

Inleiding tot Reliability-centred Maintenance

Dr. Ir. J. H. M. ter Brake

Dit artikel is een vertaling van het eerste hoofdstuk van het boek Reliability-centred Maintenance van J. M. Moubray, Managing Director van Aladon Ltd.

1.	Inleiding	D4013- 1
2.	De veranderende wereld van het onderhoud	D4013- 3
2.1.	De eerste generatie onderhoud	D4013- 3
2.2.	De tweede generatie onderhoud	D4013- 3
2.3.	De derde generatie onderhoud	D4013- 4
3.	Onderhoud en RCM	D4013- 8
4.	RCM: de zeven fundamentele vragen	D4013- 9
4.1.	Functionies en prestatienormen	D4013-10
4.2.	Functionele storingen	D4013-11
4.3.	Storingsvormen	D4013-11
4.4.	Storingseffecten	D4013-12
4.5.	Storingsgevolgen	D4013-13
4.6.	Proactieve taken	D4013-14
4.7.	Terugvalacties	D4013-18
4.8.	Het RCM-taakselectieproces	D4013-18
5.	Het toepassen van de RCM-methode	D4013-20
6.	Wat RCM oplevert	D4013-23
7.	Literatuur	D4013-26

1. Inleiding

De afgelopen twintig jaar is op het gebied van onderhoud veel veranderd, misschien wel meer dan op welk vakgebied ook. Deze veranderingen zijn niet alleen het gevolg van een geweldige toename van de aantallen technische systemen (gebouwen, installaties en apparatuur) die wereldwijd onderhouden moeten worden, maar ook van hun verscheidenheid, van veel ingewikkelder ontwerpen, van

nieuwe onderhoudstechnieken en van nieuwe inzichten in de onderneming en verantwoordelijkheden van de onderhoudsfunctie.

Onderhoud moet bovendien aan andere verwachtingen voldoen. Zo bestaat een snelgroeiend bewustzijn van de mate waarin storingen van apparatuur de veiligheid en het milieu kunnen beïnvloeden. Ook is er een groeiend besef van het verband tussen onderhoud en productkwaliteit en is sprake van een toenemende druk om een hoge installatiebeschikbaarheid te realiseren en de kosten te beheersen.

Deze veranderingen stellen de onderhoudsfunctie in alle takken van onze samenleving zwaar op de proef. Onderhoudsmedewerkers moeten geheel nieuwe denk- en handelwijzen leren. Dat geldt voor de monteur, maar ook voor de manager. Tegelijkertijd worden de beperkingen van de bestaande onderhoudsmethoden steeds duidelijker zichtbaar, ongeacht de mate van computerondersteuning.

In het licht van deze stortvloed van veranderingen zijn managers wereldwijd op zoek naar een vernieuwde aanpak van onderhoud. Daarbij willen ze wel voorkomen dat ze een verkeerde en doodlopende weg inslaan, een risico dat altijd bestaat bij een grote ommezwaaai. Wat managers zoeken is een strategisch kader dat alle nieuwe ontwikkelingen met elkaar in verband brengt en combineert tot een samenhangend geheel. Hierdoor kunnen ze al deze ontwikkelingen op een zinvolle manier beoordelen en die ontwikkelingen die voor hun onderneming het waardevolst zijn, invoeren.

In dit artikel wordt een filosofie beschreven die zo'n strategisch kader biedt. Deze filosofie heet Reliability-centred Maintenance (RCM), ofwel onderhoud gericht op betrouwbaarheid.

Wanneer RCM goed wordt toegepast verandert het de verhoudingen tussen de ondernemingen die ermee werken, hun technische systemen en de medewerkers die deze systemen gebruiken en onderhouden, volledig. RCM maakt het ook mogelijk om nieuwe technische systemen op snelle, betrouwbare en zorgvuldige wijze in bedrijf te nemen.

Dit artikel geeft een inleiding tot RCM, te beginnen met een overzicht van de manier waarop onderhoud in de afgelopen vijftig jaar is veranderd en zich heeft ontwikkeld.

2. De veranderende wereld van het onderhoud

Sinds de jaren dertig heeft de ontwikkeling van onderhoud drie generaties doorgemaakt. RCM is hard op weg de hoeksteen van de derde generatie te worden, maar deze generatie kan alleen maar in historisch perspectief worden beschouwd, dat wil zeggen in het licht van de eerste en tweede generatie.

2.1. De eerste generatie onderhoud

De eerste generatie heeft betrekking op de periode tot de Tweede Wereldoorlog. In die tijd was de industrie nog niet zo sterk gemechaniseerd, waardoor stilstand van apparatuur niet zo erg was. Daardoor hechtten de meeste managers niet al te veel belang aan het voorkomen van storingen van apparatuur. Bovendien was de meeste apparatuur eenvoudig ontworpen en sterk overgedimensioneerd. Ze was daardoor betrouwbaar en relatief eenvoudig te repareren. Er was dus ook geen systematisch onderhoud noodzakelijk behalve af en toe schoonmaken, nakijken en smeren. Het hiervoor benodigde vakmanschap was niet erg hoog.

2.2. De tweede generatie onderhoud

De Tweede Wereldoorlog bracht grote veranderingen teweeg. De oorlog verhoogde de vraag naar allerhande goederen, terwijl de industrie minder mensen beschikbaar had dan ooit tevoren. Hierdoor nam de mechanisering enorm toe. Rond 1950 was sprake van veel meer en veel ingewikkelder machines. Vooral de industrie begon daar echt afhankelijk van te worden.

Naarmate deze afhankelijkheid toenam, nam ook de aandacht voor stilstand van apparatuur toe. Zo ontwikkelde men de gedachte dat storingen van apparatuur konden en moesten worden voorkomen; dit leidde tot het concept van preventief onderhoud. Rond 1960 betekende preventief onderhoud voornamelijk het met vaste intervallen reviseren van technische systemen.

Tegelijkertijd begonnen de kosten van onderhoud ten opzichte van de overige bedrijfskosten sterk te stijgen. Dit had weer tot gevolg dat onderhoudsbesturingssystemen een flinke groei kenden. Deze systemen hebben er aanzienlijk toe bijgedragen dat onderhoud een beheersbare en beheerste activiteit werd; ze behoren inmiddels veelal tot de dagelijkse praktijk van de onderhoudsfunctie.

Ten slotte zorgde de grote hoeveelheid kapitaal die in technische systemen vastzit en de sterke toename van de kosten van dat kapitaal ervoor dat men begon te zoeken naar methoden om de levensduur van de technische systemen te maximaliseren.

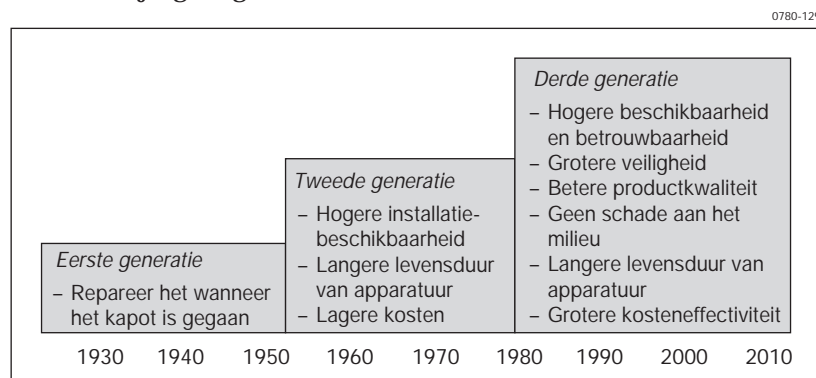
2.3. De derde generatie onderhoud

Sinds het midden van de jaren zeventig is het veranderingsproces in een stroomversnelling geraakt. De veranderingen kunnen door drie termen worden gekenmerkt:

- nieuwe verwachtingen;
- nieuw onderzoek;
- nieuwe methoden en technieken.

