Maintenance Management. Een nieuw paradigma[1]

Dr. ir. J. H. M. ter Brake

1.	Inleiding	D2010– 1
2.	Stellingen	D2010– 2
3.	Literatuur	D2010–32

Paradigma:
Model of algemeen kader
Van Dale

Stelling:
Bewering die men als waarheid wil zien aangenomen
Van Dale

1. Inleiding

Verandering is het trefwoord voor alle hedendaagse managementliteratuur. Op alle vakgebieden worden managers opgeroepen veranderingen aan te brengen: in de organisatiestructuur, technologie, managementtechnieken, communicatie – eigenlijk in alle aspecten van het zakelijk leven.
Waarschijnlijk wordt dit nergens zo duidelijk ervaren als op het gebied van het beheer van bedrijfsmiddelen of asset management.
Een treffend kenmerk van het hierboven beschreven fenomeen is het aantal veranderingen dat tegelijkertijd plaatsvindt. Sommige hebben plaatsgevonden op strategisch, bijna filosofisch, terrein, terwijl andere meer tactisch of technisch van aard zijn. De reikwijdte van de veranderingen is nog opvallender. Het gaat niet alleen om radicale koerswijzigingen, maar ook om het invoeren van totaal nieuwe concepten.

1. Dit is een vertaling van het artikel *Maintenance Management – a new paradigm* van John Moubray, Managing Director van Aladon Ltd.

Dit artikel identificeert vijftien belangrijke gebieden op het terrein van asset management die aan verandering onderhevig zijn. Elk van die veranderingen op zich heeft al zodanig veel consequenties dat zij de volle aandacht van een onderneming verdient. Samen vormen de veranderingen een geheel nieuw paradigma. Erop inspelen heeft voor de meesten van ons tot gevolg dat het beheer van bedrijfsmiddelen een prominente plaats gaat innemen in het veranderingsmanagement in de komende jaren.
Elke verandering op zich is tevens voldoende voor de publicatie van een of meerdere boeken (denk bijv. aan alle werken over toestandsafhankelijk onderhoud), dus een kort artikel als dit heeft niet de pretentie om alle details uitputtend te behandelen. Integendeel, dit artikel brengt elke verandering terug tot twee stellingen, gevolgd door een korte uitleg. Elke verandering kent één stelling over de oude situatie en één over de huidige situatie.
Oversimplificatie is dientengevolge niet te vermijden, omdat de veranderingen worden samengevat. Toch heeft zo'n samenvatting een duidelijk doel:
– het geeft snel inzicht in de veranderingen;
– het levert de basis voor het vergelijken van verschillende beslissingsondersteunende hulpmiddelen en managementfilosofieën, die alle een basis voor actie zeggen te geven (RCM, FMECA, MSG3, HAZOP, TPM, FTA, RCM2, e.d.).

Dit artikel vat de vijftien gebieden van verandering samen.

2. Stellingen

Stelling 1

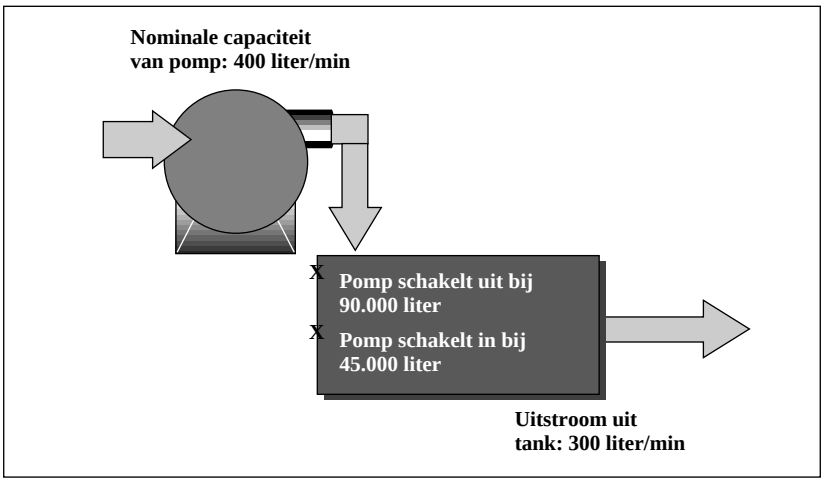
Oud:	Onderhoud gaat over het behouden van fysieke bedrijfsmiddelen
Nieuw:	Onderhoud gaat over het behouden van de functies van fysieke bedrijfsmiddelen

