



RCM3 versus FME(C)A

1 juni 2022 - Over de auteur: Pieter Jan Hische is ingenieur Werktuigbouwkunde (MSc, TU Delft). Hische heeft ruim 20 jaar ervaring in Asset en Maintenance Management, waarvan 15 jaar met het overdragen van de kennis en vaardigheden en het toepassen van RCM. Hische is eigenaar van Operational Excellence Transfer, dat in Nederland de exclusieve aanbieder is van RCM2 en RCM3. RCM2™ en RCM3™ zijn ontwikkeld door Aladon – The Risk & Reliability Global Network, het netwerk van licentiehouders dat bedrijven over de gehele wereld ondersteunt bij het toepassen van o.a. RCM2 en RCM3.

Inleiding

RCM en FME(C)A worden vaak in een adem genoemd. Dat is juist omdat een RCM-analyse FME(C)A omvat. De methodes zijn echter niet uitwisselbaar. De verschillen zijn groot en de resultaten van een FME(C)A zullen teleurstellend zijn als de resultaten van een RCM-analyse worden verwacht.

In dit kennisdocument behandelt de auteur de grootste verschillen tussen de toepassing van FME(C)A en RCM3 en zet uiteen waarom met RCM3 sneller en beter de optimale en meest kosteneffectieve risicobeheerstrategie wordt bepaald. Het doel is om te helpen om een juiste keuze te maken tussen de toepassing van de FME(C)A-benadering (Failure Mode Effects and Criticality Analysis) of RCM (Reliability Centered maintenance) .

RCM kent een iets andere volgorde en voegt daar een aantal formele stappen aan toe. De grootste verschillen tussen de toepassing van FME(C)A en RCM3 zijn:

1. Starten bij componenten of functies:

- FME(C)A begint bij het bepalen van storingsvormen (Failure Modes) per component. De stappen van FME(C)A worden dan per component doorlopen, dit wordt herhaald voor het volgende component, totdat alle beoogde componenten zijn behandeld.
- RCM begint met het beschrijven van het bedrijfsverband en de functies van een systeem. Het systeem dat wordt behandeld bestaat uit een verzameling componenten met een functionele samenhang. Het systeem wordt behandeld als geheel.

2. Formele of informele selectie van mitigerende risicobeheersmaatregelen:

- RCM3 beoogt het kosteneffectief reduceren van de risico's die samenhangen met het optreden van storingsvormen. RCM3 kent voor dat doel een formele strategieselectie. De strategieselectie vindt plaats volgens twee criteria: technische haalbaarheid en het “de-moeite-waard-criterium”.
- FME(C)A kent geen formele selectie van de mitigerende maatregelen. Vaak wordt op informele wijze de RCM-logica gebruikt.



1 De functionele benadering

Wat zijn Functies

De functies worden bepaald door de gebruiker van het systeem. De functies beschrijven de redenen waarom het bedrijfsmiddel is aangeschaft (de primaire functie) en alle andere zaken die van belang zijn om dit systeem te kunnen gebruiken op het gebied van milieu, veiligheid, constructiebehoud, insluiting, regeling, gemak/comfort, uiterlijk, bescherming en kosteneffectiviteit (de secundaire functies). Functies worden in de regel gekwantificeerd met prestatienormen.

FME(C)A begint bij het bepalen van storingsvormen of storingsoorzaken (Failure Modes) per component. De stappen van FME(C)A worden dan per component doorlopen. Dit wordt herhaald voor het volgende component, totdat alle beoogde componenten zijn behandeld. RCM begint met het beschrijven van het bedrijfsverband en de functies van een systeem. Het systeem dat wordt behandeld bestaat uit een verzameling componenten met een functionele samenhang. Het systeem wordt behandeld als geheel.

Standaards

In het rapport van Nolan en Heap [i] wordt al de noodzaak beschreven om te beginnen met het verzamelen van de functies van het systeem in plaats van te beginnen bij de componenten, omdat het anders niet mogelijk is om te beschrijven wat onder falen wordt verstaan.

Het is dan ook een van de evaluatiecriteria in de standaard SAE JA1011 voor RCM [ii] dat als eerste stap in het proces de primaire en secundaire functies worden bepaald, inclusief prestatienormen van het systeem in haar bedrijfsverband. Waarbij deze prestatienormen niet beschrijven wat het systeem kan, maar wat de gebruikers willen dat het doet [iii]. Zoals RCM2 [iv] en RCM3 [v] dat voorstaan.

