op grond van hun profijtelijkheid voor de eigen organisatie, oftewel waar vinden we de winst als we deze methoden toepassen?

In deze Management Guide zullen we Asset Management, in het bijzonder de norm ISO 55000, ter sprake brengen als dat zo uitkomt. Deze norm stelt kaders over het ‘wat’, maar geeft geen echte inhoud over het ‘hoe’. We durven te stellen dat als een onderhoudsorganisatie voldoet aan de voorwaarden van het Huis van Excellent Onderhoud (paragraaf 5.6), er ook wordt voldaan aan de kaders van ISO 55000.

De onderhoudsfunctie moet niet louter gaan over technische zaken, de Maintenance Manager dient ook kennis te hebben van het financieel-economisch belang van fysieke assets. Hiervoor is het begrip Asset Performance Management van belang, ofwel het weten hoe goed een asset moet presteren en kan bijdragen aan de winst. Dit boek heeft daarom een bedrijfskundige en een management insteek, zodat de onderhoudsmanager zich kan ontplooiën tot een ware ‘technoom’. Als technoom is de onderhoudsmanager een gelijkwaardige gesprekspartner voor het topmanagement en spreekt hij de taal van de business in termen van winst, kansen, bedreigingen en toegevoegde waarde. Met andere woorden, de informatie in dit boek draagt bij aan zijn boardroom-fähigkeit.

In deze vierde herziene druk zijn met name de ontwikkelingen rondom Asset Performance Management en Maintenance 4.0 geactualiseerd. Wil je meer weten over deze onderwerpen dan verwijst ik je naar het boek Asset Performance Management 4.0 van Tim Zaal.

Ir.T.M.E. Zaal, Emeritus Professor Integraal Ontwerpen Hogeschool Utrecht, Januari 2026

Inhoud

	Voorwoord	V
1	Waarom onderhoud? Omdat het altijd moet!	1
2	Onderhoud en management – twee verschillende werelden	3
2.1	Topmanagement en onderhoud	3
2.2	Onderhoud en topmanagement	5
2.3	Parabel van het Bovenhoud, een oplossing	6
2.4	Bovenhoud, Asset Management en ISO 55000	8
2.4.1	Asset Performance Management	9
3	Profijtgedreven Onderhoud (PGO) – van Onderhoud naar Bovenhoud	11
3.1	Managementcompetenties binnen PGO	12
3.1.1	Onderhoudsmanager als ondernemer	12
3.2	Wat levert de Bovenhoud-aanpak op?	13
3.3	Wat betekent Bovenhoud voor de onderhoudsorganisatie?	13
4	Onderhoud als bedrijfseconomisch proces	17
4.1	Degradatiegedrag	17
4.2	Storingsgedrag	20
4.3	Onderhoudscycli in kaart gebracht	21
4.3.1	Degradatiecyclus	22
4.3.2	Storingscyclus	24
4.3.3	Totale onderhoudsbehoefte	25
4.4	Onderhoudskosten bestaan niet	28
5	Onderhoud en Operationele Excellentie	31
5.1	Wat is een goede waarde voor de OEE?	32
5.2	Wat is een goede waarde voor de AMCF?	34
5.3	Schaal van Zaal voor Excellent Onderhoud	35
5.4	Elementen van Operationele Excellentie in het Onderhoud	37

5.5	Hoofdelementen van Integraal Ontwerpen	38
5.6	Het huis van Excellent Onderhoud	38
5.6.1	HoEM – de acht hoofdaspecten of pilaren van OE	40
5.6.2	HoEM – de basis met de vier hoofdelementen van Integraal Ontwerpen (IO)	44
5.7	World Class Maintenance, World Class Operational Management en Bovenhoud	46
5.7.1	Lerende organisatie	47
6	Wat zijn eigenlijk goede assets?	49
6.1	Asset Selectie Matrix	49
6.2	Onderhoud en risico – RAM-specificaties	52
6.3	Onderhoudbaarheid	53
6.4	Optimaal bedrijven van de assets	54
7	Waarde creëren met Onderhoud, ofwel hoe kunnen we geld verdienen?	57
7.1	Onderhoud als technomische activiteit	57
7.2	Innovatieagenda	58
7.3	Rol van de OEE bij de innovatieagenda	59
7.4	Samenwerken aan de verbetering van de OEE	60
7.5	Continu verbeteren met input van (het ‘goud’ van) de werkvloer	61
7.6	Levensduurdenken	62
7.7	Sturen op KPIs	63
7.8	Continu verbeteren met de HoEM	66
7.9	Het middenkader als harde kleilaag	66
7.10	Onderhoud en Operatie, samenwerken moet	67
7.11	Onderhoud 4.0 en datamanagement	68
8	Onderhoud in uitvoering	71
8.1	Ontwikkelingen in het onderhoudsgebeuren	71
8.2	Uitvoeren van het dagelijkse onderhoud	74
8.3	Onderhoudsconcepten	75
8.4	Hamburgermodel®	77