De meeste technici kiezen hun beroep omdat ze affiniteit hebben met werktuigkunde, elektrotechniek of bouwkunde. Zij hebben plezier in bedrijfsmiddelen die goed functioneren, slecht onderhouden bedrijfsmiddelen vinden ze een verschrikking.
Deze emoties hebben altijd de kern gevormd van het concept van preventief onderhoud. Ze hebben geleid tot concepten als „asset care", waarbij, zoals de naam al zegt, voor de bedrijfsmiddelen *op*

zich wordt gezorgd. Ze hebben er ook toe geleid dat onderhoudsstrategen denken dat onderhoud ten doel heeft de inherente betrouwbaarheid of het ingebouwd vermogen van een bedrijfsmiddel te behouden.
Dit is eigenlijk onjuist.
Zodra we dieper ingaan op de rol van bedrijfsmiddelen in ondernemingen, zien we in dat elk bedrijfsmiddel wordt ingezet omdat iemand wil dat het iets bepaalds doet. Dit leidt tot de volgende conclusie: wanneer we een bedrijfsmiddel onderhouden, *willen we een toestand behouden waarin het bedrijfsmiddel bij voortduring doet wat de gebruikers willen dat het doet*. Daarom moeten we onderhoud richten op wat elk bedrijfsmiddel doet, in plaats van op wat het is.

Om dit in praktijk te brengen hebben we inzicht nodig in de functies van elk bedrijfsmiddel en in de bijbehorende prestatienormen.
Figuur 1 toont bijvoorbeeld een pomp met een nominale capaciteit van 400 liter/minuut, die water in een tank pompt waar het met 300 liter/minuut weer uitgehaald wordt. In dit geval is de primaire functie van de pomp „water in de tank pompen met niet minder dan 300 liter/minuut". Elk onderhoudsprogramma voor de pomp moet erop gericht zijn zeker te stellen dat de prestatie niet onder de 300 liter/minuut zakt. (Opgemerkt moet worden dat, om zeker te stellen dat de tank niet droog komt te staan, het onderhoudsprogramma er *niet* op gericht is zeker te stellen dat de prestatie niet onder de 400 liter/minuut zakt).

0780-0292



Figuur 1.

Wanneer nu dezelfde pomp echter wordt ingezet bij een tank waar met 350 liter/minuut water uit gehaald wordt, dan zal haar primaire functie dienovereenkomstig wijzigen en ook het onderhoudsprogramma aan de hogere verwachte prestatie moeten worden aangepast.
Functies en verwachte prestaties hebben niet alleen betrekking op output. Ze hebben ook betrekking op aspecten als productkwaliteit, klantenservice, bedrijfskosten en -efficiency, besturing, insluiting, gemak, beveiliging, milieuconformiteit, constructiestabiliteit en zelfs op de uiterlijke verschijning van een bedrijfsmiddel.

Stelling 2

Oud:	Routinematig onderhoud is het voorkomen van storingen
Nieuw:	Routinematig onderhoud is het vermijden, reduceren of elimineren van de gevolgen van storingen

Een gedetailleerde analyse van een doorsnee industriële onderneming zal tussen de 5000 en de 10.000 mogelijke storingsvormen opleveren. Elk van deze storingen heeft op een of andere manier gevolgen voor die onderneming, maar die gevolgen zijn voor elke storingsvorm verschillend. Ze kunnen gevolgen hebben voor de productiviteit. Ze kunnen ook gevolgen hebben voor de productkwaliteit, de klantenservice, de veiligheid of het milieu. Het verhelpen van elk van deze storingen zal altijd tijd vragen en geld kosten.
Het zijn deze gevolgen die bepalend zijn voor de mate waarin we proberen een storing te voorkomen. Als een storingsvorm ernstige gevolgen heeft, zullen we waarschijnlijk veel moeite doen om te proberen die storing te voorkomen. Als die storingsvorm weinig of geen gevolgen heeft, zouden we kunnen besluiten af te zien van preventie. Met ander woorden, de gevolgen van storingen zijn veel belangrijker dan hun technische kenmerken.