Nieuwe verwachtingen

In figuur 1 is aangegeven hoe de verwachtingen die van onderhoud bestaan, zijn gestegen.



Figuur 1. Stijgende verwachtingen van het onderhoud.

Stilstand heeft op de productie altijd al een negatieve invloed gehad omdat de opbrengst erdoor vermindert, de bedrijfskosten oplopen en de service voor de klant wordt verstoord. In de jaren zestig en zeventig was dit in de mijnbouw, de productiebedrijven en de transportsector al een belangrijk aandachtspunt. In de productiebedrijven zijn de effecten van stilstand tegenwoordig veel sterker merkbaar als gevolg van de wereldwijde tendens naar just-in-time-systemen. Hierbij is door de lagere voorraad aan onderhanden werk de kans veel groter dat zelfs een korte storing een heel productieproces stillegt. Door de toenemende mechanisering en automatisering in de sectoren gezondheidszorg, dataverwerking, telecommunicatie en ge-

bouwenbeheer zijn ook hier de begrippen *betrouwbaarheid* en *beschikbaarheid* belangrijke aandachtspunten geworden.

Meer automatisering betekent ook dat steeds meer storingen van invloed zijn op het vermogen om aan de vereiste *kwaliteitsnormen* te blijven voldoen. Dit geldt voor de kwaliteit van zowel goederen als diensten. Storingen van apparatuur kunnen bijvoorbeeld de klimaatbeheersing van een kantoorgebouw beïnvloeden, maar ook de levertijden van een transportbedrijf, of kunnen ertoe leiden dat een productieproces niet altijd binnen de vereiste specificatie blijft.

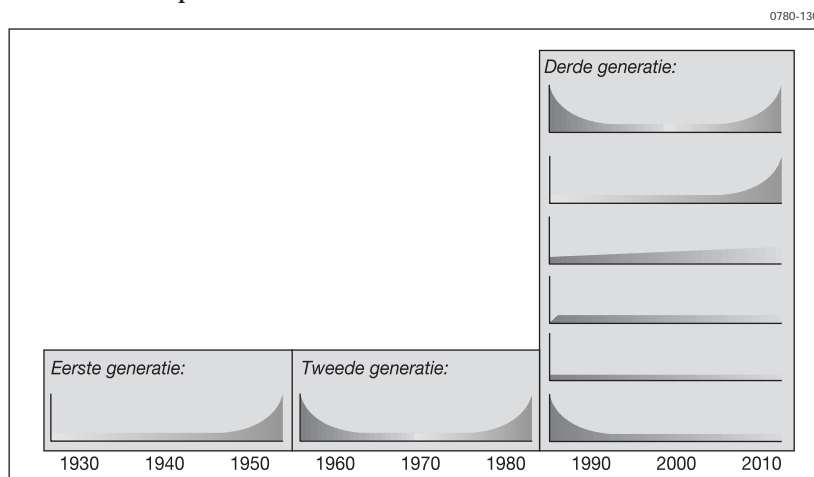
Steeds meer storingen hebben ernstige gevolgen voor de *veiligheid* en/of het *milieu*, terwijl de eisen op dit gebied steeds strenger worden. In sommige delen van de wereld staan ondernemingen voor een eenvoudige keuze: of ze voldoen aan de eisen op het gebied van veiligheid en milieu die de maatschappij en de overheid aan hen stellen, of ze staken hun activiteiten. Zo komt de afhankelijkheid van het goed functioneren van de technische systemen in een heel ander, belangrijker daglicht te staan. Het gaat hier veel verder dan de aandacht voor kosten: het betreft hier het voortbestaan van de onderneming.

Met het toenemen van de afhankelijkheid van technische systemen, nemen ook de kosten die daarmee samenhangen toe: zowel de kosten om ze aan te schaffen en te bezitten als de kosten ze te gebruiken. Om dus een maximaal rendement op het vermogen – geïnvesteerd in de technische systemen – te realiseren, moeten deze gedurende een zo lang mogelijke tijd zo efficiënt mogelijk functioneren. Ten slotte nemen ook de *kosten van onderhoud* zelf toe, zowel in absolute zin als in verhouding tot de totale uitgaven. In sommige sectoren maken de onderhoudskosten het grootste of op een na grootste deel uit van de totale bedrijfskosten. In slechts dertig jaar zijn de onderhoudskosten, haast vanuit het niets, gestegen naar de eerste plaats op de lijst van prioriteiten voor kostenbeheersing.

Nieuw onderzoek

Nieuw onderzoek is naast nieuwe verwachtingen een van de oorzaken voor het veranderen van veel van de fundamentele denkbeelden over leeftijd of ouderdom en storingen. Het is met name duidelijk dat bij de meeste technische systemen steeds minder een verband bestaat tussen de leeftijd of ouderdom en de kans op storingen.

Figuur 2 laat zien dat de vroegste visie op storingen er eenvoudig op neerkwam dat, naarmate dingen ouder worden, de faalkans toeneemt. Later, in de tweede generatie, kwam het besef dat ook „kinderziekten” een rol spelen, wat leidde tot het wijdverspreide geloof in de „badkuipkromme”.



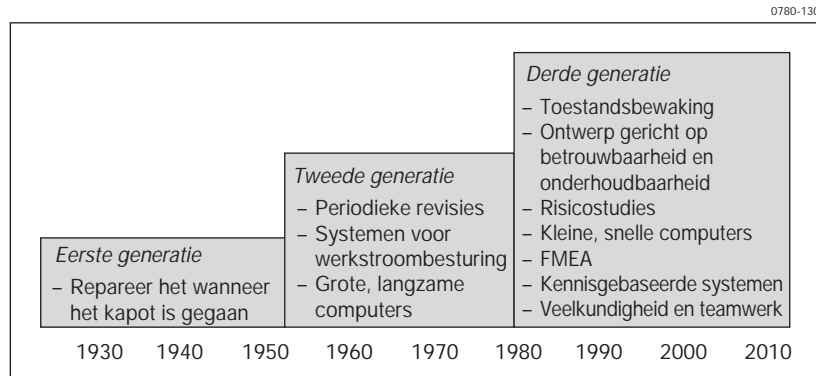
Figuur 2. Veranderende visie op storingen van apparatuur.

Onderzoek tijdens de derde generatie heeft aangetoond dat in feite in de praktijk niet één of twee, maar zes storingspatronen voorkomen. Hier wordt nog uitgebreid op ingegaan, maar ook dit heeft een duidelijk effect op onderhoud.

Nieuwe methoden en technieken

Het aantal onderhoudsmethoden en -technieken heeft een explosieve groei doorgemaakt. De afgelopen vijftien jaar zijn er al honderden uitgewerkt en elke week komen er nieuwe bij.

In figuur 3 is te zien dat de klassieke nadruk op revisies en administratieve systemen heeft plaatsgemaakt voor nieuwe ontwikkelingen op diverse terreinen.