8.5	Kriticiteitsmatrix	78
8.6	Proactieve preventieve onderhoudstaken en Taakselectie	80
8.6.1	Overzicht preventieve onderhoudstaken	80
8.6.2	Voorbeelden toepassen keuzeschema Taakselectie	83
8.6.3	Standaardtaken	84
8.7	Onderhoudsconcepten	85
8.7.1	Voorwaarden onderhoudsconcept	86
8.7.2	Opzet onderhoudsconcept	87
8.7.3	Uitgebreide variant onderhoudsconcept	89
8.7.4	Beknopte variant onderhoudsconcept	91
8.8	Basisonderhoudsplan	92
8.8.1	Voorbeeld toepassen <i>Fc</i> -RCM voor de uitgebreide conceptvariant	92
8.8.2	Voorbeeld van het beknopte concept	98
8.9	Reservedelen	101
8.9.1	Keuzeschema reservedelen	102
9	Uitvoering onderhoud	105
9.1	Uitvoerend onderhoudsplan	105
9.2	Uitbesteden uitvoerend onderhoud	106
9.3	Onderhoud uitbesteden, kan dat wel?	107
9.4	Contractvormen	109
9.5	Uitbesteden en cultuur	112
10	Onderhoud en IT	115
10.1	De situatie zoals die nu vaak is	115
10.2	Informatievoorziening op het niveau van Operationele Excellentie	116
10.3	De tablet-pc	118
10.4	Toestand Gestuurd Onderhoud (Condition Based Maintenance)	119
10.5	Informatiesysteem en de opbouw en inhoud van het onderhoudsplan	120
10.5.1	Het negen-boxensysteem	121
10.5.2	Voorbeelden van onderhoudscodesystemen	123

11	Organisatie van het Onderhoud	125
11.1	De negen performancevariabelen voor bedrijfsprocessen	125
11.2	Proactief Preventief Onderhoud (PPO)	127
11.3	Onderhoudsafdeling als business unit	127
11.4	Competenties onderhoudspersoneel	129
11.5	De onderhoudsorganisatie – uitgangspunten, samenstelling en competenties	131
11.5.1	Uitgangspunten	131
11.5.2	Samenstelling onderhoudsorganisatie	131
11.5.3	Competenties	133
11.5.4	Schaarste gekwalificeerd personeel	133
12	Slotakkoord – hoe pakken we het aan?	135
12.1	Topmanagement	135
12.2	Staffleden Onderhoud	136
12.3	Onderhoud in de boardroom	137
Bijlage 1	Overzicht van OEE en andere outputgetallen	139
Bijlage 2	Benchmark van het Huis van Excellent Onderhoud	145
Bijlage 3	Bovenhoud versus ISO 55000 (PAS 55), TPM, Lean, RCM, FMECA, <i>Fc</i> -RCM en HAZOP	149
Bijlage 4	FCA (Failure Consequences Analysis)	153
Bijlage 5	Checklist ISO 55000	158
	Index	161



Hoofdstuk 4

Onderhoud als bedrijfseconomisch proces

De hoofdfunctie van Onderhoud is het *continu* in stand houden van de functies van de productiemiddelen met de daarbij horende functionele specificaties en kent daarnaast taken als het voortdurend verbeteren van deze specificaties. Ofwel, het op peil houden van de waarde van de assets en het, waar mogelijk, verder verhogen van deze waarde door optimaliseren, respectievelijk verbeteren. In dit hoofdstuk komt de hoofdfunctie ‘in stand houden’ aan bod, continu verbeteren bespreken we in de hoofdstukken 7 en 10.

Onderhoud is een belangrijke bedrijfsfunctie en moeten we dan ook zakelijk als een bedrijfsproces benaderen. Onderhoud is dus een ‘*technomische*’ activiteit met een goede balans tussen technische en economische aspecten.