Een storing die bijvoorbeeld kan optreden bij de pomp uit figuur 1, is „lager loopt vast door normale slijtage”. Stel dat het 4 uur duurt om een defecte lager te vervangen en de storing pas wordt opgemerkt door het bedienend personeel wanneer het niveau in de tank is gedaald tot de laagniveauschakelaar. Op dat moment bevat de tank nog slechts voor 2,5 uur water. De tank zal dus droog komen te staan en 1,5 uur lang leeg blijven, terwijl het lager wordt vervangen. Een toestandsafhankelijke taak die op dit lager zou kunnen worden toegepast, is trillingsanalyse. Als ontdekt wordt dat er zich een sto-

ring aan het ontwikkelen is, zou het bedienend personeel de tank vullen voordat het lager vastloopt, zodat er vijf uur beschikbaar is voor een vier uur durende reparatie. Dit stelt hen in staat de gevolgen van een lege tank te vermijden (en ook eventuele gevolgschade voor de pomp te vermijden). *De toestandsafhankelijke taak „redt" het lager niet* – dat is hoe dan ook ten dode opgeschreven.

Dit voorbeeld toont aan dat de voornaamste reden om een of andere vorm van proactief onderhoud uit te voeren, het vermijden, reduceren of elimineren is van de gevolgen van een storing. Een gedegen overzicht van storingsgevolgen richt de aandacht op die onderhoudstaken die de grootste invloed hebben op de prestatie van de onderneming en haalt de aandacht weg van onderhoudstaken die weinig of geen invloed hebben. Dit draagt ertoe bij dat wat er ook aan onderhoud wordt besteed, het daar wordt besteed waar het het meeste nut heeft.

Stelling 3

Oud:	Het belangrijkste doel van de onderhoudsfunctie is de beschikbaarheid van de installatie te verhogen tegen zo laag mogelijke kosten
Nieuw:	Onderhoud beïnvloedt alle aspecten van het ondernemingsresultaat en -risico: veiligheid, milieuconformiteit, energiezuinigheid, productkwaliteit en klantenservice, niet uitsluitend beschikbaarheid en kosten

Stilstand heeft altijd invloed gehad op de productiviteit van bedrijfsmiddelen: de output gaat omlaag, de exploitatiekosten gaan omhoog en de klantenservice komt in gevaar. In de jaren zestig en zeventig maakte men zich hierover in de mijnbouw, de discrete productie en in de vervoerssector al zorgen. In de discrete productie worden de gevolgen van stilstand nog vergroot door de wereldwijde tendens naar just-in-time, waarbij door het verminderen van voorraden onderhanden werk zelfs kleine storingen veel eerder kunnen leiden tot stilstand van de hele fabriek. De recente opkomst van mechanisatie en automatisering betekent dat betrouwbaarheid en beschikbaarheid nu ook centrale thema's zijn geworden in sectoren zo divers als gezondheidszorg, gegevensverwerking, telecommunicatie en het beheer van onroerend goed.

De kosten van onderhoud zijn de laatste decennia ook met vaste tred gestegen, zowel in absolute zin als in percentage van de totale

uitgaven. In sommige industrieën is onderhoud nu de hoogste of op een na hoogste kostenpost. Onderhoud is dus in nog geen 40 jaar vanuit het niets de lijstaanvoerder geworden van de prioriteiten op het gebied van kostenbeheersing.
Het belang van beschikbaarheid en kostenbeheersing heeft ertoe geleid dat veel onderhoudsmanagers deze twee aspecten van asset management zien als de enige belangrijke doelstellingen van onderhoud. Dit is echter niet langer het geval: onderhoud kent nu een breed scala aan doelstellingen. Deze worden in de volgende paragrafen samengevat.
Een hogere automatiseringsgraad betekent dat er steeds meer storingen kunnen optreden die ons vermogen te voldoen aan kwaliteitseisen aantasten. Dit geldt zowel voor de *klantenservice* als voor de *productkwaliteit*. Storingen beïnvloeden bijvoorbeeld net zo goed de klimaatbeheersing in gebouwen en de stiptheid van vervoersnetten als het blijvend voldoen aan gestelde toleranties in de discrete productie.

Een ander gevolg van toenemende automatisering is het groeiend aantal storingen met ernstige gevolgen voor veiligheid of milieu, terwijl de normen op die gebieden snel strenger worden. In veel delen van de wereld is men aangeland bij het punt waar ondernemingen ofwel voldoen aan de *verwachtingen die de samenleving heeft op het gebied van veiligheid en milieu*, ofwel moeten sluiten. Onze afhankelijkheid van bedrijfsmiddelen wordt daarmee van een heel andere orde – een die uitstijgt boven uitsluitend kosten en simpelweg een kwestie van overleven wordt.