Figuur 3. Veranderende onderhoudsmethoden en -technieken.

Nieuwe ontwikkelingen zijn onder andere:

- methoden ter ondersteuning van de besluitvorming, zoals risicostudies, Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) en kennisgebaseerde systemen;
- nieuwe onderhoudstechnieken, zoals toestandsbewaking;
- ontwerpen van technische systemen met veel meer nadruk op betrouwbaarheid en onderhoudbaarheid;
- verschuivingen in het organisatorisch denken naar meer participatie, teamwerk en flexibiliteit.

De grote uitdaging waarmee onderhoudsmedewerkers vandaag aan de dag worden geconfronteerd is dat ze niet alleen moeten leren wat deze nieuwe technieken inhouden, maar ook dat ze moeten beslissen welke wel en welke niet voor de eigen onderneming van belang zijn. Wanneer de juiste keuze wordt gemaakt is het mogelijk de prestaties van technische systemen te verbeteren en tegelijkertijd de kosten van onderhoud te stabiliseren of zelfs te verminderen. Wordt de verkeerde keuze gemaakt dan worden bestaande problemen alleen maar erger en komen er nieuwe bij.

Uitdagingen op het gebied van onderhoud: RCM

Samengevat staan onderhoudsmanagers voor de volgende uitdaging:

- het kiezen van de juiste nieuwe technieken als antwoord op elk type storingsproces,
- teneinde te voldoen aan alle verwachtingen van de eigenaren van de technische systemen, de gebruikers van deze systemen en de maatschappij als geheel,

D4013-8 Inleiding tot Reliability-centred Maintenance

- dit op de voordeligste en duurzaamste wijze,
- met actieve ondersteuning en medewerking van alle betrokkenen.

De RCM-filosofie biedt een kader waarmee men snel en eenvoudig op deze uitdagingen kan reageren, omdat daarbij nooit uit het oog wordt verloren dat het bij onderhoud om technische systemen gaat. Wanneer deze niet bestonden was de hele onderhoudsfunctie overbodig. RCM begint daarom met een uitgebreid onderzoek naar de onderhoudsbehoefte van elk technisch systeem bij zijn huidige gebruiksprofiel, waarbij de situatie waarin helemaal geen onderhoud wordt uitgevoerd als vertrekpunt geldt.

Maar al te vaak wordt deze onderhoudsbehoefte als bekend verondersteld. Dit heeft tot gevolg dat organisatiestructuren worden ontworpen en personeel en middelen ter beschikking worden gesteld op basis van onvolledige of onjuiste veronderstellingen over de werkelijke onderhoudsbehoefte. Wanneer deze onderhoudsbehoefte opnieuw, op basis van moderne kennis en methoden, wordt vastgesteld zijn opmerkelijke verbeteringen van de efficiëntie en de effectiviteit van onderhoud mogelijk.

In het vervolg van dit artikel wordt de RCM-benadering verder uitgewerkt. Eerst wordt achterhaald wat met „onderhoud” precies wordt bedoeld. Daarna wordt RCM nader gedefinieerd en volgt een omschrijving van de zeven stappen die nodig zijn om deze methode toe te passen.

3. Onderhoud en RCM

In technisch opzicht omvat het beheren van technische systemen twee belangrijke elementen: ze moeten worden onderhouden en van tijd tot tijd gewijzigd.

Het Groot Woordenboek der Nederlandse Taal (Van Dale) omschrijft *onderhouden* als *doen voortduren* of *in stand houden*. Dit suggereert dat onderhoud het behouden van iets betekent. Anderzijds betekent *wijzigen* iets op een of andere manier *veranderen*. Dit verschil tussen onderhouden en wijzigen heeft grote consequenties. Dit artikel richt zich op onderhoud.

Wanneer onderhoud wordt uitgevoerd, moet men precies weten wat men wil doen voortduren en welke toestand men wil behouden.

Het antwoord op deze vraag is te achterhalen wanneer men zich realiseert dat alle technische systemen ergens worden neergezet omdat iemand wil dat er iets mee wordt gedaan. Met andere woorden men verwacht dat ze één of meer duidelijk omschreven functies vervullen. Dat betekent dus dat wanneer men een technisch systeem onderhoudt, men de toestand wil behouden waarin het systeem bij voortdurend doet wat zijn gebruikers willen dat het doet.

Onderhouden is garanderen dat technische systemen bij voortdurend doen wat hun gebruikers willen dat ze doen.

Wat de gebruikers van een technisch systeem verwachten, is afhankelijk van de locatie waar en de manier waarop het systeem wordt gebruikt: het gebruiksprofiel. Dit leidt tot de volgende officiële definitie van Reliability-centred Maintenance:

Reliability-centred Maintenance is een methode die wordt gebruikt om de onderhoudsbehoefte van een technisch systeem bij zijn huidige gebruiksprofiel te bepalen.

In het kader van wat hiervoor is geschreven kan ook worden gesteld dat RCM een methode is die wordt gebruikt om te bepalen *wat er moet gebeuren om te garanderen dat een technisch systeem bij voortdurend doet wat zijn gebruikers willen dat het bij zijn huidige gebruiksprofiel doet.*

4. RCM: de zeven fundamentele vragen

De RCM-methode houdt in dat zeven fundamentele vragen over het te onderzoeken technisch systeem worden gesteld. Deze vragen moeten in even zoveel stappen worden beantwoord. Deze vragen zijn:

1. Wat zijn de functies en de bijbehorende prestatienormen van het technisch systeem bij zijn huidige gebruiksprofiel?
2. Op welke manieren kan het technisch systeem, bij het vervullen van zijn functies, falen (functionele storingen)?
3. Wat is de oorzaak van een functionele storing (storingvormen)?
4. Wat gebeurt wanneer een storing plaatsvindt (storingseffecten)?

5. In welk opzicht is een storing van belang (storingsgevolgen)?
6. Wat kan worden gedaan om een storing te voorspellen of te voorkomen (proactieve taken)?
7. Wat dient te worden gedaan wanneer geen geschikte proactieve taak kan worden gevonden (terugvalacties)?

In de volgende paragrafen wordt op deze vragen ingegaan.

4.1. *Functies en prestatienormen*

Voordat het mogelijk is om een methode toe te passen, die wordt gebruikt om te bepalen wat moet gebeuren om te garanderen dat een technisch systeem bij voortdurende gebruik doet wat zijn gebruikers willen dat het bij zijn huidige gebruiksprofiel doet, moeten twee dingen worden gedaan:

- bepalen wat de gebruikers willen dat het systeem doet;
- ervoor zorgen dat het systeem daarvoor geschikt is.

Daarom is de eerste stap bij de RCM-methode het vaststellen van de functies van een technisch systeem bij zijn huidige gebruiksprofiel, in combinatie met de bijbehorende, gewenste prestatienormen. Wat gebruikers verwachten dat de systemen in staat zijn te doen, valt uiteen in twee categorieën:

- *primaire functies*, die aangeven waarom het systeem destijds is aangeschaft. Deze categorie functies gaat over zaken als snelheid, opbrengst, laadvermogen, opslagcapaciteit, productkwaliteit en klantenservice;
- *secundaire functies*, die volgen uit het feit dat van elk technisch systeem meer wordt verwacht dan het eenvoudig vervullen van de primaire functies. Gebruikers hebben ook verwachtingen op gebieden zoals veiligheid, besturing, insluiting, comfort, constructiebehoud, kostenbewustzijn, beveiliging, efficiency, milieubehoud en zelfs het uiterlijk van het systeem.