1.1 Onderhouden in bedrijfsbelang

Functies vooraf, eenmalig en expliciet bepalen kost minder tijd, levert meer op en verkleint de kans op fouten.

Elke RCM-facilitator kan beamen dat een groot, zo niet het grootste, gedeelte van de te behalen voordelen van een RCM-analyse al behaald worden juist tijdens het grondig beschrijven van de functies. De winst, die kan worden behaald door een goede functiebeschrijving, wordt relatief alleen maar groter voor bedrijven die al een relatief gemiddeld tot goed betrouwbaarheidsniveau hebben behaald. De winst wordt dan steeds behaald door het bedrijfsmiddel beter te begrijpen en goed te gebruiken, dat lukt juist door een goede expliciete functiebeschrijving.

Als de functies zijn bepaald, staat vast wat wordt verstaan onder falen. Pas als bekend is wat wordt verstaan onder falen, dan is het doel van de betrouwbaarheidsstrategie en onderhoud bepaald; namelijk het voorkomen van dat falen. De onderhoudstaken die zo worden bepaald leveren een heldere gedefinieerde bijdrage aan het behalen van



de bedrijfsdoelstellingen. De toegevoegde waarde van deze taken is dan helder. De functies worden hoofdzakelijk bepaald door productie – de klant van onderhoud. Deze gedeelde doelstellingen vormen de basis voor de samenwerking tussen productie en onderhoud. Onderhoud levert zo een heldere bijdrage aan het creëren van waarde met de technische bedrijfsmiddelen (de doelstelling van Asset Management) en is geen kostenpost maar een investering. Er kan gesteld worden dat met RCM bepaald wordt wat de onderhoudsfunctie moet doen om Asset Management volgens ISO31000 in de praktijk te brengen.

Onderbouwen van het onderhoudsbudget

Het verband tussen een onderhoudstaak of andere strategie en het voorkomen van functioneel falen is noodzakelijk voor het onderbouwen van het onderhoudsbudget. Het voorkomt ogenschijnlijke tegenstellingen die kunnen leiden tot het overslaan van onderhoudstaken om een productionele achterstand in te halen. Of, iets minder vaak voorkomend, dat productie wordt onderbroken om werkzaamheden te verrichten die (nog) niet noodzakelijk zijn. Het maakt ook helder dat het een verantwoordelijkheid is van productie om bij substantiële wijzigingen in de wijze waarop het systeem wordt gebruikt, de onderhoudsfunctie in staat te stellen te anticiperen. Deze wijzigingen zullen namelijk in de meeste gevallen ook leiden tot andere onderhoudsvereisten.

Een acceptabele marge van achteruitgang

In de functies wordt met prestatienormen het verschil vastgelegd tussen wat het systeem “kan” en wat de gebruiker “wil”. Daarmee ligt de acceptabele marge voor achteruitgang vast. Wanneer de door de gebruiker bepaalde prestatienormen niet worden bepaald, weet de onderhouder niet wat hij moet voorkomen. Bij alle storingsvormen die (in eerste instantie) leiden tot gedeeltelijk falen is dan niet mogelijk het juiste moment te kiezen om in te grijpen - hij zal te laat zijn of te vroeg zijn, hij doet het nooit goed. Vaak leidt dit tot een door het “technisch geweten” ingegeven “in goede staat houden” van de assets; het klassieke *Asset Care*. Het starten bij functies helpt om te onderhouden waar het om gaat: te doen wat de gebruikers willen en niet om het in stand houden van de techniek.

Toetsen op overbelasting en escalatie naar productie of engineering

De functies en prestatienormen maken het mogelijk te toetsen of een systeem überhaupt in staat is te leveren wat ervan gevraagd wordt. Een marge voor achteruitgang is een vereiste voor een onderhoudbaar systeem. De toets of deze marge aanwezig en groot genoeg is bepaalt of het systeem opgewassen is tegen de taak die ervan wordt gevraagd. Als deze marge te klein is of niet aanwezig, dan wordt het systeem “overbelast” en zal met enige regelmaat falen. Onderhoud kan een dergelijk betrouwbaarheidsprobleem niet oplossen. Het gebruik van het systeem moet dan gewijzigd worden, zodat er niet méér van het systeem wordt gevraagd dan het kan. Of het systeem moet zodanig worden gewijzigd dat het in staat is te leveren wat ervan gevraagd wordt. Deze “escalatie” van onderhoud naar productie of engineering is van groot belang aangezien vormen van overbelasting vaak voorkomen en hardnekkig kunnen leiden tot productieverliezen en een groot beslag leggen op de onderhoudscapaciteit.