Tegelijk met onze groeiende afhankelijkheid van bedrijfsmiddelen, stijgen ook de *kosten om ze in te zetten en te bezitten*. Om een maximaal rendement op het geïnvesteerd vermogen zeker te stellen, moeten ze net zo lang efficiënt blijven functioneren als hun gebruikers willen.

Deze ontwikkelingen hebben ertoe geleid dat onderhoud nu een steeds belangrijker rol speelt in het in stand houden van *alle* aspecten van de fysieke, de financiële en de concurrentiekracht van de onderneming. Dit betekent dat onderhoudsprofessionals aan zichzelf en aan hun werkgevers verplicht zijn zich uit te rusten met de hulpmiddelen die nodig zijn om zich voortdurend, proactief en direct bezig te houden met deze aspecten in plaats van ad hoc als de tijd het toelaat.

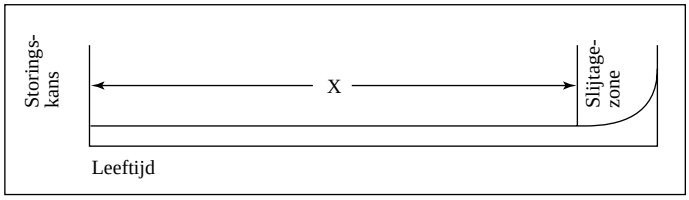
Stelling 4

Oud: De meeste bedrijfsmiddelen vertonen meer storingen als ze ouder worden
Nieuw: De meeste storingen treden niet vaker op naarmate bedrijfsmiddelen ouder worden

Jarenlang werd gedacht dat de beste manier om de prestaties van bedrijfsmiddelen te verbeteren periodieke revisie of periodieke vervanging was. Dit was gebaseerd op de veronderstelling dat er een directe relatie is tussen de hoeveelheid tijd (of cycli) dat een bedrijfsmiddel is ingezet en de kans op een storing, zoals figuur 2 laat zien. Dit suggereert dat de meeste exemplaren betrouwbaar zijn gedurende een periode „X" en daarna achteruitgaan.

Volgens de klassieke opvatting kon de periode „X" bepaald worden uit historische gegevens over storingen, zodat gebruikers vlak voor het moment waarop de storing wordt verwacht een preventieve actie kunnen ondernemen. Deze voorspelbare relatie tussen leeftijd en storingskans geldt inderdaad voor een aantal storingsvormen. Hij geldt in de regel wanneer een onderdeel in direct contact komt met het product. Voorbeelden zijn pompwaaiers, vuurvaste ovenstenen, klepzittingen, walsen, schroeftransporteurs, machinegereedschap enzovoort. Met leeftijd verbonden storingen hangen ook vaak samen met materiaalmoeheid en corrosie.

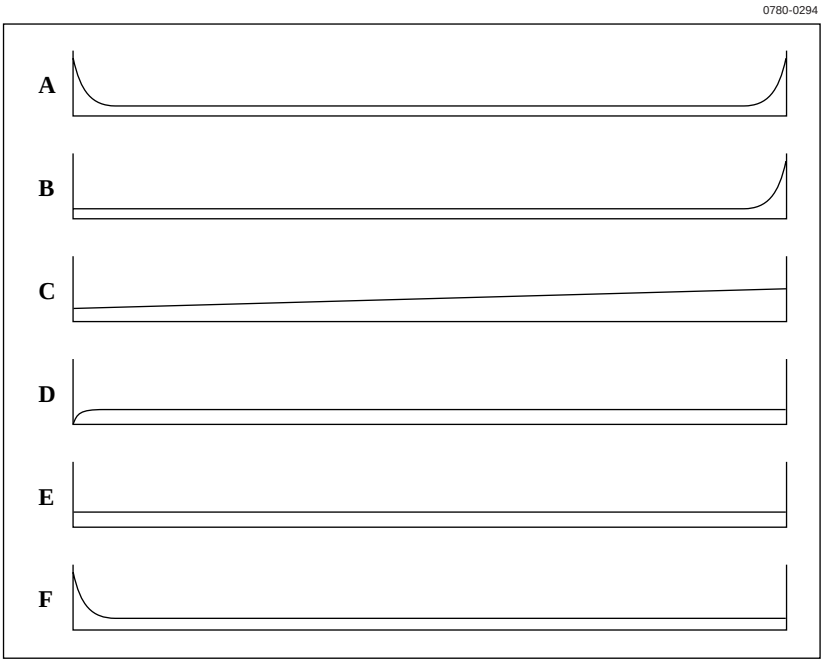
0780-0293



Figuur 2.