De gebruikers van de technische systemen zijn meestal diegenen die het beste weten welke bijdrage elk specifiek systeem aan het fysieke en financiële welzijn van de onderneming als geheel levert. Daarom is het van essentieel belang dat zij vanaf het begin bij de RCM-benadering worden betrokken.

Wanneer deze stap naar behoren wordt uitgevoerd, kost deze ongeveer een derde van de totale tijd die nodig is voor de volledige RCM-analyse. Het team van medewerkers dat de analyse uitvoert

krijgt een zoveel beter inzicht in de manier waarop het technisch systeem echt werkt, dat het vaak een angstaanjagende ervaring is.

4.2. *Functionele storingen*

De doelstellingen van onderhoud zijn gedefinieerd door de functies en bijbehorende prestatienormen voor het betreffende technische systeem. Maar hoe behaalt onderhoud deze doelstellingen?

De enige gebeurtenis waarbij een technisch systeem ophoudt te presteren conform de door de gebruikers gestelde prestatienormen, is een of andere storing. Dit betekent dat onderhoud zijn doelstellingen alleen kan behalen door een geschikte gedragslijn voor het hanteren van storingen te volgen. Voordat echter de juiste melange van gedragslijnen voor het aanpakken van storingen kan worden aangewend, moet eerst worden vastgesteld welke storingen kunnen optreden. De RCM-methode doet dit op twee niveaus:

- door eerst vast te stellen welke omstandigheden overeenkomen met een storingstoestand;
- door vervolgens uit te zoeken welke gebeurtenissen ertoe kunnen leiden dat het technisch systeem in een storingstoestand geraakt.

In de wereld van RCM worden storingstoestanden *functionele storingen* genoemd, omdat ze zich voordoen wanneer een technisch systeem niet in staat is om een functie te vervullen conform een prestatienorm die voor de gebruiker aanvaardbaar is. Naast de situatie waarin een systeem een functie in het geheel niet meer kan vervullen, strekt deze definitie zich ook uit tot gedeeltelijke storingen, waarbij het systeem een functie weliswaar nog vervult, maar waarbij de prestatie niet aan de norm voldoet. Ook wanneer het systeem de vereiste kwaliteit of de vereiste nauwkeurigheid niet kan aanhouden, is sprake van een gedeeltelijke storing. Het is duidelijk dat dit soort situaties pas kan worden bepaald nadat de functies en prestatienormen van het systeem zijn vastgelegd.

4.3. *Storingsvormen*

Hiervoor is al aangegeven dat, nadat alle functionele storingen zijn vastgesteld, per functionele storing moet worden bepaald welke gebeurtenissen redelijk waarschijnlijk tot de storingstoestand zullen leiden. Deze gebeurtenissen heten *storingsvormen*. Tot de „redelijk waarschijnlijke” storingsvormen behoren:

- storingen die zijn voorgekomen bij dezelfde of bij vergelijkbare apparatuur;
- storingen die momenteel door vigerende onderhoudsmaatregelen worden voorkomen;
- storingen die nog nooit zijn voorgekomen maar die wel als reële mogelijkheden in de betreffende omstandigheden worden beschouwd.

De meeste traditionele lijsten met storingsvormen bevatten storingen als gevolg van achteruitgang en normale slijtage. De lijst moet echter ook die storingen bevatten die worden veroorzaakt door menselijke fouten van bedieningsmedewerkers of van onderhoudsmedewerkers. Ook storingen die worden veroorzaakt door ontwerpfouten behoren op de lijst. Hierdoor worden alle redelijk waarschijnlijke oorzaken van storingen van apparatuur vastgesteld en kan er adequaat mee worden omgegaan.

Het is van belang de oorzaak van een storing voldoende nauwkeurig vast te stellen, zodat geen tijd en moeite aan het bestrijden van symptomen in plaats van oorzaken wordt verspild. Evenzo is het belangrijk bij de analyse zelf geen tijd te verspillen door te veel in detail te gaan.

4.4. Storingseffecten

De vierde stap bij de RCM-methode is het beantwoorden van de vraag: wat gebeurt er wanneer een storing plaatsvindt? Met andere woorden: wat zijn de *storingseffecten*? De omschrijving moet alle gegevens bevatten die nodig zijn voor het beoordelen van de gevolgen van een storing:

- Welk bewijs is er eventueel dat de storing is opgetreden?
- Op welke manieren wordt de veiligheid of het milieu eventueel bedreigd?
- Op welke manier wordt de productie of bedrijfsvoering eventueel beïnvloed?
- Welke fysieke schade veroorzaakt de storing eventueel?
- Hoe moet de storing worden verholpen?

Het vaststellen van functies, functionele storingen, storingsvormen en storingseffecten leidt tot verrassende en vaak zeer interessante mogelijkheden om de resultaten te verbeteren, de veiligheid te vergroten en de hoeveelheid afval te verminderen.

4.5. *Storingsgevolgen*

Een gedetailleerde analyse van een doorsnee-onderneming levert waarschijnlijk ergens tussen de drieduizend en de tienduizend mogelijke storingsvormen op. Elk van deze storingen heeft op de een of andere manier invloed op de onderneming, maar de effecten zijn telkens anders. De storing zou invloed kunnen hebben op de productie of bedrijfsvoering, maar ook op de productkwaliteit, de klantenservice, de veiligheid of het milieu. Het verhelpen van de storing kost in elk geval tijd en geld.

Het zijn deze gevolgen die de mate waarin men een storing probeert te voorkomen, het sterkst beïnvloeden. Met andere woorden wanneer een storing ernstige gevolgen heeft, dan zal men waarschijnlijk heel ver gaan in zijn pogingen die storing te voorkomen. Aan de andere kant is het zo dat wanneer een storing geen of weinig gevolgen heeft, men zou kunnen besluiten geen ander routinematig onderhoud uit te voeren dan schoonmaken en smeren.

Een van de sterke punten van RCM is dat de benadering uitgaat van het feit dat de gevolgen van storingen veel belangrijker zijn dan hun technische kenmerken. RCM gaat ervan uit dat de reden voor welke vorm van proactief onderhoud dan ook niet noodzakelijk het voorkomen van storingen is, maar het verhinderen of op zijn minst verminderen van de gevolgen van storingen is. De RCM-methode deelt deze gevolgen in vier categorieën in:

1. heimelijke storingsgevolgen; heimelijke storingen hebben geen directe gevolgen, maar stellen de onderneming bloot aan meervoudige storingen met ernstige, vaak catastrofale gevolgen. De meeste van deze storingen hangen samen met beveiligingsmiddelen die niet op een veilige manier falen;
2. veiligheids- en milieugevolgen; een storing heeft veiligheidsgevolgen wanneer deze ertoe kan leiden dat iemand wordt verwond of gedood. Een storing heeft milieugevolgen wanneer deze kan leiden tot inbreuk op een milieuvoorschrift dat door de onderneming zelf of door regionale, nationale of internationale autoriteiten, is opgelegd;
3. bedrijfsmatige gevolgen; een storing heeft bedrijfsmatige gevolgen wanneer deze de productie beïnvloedt, bijvoorbeeld de opbrengst, de productkwaliteit, de klantenservice of de bedrijfskosten, anders dan de directe reparatiekosten;
4. niet-bedrijfsmatige gevolgen; waarneembare storingen die tot deze categorie behoren hebben geen gevolgen voor de veilig-

heid, het milieu of de productie. Het gaat hier dus alleen om de directe reparatiekosten.