Om goed onderhoud te kunnen plegen, moet het gedrag bekend zijn van de assets, of delen daarvan, door het gebruik ervan in de tijd bezien. Daarom gaan we bij Onderhoud als bedrijfsproces in op het gedrag van gehele assets en hun onderdelen met betrekking tot degradatie door slijtage, corrosie, e.d. en door onverwachte stilstand door falen, dus door storingen. Dit gedrag van slijten en falen is de onderhoudsbehoefte van een asset.

4.1 Degradatiegedrag

Allereerst bespreken we degradatie door slijtage. Prestaties van een asset gaan in de loop van de tijd achteruit door slijtage van onderdelen, denk aan lagers, V-snaren, filters en dergelijke. Dit houdt in dat we door deze slijtage op gezette tijden, periodiek dus, onderdelen moeten vervangen

re beschikbaarheid A_T , en dit geeft weer een hogere waarde voor de OEE ($= A \times P \times Q$), hetgeen weer een hogere omzet (winst) betekent!

Wat de uitgavenkant betreft is de relatie iets makkelijker, de waarde van TRT_R geeft het totaal aantal sleuteluren weer, dus de onderhoudsuitgaven in uren: $TRT_T = TRT_R + TRT_F$.

Op strategisch niveau staat de ROI, die is aan de inkomenskant gerelateerd aan de OEE en aan de uitgavenkant aan de TRT_T . Ofwel, aan de inkomenskant is de ROI gerelateerd aan het aantal uren stilstaan (dus niet produceren) en aan de uitgavenkant aan het aantal uren sleutelen.

Met andere woorden: de hele *KPI-piramide* kan worden opgebouwd uit slechts zes basis performance-indicatoren. Met recht kunnen we zeggen: 'onderhoud managen is *sturen op uren*'.

We zien dus dat we met maar zes basis performance-indicatoren van het operationele vlak een relatie kunnen leggen met de belangrijke, eigenlijk belangrijkste, KPI: de ROI.

Enige KPI-getallen uit een Best Practices Benchmark en een World Class Benchmark

In de literatuur zijn de volgende KPI-waarden gevonden voor een Best Practices benchmark en voor een World Class benchmark:

Performancemeting	Best Practices	Wold Class
Overall Equipment Efficiency (OEE)	> 75%	> 90%
Installatie beschikbaarheid (A)	80 - 90%	> 95%
Onderhoudskosten als percentage van de vervangingswaarde (AMCF)	2 - 9%	2 - 3,5%
Materiaalkosten als percentage van de vervangingswaarde	1 - 4%	0,25 - 1,25%
Werken volgens schema (werkrooster)	40 - 90%	> 90%
Percentage gepland werk	30 - 90%	> 85%
Productieverliezen door storingen	2 - 12%	1 - 2%
Percentage reservedelen dat niet op voorraad is	2 - 10%	1 - 2%

7.11 Onderhoud 4.0 en datamanagement

De snelle ontwikkelingen op het gebied van slimme sensoren zal een heel andere werkwijze van het onderhoud mogelijk maken. De machines worden niet alleen slimmer, maar kunnen dan ook via het Internet of Things draadloos met hun omgeving communiceren. Machines en apparaten gaan zelf aangeven wanneer ze onderhoud behoeven. Hierop zal het uitvoerende deel van de onderhoudsorganisatie moeten reageren. Ook produceren sensoren grote hoeveelheden data (gegevens) die nadere analyse behoeven om tot bruikbare informatie te leiden. Daarnaast zal deze werkwijze AI Applicaties mogelijk maken. Deze ontwikkeling wordt Maintenance 4.0 genoemd en zal haar weerslag gaan vinden in de onderhoudsorganisatie.

Deze ontwikkelingen betekenen tevens dat de competenties van de medewerkers mee moeten bewegen, denk bijvoorbeeld aan data-analisten. Ook de opslag van deze data zal eisen stellen aan het datamanagementsysteem. Dit datamanagementsysteem zal waarschijnlijk geheel nieuw moeten worden opgezet. Het zal hoge eisen stellen aan uniformiteit en standaarden. Bovendien moet het goed in de organisatie worden geborgd, onder andere door een centrale aansturing. Aan het zorgvuldig invoeren van data moet grote aandacht worden besteed, evenals aan het opleiden en trainen van nieuwe werknemers, die met dit systeem moeten gaan werken!

De vraag die snel zal rijzen is: wat moet er worden opgeslagen en voor hoe lang? Een goed ingericht en een goed te beheren datamanagementsysteem is een vereiste om informatie uit de vele beschikbare data af te leiden of op te sporen!