In het algemeen zijn bedrijfsmiddelen nu echter veel complexer dan vijftien jaar geleden. Dit heeft geleid tot onthutsende veranderingen in storingspatronen, zoals figuur 3 toont. Deze grafiek toont de storingskans in relatie tot de leeftijd voor een scala aan mechanische en elektronische onderdelen.
Patroon A is de welbekende badkuipkromme, en patroon B komt overeen met figuur 2. Patroon C toont een langzaam toenemende storingskans zonder specifieke slijtageleeftijd. Patroon D start met

een lage storingskans die vervolgens snel toeneemt tot een constant niveau, terwijl patroon E voor elke leeftijd dezelfde storingskans toont. Patroon F start met een hoge storingskans (door kinderziektes) die vervolgens afneemt tot een bepaald niveau en dan constant blijft of heel langzaam stijgt.



Figuur 3.

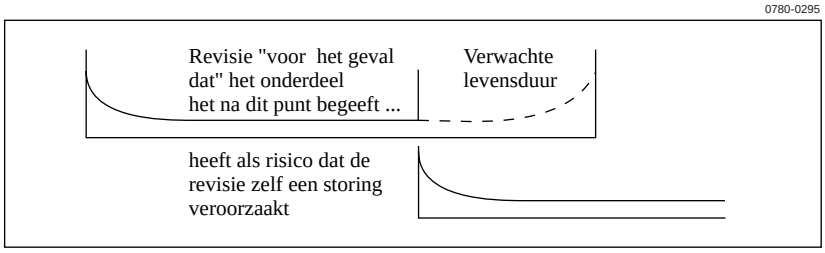
Onderzoek in de burgerluchtvaart heeft uitgewezen dat 4% van de vliegtuigonderdelen patroon A volgen, 2% patroon B, 5% patroon C, 7% patroon D, 14% patroon E en maar liefst 68% patroon F! De verdeling over deze patronen in de industrie is niet noodzakelijk hetzelfde als in de burgerluchtvaart, maar naarmate bedrijfsmiddelen complexer worden, volgen steeds meer onderdelen patroon E of F.

Deze bevindingen zijn in tegenspraak met de overtuiging dat er altijd een verband bestaat tussen betrouwbaarheid en leeftijd – de overtuiging die leidde tot het idee dat hoe vaker een onderdeel wordt gereviseerd, hoe lager de kans op een storing is. In de praktijk is dit bijna nooit het geval. Tenzij er sprake is van een overheersende, met leeftijd verbonden storingsvorm, hebben periodieke re-

visies of vervangingen weinig of geen effect op de betrouwbaarheid van complexe onderdelen.
De meeste onderhoudsprofessionals kennen deze bevindingen en leren leven met de realiteit van het toeval na tientallen jaren „in de badkuip". Het feit dat de badkuipkromme nog steeds opduikt in zoveel publicaties over onderhoud, getuigt echter van het welhaast mystieke geloof in de relatie tussen leeftijd en storingskans. In de praktijk heeft dit geloof twee ernstige nadelen:

1. Het leidt tot de overtuiging dat ook wanneer we geen hard bewijs hebben voor het bestaan van een met leeftijd verbonden storingsvorm, het toch verstandig is het onderdeel van tijd tot tijd te reviseren voor het geval zo'n storingsvorm wel bestaat. Dit gaat voorbij aan het feit dat revisies buitengewoon ingrijpende ondernemingen zijn die stabiele systemen enorm kunnen ontregelen. Zo zullen ze zeer waarschijnlijk kinderziektes teweegbrengen en dus juist die storingen veroorzaken die ze hadden willen voorkomen. Dit wordt in figuur 4 geïllustreerd.