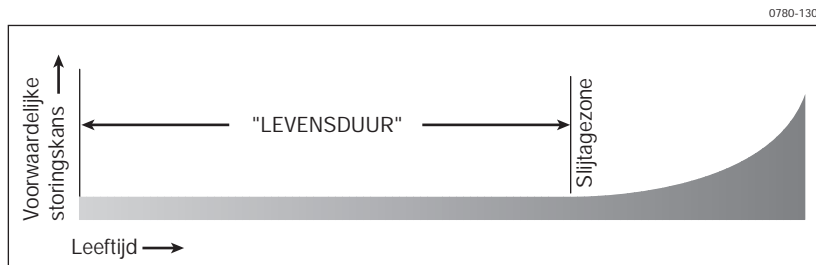
De RCM-methode gebruikt deze indeling als basis voor een strategisch kader voor het nemen van beslissingen met betrekking tot onderhoud. Door een systematisch onderzoek naar de gevolgen van elke storingsvorm in termen van bovengenoemde categorieën af te dwingen, worden de bedrijfsmatige doelstellingen van de onderhoudsfunctie geïntegreerd met die op de gebieden veiligheid en milieu. Hierdoor worden ook veiligheid en milieu opgenomen bij de belangrijkste aandachtsgebieden voor onderhoudsmanagement.

Het beoordelen van de storingsgevolgen betekent ook dat minder aandacht wordt geschonken aan de fictie dat alle storingen slecht zijn en dus moeten worden voorkomen. Er wordt meer aandacht geschonken aan die onderhoudsactiviteiten die de hoogste toegevoegde waarde hebben voor de onderneming als geheel. Zodoende wordt voorkomen dat energie in onderhoudsactiviteiten wordt gestopt die geen of weinig toegevoegde waarde hebben. Ook worden men gestimuleerd om ruim te denken over de verschillende manieren voor het aanpakken van storingen en zich niet uitsluitend op het voorkomen van storingen te richten. Technieken voor het hanteren van storingen zijn in twee categorieën onder te verdelen:

- proactieve taken; deze worden uitgevoerd voordat een storing optreedt met als doel te voorkomen dat het technisch systeem in een storingstoestand geraakt. Deze taken omvatten de vormen van onderhoud die bekend staan als „predictief” en „preventief” onderhoud. RCM gebruikt hiervoor de termen periodieke revisie, periodieke vervanging en toestandsafhankelijk onderhoud;
- terugvalacties; deze treden op tegen de storingstoestand en worden gekozen wanneer het niet mogelijk is een effectieve, proactieve taak te vinden. Terugvalacties omvatten storingsopsporing, herontwerp en storingsafhankelijk onderhoud.

4.6. Proactieve taken

Veel mensen zijn nog steeds van mening dat de beschikbaarheid van installaties het best kan worden geoptimaliseerd door periodiek een of andere vorm van proactief onderhoud uit te voeren. Tijdens de tweede generatie onderhoud werd gesteld dat dit proactieve onderhoud diende in te houden dat op basis van vaste intervallen revisies werden uitgevoerd of componenten werden vervangen. Figuur 4 geeft deze visie op storingen weer.



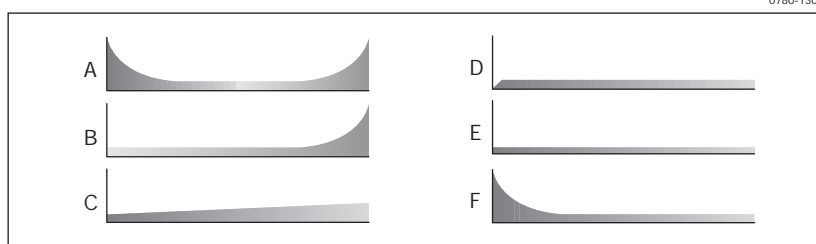
Figuur 4. De traditionele visie op storingen.

Deze figuur is gebaseerd op de veronderstelling dat de meeste componenten gedurende een zekere periode „X” betrouwbaar werken en daarna zijn versleten. Deze klassieke denkwijze suggereert dat men, door uitgebreide gegevens over storingen bij te houden, in staat zou zijn deze levensduur te bepalen en zo een plan voor het nemen van een preventieve actie, net voordat de component faalt, zou kunnen ontwikkelen.

Deze veronderstelling geldt slechts voor bepaalde soorten eenvoudige apparatuur en voor bepaalde ingewikkelde componenten, mits sprake is van een dominante storingsvorm. Slijtageverschijnselen worden met name daar aangetroffen waar apparatuur direct in contact komt met het product. Leeftijdsgelateerde storingen hangen ook vaak samen met vermoeidheid, corrosie, afschuring en verdamping.

In het algemeen is hedendaagse apparatuur echter veel ingewikkelder dan apparatuur van twintig jaar geleden. Hierdoor zijn de storingspatronen ingrijpend veranderd, zoals weergegeven in figuur 5. In de figuur is voor een aantal elektrische en mechanische componenten de voorwaardelijke storingskans uitgezet tegen het aantal bedrijfsuren. Patroon A is de bekende badkuipkromme. Deze kromme begint met veel storingen (kinderziekten), gevolgd door een constante of geleidelijk toenemende voorwaardelijke storingskans en dan een slijtagezone. Patroon B vertoont een constante of langzaam toenemende voorwaardelijke storingskans en eindigt met een slijtagezone, net als in figuur 4. Patroon C vertoont een langzaam toenemende voorwaardelijke storingskans, maar er is geen duidelijk vast te stellen levensduur. Patroon D vertoont een lage voorwaardelijke storingskans wanneer de component nieuw is, en daarna een sterke toename tot een constant niveau. Patroon E vertoont een constante voorwaardelijke storingskans, onafhankelijk van de leeftijd of ouderdom: willekeurige storingen. Patroon F begint met een

hoge voorwaardelijke storingskans door kinderziekten, die daarna afneemt tot een constant niveau of nog langzaam toeneemt.



Figuur 5. Zes storingspatronen.

Studies uit de burgerluchtvaart hebben als resultaat opgeleverd dat: 4% van de componenten beantwoordde aan patroon A, 2% aan patroon B, 5% aan patroon C, 7% aan patroon D, 14% aan patroon E en 68% aan patroon F. De frequentie waarmee deze patronen in de burgerluchtvaart voorkomen, geldt niet zonder meer voor andere sectoren. Maar er bestaat geen twijfel over het feit dat naarmate technische systemen ingewikkelder worden, men de patronen E en F vaker tegenkomt.

Deze resultaten staan haaks op de mening dat altijd een verband bestaat tussen betrouwbaarheid en het aantal bedrijfsuren. Deze mening heeft geleid tot het idee dat hoe vaker men een component reviseert, hoe kleiner de kans op storingen wordt. Tegenwoordig is dit nog maar zelden waar. Tenzij sprake is van een dominante, leeftijdsgerelateerde storingsvorm, verbetert het hanteren van leeftijds-grenzen de betrouwbaarheid van ingewikkelde componenten weinig of helemaal niet. In feite kunnen periodieke revisies de kans op storingen van een technisch systeem als geheel, zelfs vergroten door, in overigens stabiele systemen, kinderziekten te introduceren.