Functies opstellen als een eerste formele stap

Wanneer niet wordt begonnen met de functies, zoals bij een FME(C)A, zal de discussie over de prestatienormen in het beste geval op een ander moment gedurende de analyse gevoerd worden. Een dergelijke impliciete benadering is niet effectief en geeft een grote kans op fouten. Zo is het verwisselen van “wil” en “kan” groot omdat het op componentniveau veel lastiger is, zo niet onmogelijk, om te bepalen wat de gebruiker goed genoeg vindt. Daarnaast spelen componenten een rol in meerdere functies en omgekeerd kan het falen van verschillende componenten leiden tot hetzelfde functieverlies. Dat zal leiden tot het eindeloos beschrijven van dezelfde prestatienormen in een ander verband. Met inconsistente prestatienormen en het telkens opnieuw uitvoeren van de lastige abstracte stap van het beschrijven van de prestatienorm tot gevolg. Onder druk van de tijd zal dit tussen neus en lippen worden uitgevoerd. Dan gaat een groot gedeelte van de winst van het verbeterinitiatief verloren.

1.2 Proactief risicobeheer

Het vóóraf bepalen van voldoende aannemelijke storingsvormen en daar een strategie voor bepalen, maakt het verschil tussen een reactieve organisatie en een proactieve organisatie die verantwoordelijk en effectief risico's beheerst. De functionele benadering is een krachtig hulpmiddel om proactief risico's te identificeren.

RCM richt zich niet alleen op storingsvormen die in het verleden zijn opgetreden (reactief), maar ook op storingsvormen die zijn geadresseerd door het huidige onderhoud en de storingsvormen die nog niet zijn opgetreden of worden geadresseerd door het huidige onderhoud, maar wel een significant risico vormen. RCM3 voorkomt een traditionele reactieve benadering waarbij proefondervindelijk en reactief een strategie wordt bepaald. De RCM3 aanpak is conform de standaard ISO31000 voor Risicomanagement en kan als onderbouwing dienen voor verantwoordelijk risicobeheer.

Deze benadering maakt RCM ook bij uitstek geschikt om in de nieuwbouwfase toe te passen. RCM maakt het mogelijk een vliegende start te maken met de betrouwbaarheid van een systeem. Dat is zo om de volgende redenen.

Functies en storingstoestanden zijn een krachtig hulpmiddel om risico's te identificeren

Als de functies eenmaal zijn bepaald en gekwantificeerd met prestatienormen, is bekend wat wordt verstaan onder falen, namelijk; het niet voldoen aan de functie. De beschrijving hoe een systeem kan falen, in de lijst met storingstoestanden, is de derde stap van RCM3. Per storingstoestand wordt dan gericht gezocht naar voldoende aannemelijke gebeurtenissen die er toe zouden kunnen leiden, of al hebben geleid, dat het systeem in de storingstoestand terecht komt; de storingsvormen. Zo wordt het systeem van alle relevante gezichtspunten onderzocht op incidenten die een significant risico vormen, zodat deze kunnen worden geïdentificeerd en de bijbehorende risico's geanalyseerd, geëvalueerd en behandeld kunnen worden.



Vind complexe storingsvormen

Het vervullen van een functie berust zelden op één component, maar op het gezamenlijk functioneren van allerlei delen, zoals bijvoorbeeld besturing, voeding, leidingen, pompen en sensoren. Door niet te starten bij componenten maar bij de functies en storingstoestanden wordt de kans kleiner dat storingsoorzaken van het ene component, die leiden tot het falen van een ander component, worden vergeten.

Vergeet menselijke fouten niet

Menselijke fouten, zoals bedieningsfouten en fouten gemaakt tijdens het onderhouden en afstellen van het bedrijfsmiddel, zijn een belangrijke reden dat systemen falen. Het is daarom van belang deze fouten te identificeren, de bijbehorende risico's te analyseren en te evalueren zodat deze behandeld kunnen worden. Door te vragen: "Welke gebeurtenissen kunnen leiden tot functieverlies (de storingstoestand)?" in plaats van "Hoe kan dit component falen?" wordt voorkomen dat bedieningsfouten en onderhoudsfouten worden vergeten.