2. Een meer filosofische overtuiging van de „badkuipvolgelingen" is dat het veiliger is aan te nemen dat alles een bepaalde levensduur heeft – en dus een bedrijfsmiddel te reviseren op basis van een veronderstelde levensduur – dan aan te nemen dat een storing op een willekeurig moment kan optreden. Nadat revisieprogramma's gebaseerd op die veronderstelling zijn ingevoerd, nemen zij aan dat er tussen twee revisies geen storingen mogen optreden, en als dat toch gebeurt dit niet mag worden toegeschreven aan onderhoud omdat „we het toen-en-toen hebben gereviseerd". De gedachte dat de revisie zelf de oorzaak van de storing zou kunnen zijn ontgaat deze lieden meestal volkomen. Erger nog, zij weigeren eenvoudig de belangrijkste conclusie in verband met stelling 4 te aanvaarden. Deze luidt als volgt: *bij het ontbreken van bewijs over het tegendeel, is het veiliger onderhoudsstrategieën te ontwikkelen die ervan uitgaan dat elke storing op elk moment kan optreden (dus willekeurig), en niet aan te nemen dat een storing pas zal optreden na een vaste gebruiksduur*.



Figuur 4.

Stelling 5

Oud: Er moeten uitgebreide gegevens over storingskansen beschikbaar zijn voordat het mogelijk is een werkelijk geslaagd onderhoudsprogramma te ontwikkelen

Nieuw: Beslissingen over het hanteren van storingen van bedrijfsmiddelen zullen bijna altijd moeten worden genomen zonder voldoende harde gegevens over storingskansen

Een verrassend aantal mensen gelooft dat effectieve onderhoudsprogramma's alleen geformuleerd kunnen worden op basis van uitgebreide historische informatie over storingen. Met deze gedachte als uitgangspunt, zijn er wereldwijd duizenden handmatige en computerondersteunde systemen voor het registreren van technische historie in gebruik. Deze gedachte heeft er ook toe geleid dat er veel nadruk wordt gelegd op de storingspatronen besproken bij stelling 4. Echter vanuit het standpunt van onderhoud bezien, zijn deze patronen vervlochten met praktische problemen, raadsels en tegenstrijdigheden. Een paar van deze problemen, raadsels en tegenstrijdigheden worden hier samengevat:

Steekproefgrootte en evolutie:
Grote industriële bedrijven hebben meestal van elk type bedrijfsmiddel één of twee exemplaren in bezit. Deze worden doorgaans volgtijdelijk ingezet, in plaats van gelijktijdig. Dit betekent dat steekproeven doorgaans veel te klein zijn voor statistisch onderzoek van enige betekenis. Voor nieuwe bedrijfsmiddelen met veel hoogwaardige technologie zijn ze altijd te klein.
De bedrijfsmiddelen zijn bovendien in constante staat van evolutie en aanpassing, als antwoord op nieuwe eisen vanuit de bedrijfsvoering of om storingen te elimineren die ernstige gevolgen kunnen hebben of te veel kosten om te voorkomen. Dit betekent dat de tijd

die een bedrijfsmiddel in één bepaalde configuratie doorbrengt, relatief kort is. Statistisch onderzoek is in deze situatie niet erg zinvol, omdat de database klein is en constant verandert. De grote uitzondering wordt gevormd door ondernemingen die grote aantallen van dezelfde bedrijfsmiddelen op bijna identieke wijze inzetten.

Complexiteit:
Het aantal op zich en de diversiteit van de bedrijfsmiddelen in de meeste industriële ondernemingen betekent dat het simpelweg niet mogelijk is om een complete analytische beschrijving te ontwikkelen van de betrouwbaarheidskenmerken van een totale onderneming, of zelfs van een belangrijk bedrijfsmiddel in die onderneming.
Dit wordt bemoeilijkt doordat de meeste functionele storingen niet door één maar door twee of drie verschillende storingsvormen worden veroorzaakt. Dit heeft tot gevolg dat, terwijl het relatief gemakkelijk kan zijn het optreden van de functionele storingen in kaart te brengen, het isoleren en beschrijven van het storingspatroon dat bij elke storingsvorm hoort, een enorme onderneming is op het gebied van statistiek. Alleen dat al maakt zinvolle statistische analyse bijna onmogelijk.

Rapportage van storingen:
Verdere complicaties doen zich voor door verschillen in de rapportage per vestiging. Een bedrijfsmiddel wordt bijvoorbeeld in de ene vestiging al verwijderd wanneer er zich een storing aan het ontwikkelen is, terwijl het in een andere vestiging pas wordt verwijderd wanneer die storing is opgetreden.
Dit soort verschillen treft men ook aan in de verwachte prestaties. Een functionele storing wordt gedefinieerd als het onvermogen van een bedrijfsmiddel om aan een gewenste prestatienorm te voldoen. Deze normen kunnen natuurlijk voor hetzelfde bedrijfsmiddel verschillen, wanneer de bedrijfsomstandigheden verschillen. Wat we verstaan onder een storing zal dus ook verschillen. Voor de pomp in figuur 1 is er bijvoorbeeld in de ene context sprake van een storing wanneer hij niet in staat is 300 liter per minuut te leveren, en in de andere context wanneer hij niet in staat is 350 liter per minuut te leveren.
Deze voorbeelden tonen aan dat een storing in de ene vestiging nog geen storing hoeft te zijn in een andere vestiging. Dit kan resulteren in twee totaal verschillende verzamelingen storingsgegevens voor twee ogenschijnlijk identieke bedrijfsmiddelen.