Op grond van dit inzicht hebben sommige ondernemingen besloten helemaal van proactief onderhoud af te zien. Voor storingen die slechts geringe gevolgen hebben is dit wellicht de beste handelswijze. Maar wanneer storingen verstrekkende gevolgen hebben, moet toch wel iets worden gedaan om ze te voorkomen of te voorspellen of om op zijn minst hun gevolgen te verminderen.

Dit brengt ons weer terug bij het onderwerp proactieve taken. De RCM-methode verdeelt de proactieve taken in drie categorieën, namelijk:

- periodieke revisietaken;
- periodieke vervangingstaken;
- toestandsbeoordelingstaken.

Periodieke revisietaken en periodieke vervangingstaken

Met periodieke revisie wordt bedoeld een component opnieuw bewerken of een technisch systeem reviseren bij of voor het bereiken van een bepaalde leeftijd of ouderdom, ongeacht de toestand van die component of dat systeem op dat moment. Periodieke vervanging betreft logischerwijze het vervangen van een component bij of voor het bereiken van een bepaalde leeftijd of ouderdom, ongeacht de toestand van die component op dat moment.

Samen staan deze twee soorten taken in het algemeen bekend als *preventief* onderhoud. Preventief onderhoud is verreweg de meest toegepaste vorm van proactief onderhoud geweest. Om de redenen die hiervoor zijn besproken, wordt preventief onderhoud tegenwoordig echter veel minder toegepast dan twintig jaar geleden.

Toestandsbeoordelingstaken

De voortdurende noodzaak bepaalde soorten storingen te voorkomen en het feit dat klassieke technieken hiertoe steeds minder in staat zijn hebben de groei in nieuwe technieken om storingen aan te pakken, veroorzaakt. De meeste van deze nieuwe technieken zijn gebaseerd op het feit dat de meeste storingen een of andere waarschuwing geven dat ze op het punt staan op te treden. Deze waarschuwingen heten *potentiële storingen* en worden gedefinieerd als een vast te stellen fysieke toestand die aangeeft dat een functionele storing op het punt staat op te treden of aan het optreden is.

De nieuwe technieken richten zich op het ontdekken van potentiële storingen, zodat actie kan worden ondernomen om de gevolgen te vermijden die zouden optreden wanneer de potentiële storingen zich zouden ontwikkelen tot functionele storingen. Ze worden toestandsbeoordelingstaken genoemd, omdat componenten in bedrijf blijven afhankelijk van de beoordeling of die component in de toestand van dat moment aan de gewenste prestatienormen blijft voldoen. Toestandsbeoordelingstaken omvatten dus *predictief onderhoud*, *toestandsafhankelijk onderhoud* en *toestandsbewaking*.

Wanneer toestandsbeoordelingstaken correct worden toegepast zijn ze een goede methode om storingen aan te pakken, maar ze kunnen ook tot veel tijdverspilling leiden. RCM zorgt ervoor dat de beslissingen op dit gebied met meer vertrouwen kunnen worden genomen.

4.7. *Terugvalacties*

RCM kent drie categorieën terugvalacties, namelijk:

- *storingsopsporing*; storingsopsporing betekent dat heimelijke functies periodiek worden getest om te achterhalen of deze hebben gefaald, in tegenstelling tot toestandsbeoordelingstaken die zich richten op het controleren of ze aan het falen zijn;
- *herontwerp*; herontwerp houdt een of andere eenmalige wijziging in van het ingebouwde vermogen van een systeem. Het kan daarbij gaan om een wijziging van het technisch systeem zelf, maar ook om een eenmalige wijziging van een procedure;
- *geen planmatig onderhoud*; zoals de naam al aangeeft, betekent deze terugvalactie dat geen poging wordt ondernomen om de betreffende storingsvormen te voorspellen of te voorkomen. Dat betekent dat die storingen dus gewoon mogen optreden en pas daarna worden verholpen. Deze terugvalactie wordt ook wel *storingsafhankelijk onderhoud* genoemd.

4.8. *Het RCM-taakselectieproces*

Een van de sterke punten van RCM is dat de methode eenvoudige, beknopte en gemakkelijk te begrijpen criteria biedt om te beslissen welke proactieve taak in een bepaald gebruiksprofiel eventueel technisch haalbaar is, en zo ja, hoe vaak deze taak dan moet worden uitgevoerd en door wie.

Of een taak technisch haalbaar is, wordt bepaald door de technische kenmerken van de taak en van de storing die ermee moet worden voorkomen. Of een taak de moeite waard is, wordt bepaald door de mate waarin de taak de gevolgen van de storing tegengaat. Wanneer er geen proactieve taak kan worden gevonden die zowel technisch haalbaar is als de moeite waard, dan moet een geschikte terugvalactie worden geselecteerd. Het taakselectieproces verloopt in wezen als volgt:

- Bij *heimelijke storingen* is een proactieve taak de moeite waard wanneer die taak de kans op de meervoudige storing die hoort bij de betreffende functie, tot een aanvaardbaar laag niveau terugbrengt. Wanneer zo'n taak niet kan worden gevonden, dan

moet periodiek een storingsopsporingstaak worden uitgevoerd. Wanneer geen geschikte storingsopsporingstaak kan worden gevonden, dan zou afhankelijk van de gevolgen van de meervoudige storing, de tweede terugvalbeslissing herontwerp van de betreffende component kunnen inhouden.

- Bij storingen met *veiligheids- of milieugevolgen* is een proactieve taak alleen de moeite waard wanneer die taak de kans op die storing op zichzelf tot een zeer laag niveau terugbrengt of zelfs geheel uitsluit. Wanneer geen taak te vinden is die de storingskans tot een aanvaardbaar laag niveau terugbrengt, moet de betreffende component worden herontworpen of moet het proces worden gewijzigd.
- Wanneer de storing *bedrijfsmatige gevolgen* heeft, is een proactieve taak alleen de moeite waard wanneer de totale kosten die met de uitvoering van die taak, over een zekere periode, gemoeid zijn lager zijn dan de kosten van de gevolgen vermeerderd met de reparatiekosten, gerekend over dezelfde periode. Met andere woorden, de taak moet uit economische overwegingen te rechtvaardigen zijn. Wanneer deze afweging negatief uitvalt, is de eerste terugvalbeslissing dat geen planmatig onderhoud wordt uitgevoerd. Wanneer de gevolgen nog steeds niet aanvaardbaar zijn, is de tweede terugvalbeslissing weer herontwerp.
- Wanneer de storing *niet-bedrijfsmatige gevolgen* heeft, is een proactieve taak alleen de moeite waard wanneer de totale kosten die met de uitvoering van die taak, over een zekere periode, gemoeid zijn, lager zijn dan de reparatiekosten, gerekend over dezelfde periode. Ook deze taken moeten dus uit economische overwegingen te rechtvaardigen zijn. Wanneer deze afweging negatief uitvalt, is de eerste terugvalbeslissing weer dat geen planmatig onderhoud wordt uitgevoerd, en wanneer de reparatiekosten te hoog zijn, is de tweede terugvalbeslissing weer herontwerp.