De functionele benadering is grondig beproefd en heeft zich bewezen - De RCM-methode is ontwikkeld en algemeen toegepast in de branche die misschien wel de strengste eisen stelt aan een betrouwbaarheidsstrategie; de burgerluchtvaart. Het kan daarom gesteld worden dat RCM-compleet genoeg is en het risico op het vergeten van storingsvormen heel laag.

Aanvullende technieken - Er is een aantal voorgeschreven werkwijzen binnen RCM3 die de volledigheid verder verhogen. Het beschrijven van de functies wordt namelijk afgesloten door te controleren of alle componenten toe te wijzen zijn aan een functie. Wanneer dit niet het geval is wordt er een functie toegevoegd of is er weer een belangrijke bevinding gedaan, namelijk dat het een overbodige functie betreft. Sommige *facilitators* gebruiken daarnaast ook een hulpmiddel om efficiënter te werken; de zogenaamde *cross-reference matrix*. Hierin wordt van alle componenten bijgehouden in welke storingsvorm ze behandeld zijn. Deze matrix toont ook de volledigheid van een analyse aan.

2 Formele strategieselectie

Een formele strategieselectie is vereist voor het verantwoordelijk kosteneffectief beheren van systemen die van belang zijn voor de bedrijfsvoering en waarvan het gebruik een significant fysiek risico vormt.

RCM3 beoogt het kosteneffectief reduceren van de risico's die samenhangen met het optreden van storingsvormen. RCM3 kent naast een formele aanpak om risico's van systemen in hun eigen bedrijfsverband te identificeren, analyseren en evalueren ook een gestructureerde en formele wijze van het selecteren van strategieën voor het behandelen (mitigeren) van deze risico's. FEME(C)A kent geen formele strategieselectie, vaak wordt op een informele wijze het RCM-strategie selectie-traject gebruikt.



Een formele aanpak is nodig om een echte verandering te kunnen bereiken

Strategieselectie naar de laatste wetenschappelijke inzichten, zoals RCM3 dat beoogt, gaat vaak in tegen wat mensen die in onderhoud werken, geloven of zelfs hebben geleerd. De optimale strategie houdt vrijwel altijd een grote verandering in van de huidige aanpak. Dat betekent dat er voldoende aandacht moet worden besteed aan hoe mensen denken, zodat deze veranderingen daadwerkelijk worden bereikt en in de praktijk zullen worden doorgevoerd. Deze aanpak is bij RCM3 “geborgd” in het RCM3-opleidingsplan en het RCM3-beslissingsdiagram. Wordt deze aanpak niet gevolgd, dan zullen de inspanningen voor het uitvoeren van een verbeterinitiatief niet leiden tot de gewenste opbrengsten.

Een formele aanpak is vereist voor complexe afwegingen

De RCM3-aanpak biedt een formele wijze hoe omgegaan kan worden met zogenaamde heimelijke storingen. Deze storingen hebben te maken met het falen van beveiligingsmiddelen. Het beheersen van de risico's die samenhangen met heimelijke storingen is misschien wel het lastigste van onderhoudsmanagement. Daarnaast is het belang zeer groot, omdat de gevolgen van deze storingen vaak ernstig zijn enerzijds en het beheer van beveiligingsmiddelen met bijvoorbeeld een functietest vaak zélf een risico inhoudt. De ervaring leert dat dit beheer een formele aanpak vereist, welke FME(C)A ontbeert. Dat maakt FME(C)A ongeschikt voor het beheer van deze belangrijke categorie van risico's.

Bouw een *paper trail* als onderbouwing en als fundament voor het levende onderhoudsprogramma

Met het RCM3-beslissingsdiagram wordt vast gesteld wat er gedaan moet worden en indien van toepassing, met welk interval. Er wordt ook bepaald welke bestaande taken beter achterwege gelaten kunnen worden omdat zij niks opleveren of zelfs contraproductief zijn. De strategieselectie met het RCM-beslissingsdiagram vindt plaats volgens twee criteria: technische haalbaarheid (de waarborg van de effectiviteit van een gekozen strategie op fysische, technische aspecten) en het “de-moeite-waard-criterium” (of de investering in de uitvoer van de strategie gerechtvaardigd is door de mate waarop de strategie het risico mitigeert).