De ultieme tegenstrijdigheid:
Een kwestie die het gehele vraagstuk van technische historie compliceert, is het feit dat wanneer we gegevens over storingen verzamelen, dat komt omdat we ze niet voorkomen. De implicaties hiervan worden bondig samengevat door Resnikoff (1978) in het volgende citaat:

„Het verzamelen van die informatie die voor ontwerpers van onderhoudsprogramma's als het meest noodzakelijk wordt gezien – namelijk informatie over kritieke storingen – is in principe onaanvaardbaar, en juist het bewijs van het falen van het onderhoudsprogramma. Kritieke storingen leiden mogelijk (en soms zelfs zeker) tot verlies van mensenlevens, maar geen enkel verlies van levens is acceptabel als prijs voor storingsinformatie die voor het opstellen van een onderhoudsprogramma wordt gebruikt. Zo wordt de ontwerper geconfronteerd met het probleem dat hij een onderhoudsprogramma moet ontwerpen waarvoor het verwachte verlies aan levens minder dan één zal zijn, gedurende het geplande gebruik van het bedrijfsmiddel. Dit betekent, zowel in de praktijk als in theorie, dat het programma moet worden opgesteld zonder gebruik te maken van ervaringsgegevens die zullen voortkomen uit die storingen die door het programma hadden moeten worden vermeden."

Wanneer er ondanks de uiterste inspanningen van de ontwerper van onderhoudsprogramma's, warempel toch een kritieke storing optreedt, maken Nowlan en Heap (1978) verder de volgende opmerkingen over de rol van statistische analyse:

„Het ontvouwen van een verband tussen leeftijd en betrouwbaarheid, uitgedrukt in een curve die storingskans weergeeft, vereist een aanzienlijke hoeveelheid gegevens. Als het een storing betreft met ernstige gevolgen, zal deze verzameling gegevens niet bestaan, omdat er na de eerste storing noodzakelijkerwijs preventieve maatregelen moeten worden genomen. Dus kan statistische analyse niet worden gebruikt om die leeftijdsgrenzen vast te leggen waar we het meest in geïnteresseerd zijn: die welke nodig zijn om de veiligheid te bewaren."

Dit leidt ons naar de ultieme tegenstrijdigheid betreffende het voorkomen van storingen met ernstige gevolgen en de historische informatie over zulke storingen: dat geslaagd preventief onderhoud leidt tot het verhinderen van het verzamelen van die historische gegevens die we denken nodig te hebben om te beslissen welk preventief onderhoud we zouden moeten plegen.

Deze tegenstrijdigheid is omgekeerd van toepassing aan de andere kant van het spectrum van storingsgevolgen. Storingen met geringe gevolgen worden in de regel toegelaten juist omdat ze er niet erg veel toe doen. Dientengevolge zijn er grote hoeveelheden historische gegevens beschikbaar omtrent deze storingen, hetgeen betekent dat er voldoende materiaal zal zijn voor nauwgezette statistische analyses. Die zouden zelfs enkele leeftijdsgrenzen kunnen onthullen. Echter, omdat de gevolgen er niet veel toe doen, is het zeer onwaarschijnlijk dat de resulterende periodieke onderhoudsintervallen uit kostenoogpunt doelmatig zullen zijn. Dus, terwijl de statistische analyse van deze informatie nauwkeurig kan zijn, is die analyse waarschijnlijk ook tijdverspilling.

Conclusie:
Wellicht de belangrijkste conclusie uit het bovengenoemde is dat onderhoudsprofessionals hun aandacht zouden moeten richten op het anticiperen op en het voorkomen van storingen die er toe doen, in plaats van op het tellen van storingen (in de hoop dat een keurig opgezette scorekaart ons zal vertellen hoe we het spel voortaan moeten spelen).
Dus om echt effectief te zijn, moeten we eenvoudig wennen aan het idee van onzekerheid, en strategieën ontplooien om daar vol vertrouwen mee om te gaan. We moeten ook erkennen dat, als de gevolgen van te veel onzekerheid niet acceptabel zijn, we die gevolgen moeten veranderen. In extreme gevallen van onzekerheid zou de enige manier waarop dat kan, afzien van het betreffende proces kunnen zijn.