Deze aanpak betekent dat proactieve taken alleen worden geselecteerd voor storingen waarbij ze echt noodzakelijk zijn. Dit leidt tot een aanzienlijke vermindering van het routinematige werk. Minder routinematig werk betekent ook dat de overige taken meer kans maken om naar behoren te worden uitgevoerd. In combinatie met het schrappen van contraproductieve taken leidt dit tot een grote toename van de effectiviteit van onderhoud.

Vergelijk deze aanpak eens met de traditionele manier voor het ontwikkelen van gedragslijnen voor onderhoud, waarbij de onderhoudsbehoefte van elk technisch systeem wordt vastgesteld op basis van de veronderstelde technische kenmerken, zonder de storingsgevolgen mee te wegen. De hieruit voortkomende onderhoudsschema's worden op alle soortgelijke technische systemen toegepast, zonder rekening te houden met het feit dat wanneer het gebruiksprofiel anders is, de storingsgevolgen ook anders zijn. Dit leidt tot grote aantallen onderhoudsschema's die verspilde moeite zijn, niet omdat ze in technische zin „verkeerd” zijn, maar omdat ze tot niets leiden.

Merk ook op dat de RCM-methode eerst de onderhoudsbehoefte van elk technisch systeem onderzoekt, alvorens herontwerp te overwegen. De reden hiervoor is eenvoudig dat de onderhoudsmonteur vandaag de apparatuur moet onderhouden zoals die vandaag is uitgevoerd, niet zoals die had moeten zijn uitgevoerd en ook niet zoals die in de toekomst wellicht nog kan worden uitgevoerd.

5. Het toepassen van de RCM-methode

Voordat men de onderhoudsbehoefte van de technische systemen in een onderneming kan vaststellen, moet men weten om welke systemen het gaat en beslissen welke onderwerp van een RCM-analyse zullen worden. Dit betekent dat een bestand van de technische systemen moet worden aangelegd, zo dat er al niet is. De meeste industriële ondernemingen beschikken tegenwoordig al over bestanden die voor dit doel geschikt zijn. Daarom wordt dit onderwerp hier niet verder uitgewerkt.

Vorbereitung

Wanneer RCM goed wordt toegepast, leidt RCM verbazend snel tot opmerkelijke verbeteringen in de effectiviteit van onderhoud. Het goed toepassen van RCM staat of valt echter met een zorgvuldige voorbereiding. De hoofdelementen van deze voorbereiding zijn de volgende:

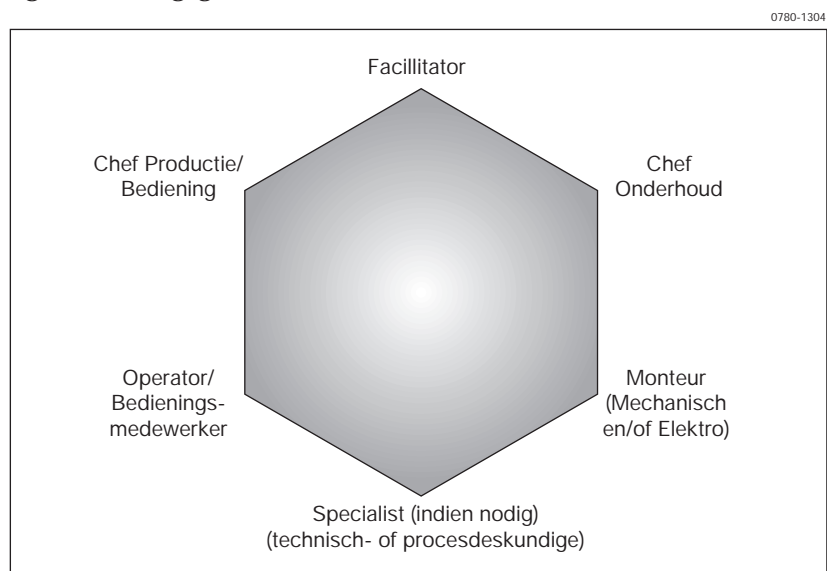
- vaststellen welke technische middelen het meest kunnen profiteren van RCM en op welke manier;
- bepalen welke middelen nodig zijn om RCM op de geselecteerde technische systemen te kunnen toepassen;
- daar waar de te verwachten opbrengst de investering rechtvaardigt, gedetailleerd bepalen wie, wanneer en waar de analyse

- gaan uitvoeren; de beslissingen controleren en ervoor zorgen dat iedereen voldoende voor zijn of haar taak is opgeleid;
- ervoor zorgen dat het gebruiksprofiel van het technisch systeem voor iedereen duidelijk is.

Werkgroepen

Eerder is al aan de orde geweest dat bij RCM zeven vragen worden gesteld die in zeven stappen worden beantwoord. In de praktijk zijn onderhoudsmedewerkers niet in staat deze vragen alleen te beantwoorden, omdat veel, zo niet de meeste antwoorden, alleen door productiemedewerkers c.q. bedieningsmedewerkers kunnen worden gegeven. Dit geldt met name voor vragen over de functies van de technische systemen, de gewenste prestaties, de storingseffecten en de storingsgevolgen.

Daarom dient een onderzoek naar de onderhoudsbehoefte van een technisch systeem door een klein team, met daarin minimaal één persoon uit de onderhoudsfunctie en één persoon uit de productiefunctie, te worden uitgevoerd. De rang van de werkgroepleden is minder van belang dan de vraag of ze gedegen kennis hebben van het betreffende technisch systeem. Elk werkgroep lid moet ook in RCM zijn opgeleid. De samenstelling van een RCM-werkgroep is in figuur 6 weergegeven.



Figuur 6. Een typische RCM-werkgroep.

Met behulp van zo'n werkgroep krijgt niet alleen de onderneming op systematische wijze toegang tot de kennis en ervaring van elk werkgroep lid. Ook de werkgroep leden zelf krijgen een beter inzicht in het technisch systeem bij zijn huidige gebruiksprofiel.

Facilitators

RCM-werkgroepen worden begeleid door hoogopgeleide specialisten in RCM, facilitators genaamd. Deze facilitators zijn de belangrijkste spelers bij het toepassen van de RCM-methode. Zij moeten ervoor zorgen dat:

- de RCM-analyse op het juiste niveau wordt uitgevoerd, dat de grenzen van het betreffende technisch systeem duidelijk worden gedefinieerd, dat geen belangrijke componenten over het hoofd worden gezien en dat de resultaten van de analyse goed worden vastgelegd;
- de werkgroep leden RCM goed begrijpen en toepassen;
- de werkgroep vlug en ordelijk tot consensus komt en dat de individuele werkgroep leden enthousiast en toegewijd blijven;
- de analyse redelijk snel vordert en op tijd gereed is.

De facilitator werkt ook samen met de RCM-projectleider of de RCM-opdrachtgever om zeker te stellen dat elke analyse goed wordt ingeroosterd en voldoende steun van het management geniet.

De resultaten van een RCM-analyse

Wanneer een RCM-analyse op de hierboven beschreven manier wordt uitgevoerd, heeft deze drie tastbare resultaten, namelijk:

- onderhoudsschema's die door de onderhoudsfunctie moeten worden uitgevoerd;
- herziene bedieningsvoorschriften voor de gebruikers van het technische systeem;
- een lijst met eenmalige wijzigingen van het ontwerp van het technisch systeem of van de manier waarop dat systeem wordt gebruikt, teneinde het hoofd te kunnen bieden aan situaties waar het technisch systeem in zijn huidige vorm de gewenste prestatie niet kan leveren.