Het diagram bestaat uit vragen, door de antwoorden op deze vragen vast te leggen, wordt een zogenaamde *paper trail* opgebouwd. Deze *paper trail* vormt de onderbouwing van de risicobeheerstrategie naar controlerende instanties en als onderbouwing van het onderhoudsbudget voor het management. Deze onderbouwing is daarnaast het fundament voor latere verdere optimalisatie en het aanpassen van de strategie bij een gewijzigd systeem of bedrijfsverband van het systeem.



i “RELIABILITY-CENTERED MAINTENANCE”, F. Stanley Nolan (Hoofdauteur), Howard F. Heap, 29 december 1978. This book explains basic concepts, principles, definitions, and applications of a logical discipline for development of efficient scheduled (preventive) maintenance programs for complex equipment, and the on-going management of such programs. Such programs are called reliability-centered maintenance (RCM) programs because they are centered on achieving the inherent safety and reliability capabilities of equipment at a minimum cost. A U.S. Department of Defense objective in sponsoring preparation of this document was that it serve as a guide for application to a wide range of different types of military equipment.

ii Ontleend aan SAE JA1011:

Foreword— Reliability-Centered Maintenance (RCM) was initially developed by the commercial aviation industry to improve the safety and reliability of their equipment. It was first documented in a report written by F.S. Nowlan and H.F. Heap and published by the U.S. Department of Defense in 1978. Since then, RCM has been used to help formulate physical asset management strategies in almost every area of organized human endeavor, and in almost every industrialized country in the world. The process defined by Nowlan and Heap served as the basis of various application documents in which the RCM process has been developed and refined over the ensuing years. Most of these documents retain the key elements of the original process. However the widespread use of the term “RCM” has led to the emergence of a number of processes that differ significantly from the original, but that their proponents also call “RCM.” Many of these other processes fail to achieve the goals of Nowlan and Heap, and some are actively counterproductive.

As a result, there has been a growing international demand for a standard that sets out the criteria that any process must comply with in order to be called “RCM.” This document meets that need.

The criteria in this SAE Standard are based upon the RCM processes and concepts in three RCM documents: (1) Nowlan and Heap's 1978 book, “Reliability-Centered Maintenance,” (2) US naval aviation's MIL-STD-2173(AS) (Reliability-Centered Maintenance Requirements of Naval Aircraft, Weapons Systems and Support Equipment) and its successor, U.S. Naval Air Systems Command Management Manual 00-25-403 (Guidelines for the Naval Aviation Reliability-Centered Maintenance Process), and (3) “Reliability-Centered Maintenance (RCM 2),” by John Moubray. These documents are judged to be the most widely-accepted and widely-used RCM documents available.

This document describes the minimum criteria that any process must comply with to be called “RCM.” It does not attempt to define a specific RCM process. This document is intended for anyone who wishes to ascertain whether any process that purports to be RCM is in fact RCM. It is especially useful to people who wish to purchase RCM services (training, analysis, facilitation, consulting, or any combination thereof).

iii Ontleend aan SAE JA1011:

5. Reliability-Centered Maintenance (RCM)— Any RCM process shall ensure that all of the following seven questions are answered satisfactorily and are answered in the sequence shown as follows:

- a. What are the functions and associated desired standards of performance of the asset in its present operating context (functions)?
- b. In what ways can it fail to fulfil its functions (functional failures)?
- c. What causes each functional failure (failure modes)?
- d. What happens when each failure occurs (failure effects)?



-
- e. In what way does each failure matter (failure consequences)?
 - f. What should be done to predict or prevent each failure (proactive tasks and task intervals)?
 - g. What should be done if a suitable proactive task cannot be found (default actions)?

5.1 Functions

5.1.1 The operating context of the asset shall be defined.

5.1.2 All the functions of the asset/system shall be identified (all primary and secondary functions, including the functions of all protective devices).

5.1.3 All function statements shall contain a verb, an object, and a performance standard (quantified in every case where this can be done).

5.1.4 Performance standards incorporated in function statements shall be the level of performance desired by the owner or user of the asset/system in its operating context.

iv *Reliability-centred Maintenance II (RCM2)*, John Moubray, edition 2.3, 1997.

v *Risk-Based Reliability Centered Maintenance 3 (RCM3)*, a revision of RCM2 by John Moubray, Marius Basson, 2018.