Twee minder tastbare resultaten zijn dat de deelnemers veel leren over hoe het technisch systeem werkt en dat ze beter als team gaan samenwerken.

Controle en implementatie

Onmiddellijk nadat een analyse voor een technisch systeem is afgerond, moeten de managers, die voor dat systeem eindverantwoordelijk zijn, zich ervan overtuigen dat de beslissingen die de werkgroep heeft genomen, weloverwogen en verdedigbaar zijn.

Na goedkeuring worden de aanbevelingen uitgevoerd door de onderhoudsschema's op te nemen in onderhoudsbesturingsystemen, door de wijzigingen van bedieningsvoorschriften te verwerken in de standaardbedieningsvoorschriften voor het technisch systeem en door aanbevolen ontwerpwijzigingen aan de ontwerpfunctie te overhandigen.

6. Wat RCM oplevert

Hoe wenselijk de resultaten die eerder zijn beschreven ook zijn, ze zijn alleen een middel om een bepaald doel te bereiken. In concreto dienen de resultaten de onderhoudsfunctie in staat te stellen de verwachtingen zoals omschreven in figuur 1 aan het begin van dit artikel, waar te maken. Welke verwachtingen worden waargemaakt, wordt hierna aangestipt.

Grotere veiligheid en milieubehoud

RCM kijkt voor elke storingsvorm naar de invloed op de veiligheid en het milieu voordat naar de invloed op de productie of bedrijfsvoering wordt gekeken. Dit betekent dat altijd maatregelen worden genomen om alle vastgestelde veiligheids- en milieurisico's, die de apparatuur betreffen, te minimaliseren zo niet helemaal weg te nemen. Door veiligheid op te nemen bij de belangrijkste aandachtsgebieden voor onderhoudsmanagement, verbetert RCM de algehele instelling met betrekking tot dit onderwerp.

Verbeterde prestatie (opbrengst, productkwaliteit en klantenservice)

RCM gaat ervan uit dat alle vormen van onderhoud hun waarde hebben en biedt regels om in elke situatie te kunnen beslissen welke vorm het meest geschikt is. Op deze manier zorgt RCM ervoor dat voor elk technisch systeem alleen de meest effectieve vormen van onderhoud worden geselecteerd. In gevallen waar onderhoud geen oplossing kan bieden, worden passende maatregelen genomen. Dit

meer doelgerichte onderhoud leidt ertoe dat de prestatie van de aanwezige technische systemen met sprongen verbetert.

RCM is oorspronkelijk ontwikkeld om luchtvaartmaatschappijen te helpen bij het opstellen van onderhoudsprogramma's voor nieuwe types vliegtuigen voordat deze in gebruik worden genomen. Daarom is RCM dus een ideale manier om ook voor nieuwe technische systemen onderhoudsprogramma's op te stellen. Dit geldt met name wanneer het gaat om ingewikkelde apparatuur waarvan geen historische gegevens beschikbaar zijn. Bij het proefondervindelijk ontwikkelen van nieuwe onderhoudsprogramma's bespaart dit veel van de tijd die beproeven kost en veel van de hoge kosten die met ondervinding gepaard kunnen gaan.

Grotere onderhoudskosteneffectiviteit

RCM legt steeds de nadruk op die onderhoudsactiviteiten die de meeste toegevoegde waarde voor de onderneming als geheel hebben. Dit heeft tot gevolg dat elke euro die aan onderhoud wordt uitgegeven, daar wordt besteed waar dat het beste is.

Wanneer RCM op de juiste manier op bestaande apparatuur wordt toegepast, vermindert bovendien de hoeveelheid routinematig werk – onderhoudstaken die periodiek dienen te worden uitgevoerd – met 40 tot 70%. Wanneer RCM wordt gebruikt om een nieuw onderhoudsprogramma op te stellen, is de werklast in de vorm van periodieke onderhoudstaken veel lager dan wanneer dat onderhoudsprogramma op traditionele wijze zou zijn opgesteld.

Langere nuttige levensduur van dure componenten

RCM legt op zorgvuldige wijze de nadruk op het toepassen van technieken voor toestandsafhankelijk onderhoud en verlengt zo de levensduur.

Uitgebreide database

Een RCM-analyse levert een uitgebreid en volledig verslag van de onderhoudsbehoefte van de voor de onderneming relevante technische systemen. Hierdoor is het mogelijk snel op gewijzigde omstandigheden te reageren, bijvoorbeeld gewijzigde ploegenroosters of nieuwe technologie, zonder dat het nodig is het onderhoudsbeleid volledig te herzien. Het stelt de gebruikers van de apparatuur ook in staat aan te tonen dat hun onderhoudsprogramma's een rationele basis hebben: het controleverslag dat door steeds meer regelgevende instanties wordt geëist. Ten slotte zorgt de informatie die op RCM-

werkbladen is vastgelegd ervoor dat het effect van personeelsverloop en het hiermee gepaard gaande verlies aan kennis en ervaring, wordt beperkt.

Een RCM-analyse van de onderhoudsbehoefte van een technisch systeem verschaft ook een verbeterd inzicht in de capaciteiten die medewerkers voor het onderhouden van dat systeem dienen te hebben en in de reservedelen die op voorraad moeten worden gehouden. Een waardevol neveneffect is dat tekeningen en handleidingen worden verbeterd.

Sterkere motivatie van de medewerkers

RCM motiveert met name die medewerkers die bij de analyse betrokken zijn. Dit leidt weer tot een beter begrip van de apparatuur bij het huidige gebruiksprofiel en tot een groter „eigendomsgevoel” voor onderhoudsproblemen en hun oplossingen. Het betekent ook dat oplossingen een grotere kans maken duurzaam te zijn.

Beter teamwerk

RCM biedt een gemeenschappelijke, gemakkelijk te begrijpen taal voor iedereen die met onderhoud te maken heeft. Daardoor krijgen onderhoudsmedewerkers en bedieningsmedewerkers meer begrip voor datgene dat met onderhoud al dan niet kan worden behaald en voor wat daarvoor moet worden gedaan.

De genoemde effecten behoren stuk voor stuk tot de belangrijkste aandachtsgebieden voor onderhoudsmanagement. Veel van deze punten vormen reeds het doel van verbeteringsprogramma's. Een groot voordeel van RCM is dat het een effectief kader biedt en een stapsgewijze aanpak, waardoor alle effecten tegelijk kunnen worden aangepakt en waarbij iedereen die iets met de apparatuur te maken heeft, kan worden betrokken.

RCM levert snel resultaat. Wanneer RCM doelgericht en goed wordt toegepast, betalen RCM-analyses zichzelf binnen enkele maanden en soms zelfs binnen enkele weken terug. De analyses veranderen de kijk op de onderhoudsbehoefte van de technische systemen van de onderneming. Ook de kijk op de onderhoudsfunctie als geheel verandert. Het resultaat is onderhoud dat kosteneffectiever en harmonieuzer is en meer succes heeft.

7. Literatuur

Moubray, J. M., *Reliability-centred Maintenance*, Second edition, Butterworth-Heinemann, Oxford, 1997.

Nowlan, F. S., en Heap, H., *Reliability-centered Maintenance*, National Technical Information Service, Springfield VA, 1978.