Stelling 6

Oud: Er zijn drie basisvormen van onderhoud:
- predictief
- preventief
- correctief

Nieuw: Er zijn vier basisvormen van onderhoud:
- predictief
- preventief
- correctief
- detectief

De meeste literatuur over onderhoudsstrategie verwijst naar slechts drie onderhoudsvormen: predictief, preventief en correctief.

Predictieve (of toestandsafhankelijke) taken houden het controleren in of er zich een storing aan het ontwikkelen is. Preventief onderhoud betekent gewoonlijk het reviseren of vervangen van componenten met vaste intervallen. Correctief onderhoud betekent het repareren van componenten wanneer er zich een storing aan het ontwikkelen is of wanneer er een storing is opgetreden.

Er is echter een hele familie van onderhoudstaken die in geen van deze categorieën past.
Wanneer we bijvoorbeeld periodiek een brandalarm activeren, controleren we niet of er zich een storing aan het ontwikkelen is. We zijn het ook niet aan het reviseren of vervangen, noch aan het repareren. We controleren eenvoudig of het nog werkt.

Taken die gericht zijn op het controleren of iets nog werkt, noemen we functionele inspecties of storingsopsporingstaken. Om te rijmen op de andere drie families van taken, noemen de auteur en zijn collega's ze ook detectieve taken, omdat ze worden gebruikt om te detecteren of er een storing is opgetreden.
Detectief onderhoud of storingsopsporing is alleen van toepassing op verborgen of onopgemerkte storingen, en verborgen storingen zijn alleen van invloed op beveiligingsmiddelen.

Wanneer men wetenschappelijke methodes om onderhoudsstrategie te formuleren toepast op een willekeurig modern, complex industrieel systeem, blijkt dat tot 40% van de storingsvormen in deze verborgen categorie valt. Bovendien vraagt tot 80% van deze storingsvormen om storingsopsporing, dus: een derde van de taken die worden opgesteld met veelomvattende, correct toegepaste programma's om onderhoudsstrategieën te ontwikkelen, zijn detectieve taken.
Aan de andere kant tonen dezelfde analysetechnieken aan dat het niet ongebruikelijk is dat toestandsbewaking technisch haalbaar is voor niet meer dan 20% van de storingsvormen, en de investering waard is in minder dan de helft van die gevallen. Dit wil niet zeggen dat toestandsbewaking niet moet worden toegepast – daar waar het op zijn plaats is, werkt het heel erg goed – maar dat we er ook aan moeten denken geschikte strategieën te ontwikkelen voor het omgaan met de andere 90% van de storingsvormen.

Een nogal zorgwekkend resultaat is dat de meeste traditioneel opgestelde onderhoudsprogramma's aan minder dan een derde van de beveiligingsmiddelen enige aandacht besteden, en dan meestal ook

nog met ongeschikte intervallen. Degenen die installaties die door deze traditionele programma's worden beschermd bedienen en onderhouden, zijn zich ervan bewust dat er nog een derde van deze middelen bestaat, maar geven ze geen aandacht. Terwijl het niet ongebruikelijk is vast te stellen dat niemand zelfs van het bestaan van het resterende derde deel weet. Dit gebrek aan bewustzijn en aandacht betekent dat de meeste beveiligingsmiddelen in de industrie – onze laatste verdedigingslinie wanneer er iets fout gaat – slecht of in het geheel niet worden onderhouden. Deze situatie is volledig onhoudbaar.

Als de industrie veiligheid en milieu serieus neemt, dan moet het gehele vraagstuk van detectief onderhoud – storingsopsporing – de hoogste prioriteit krijgen. Aangezien steeds meer onderhoudsprofessionals zich bewust worden van het belang van dit verwaarloosde gebied in het onderhoud, zal het in de komende tien jaar waarschijnlijk een belangrijker thema voor onderhoudsstrategie worden dan predictief onderhoud in de afgelopen tien jaar is geweest.

Stelling 7

Oud: De frequentie van toestandsafhankelijke onderhoudstaken moet worden gebaseerd op de storingsfrequentie en/of hoe kritisch het bedrijfsmiddel is

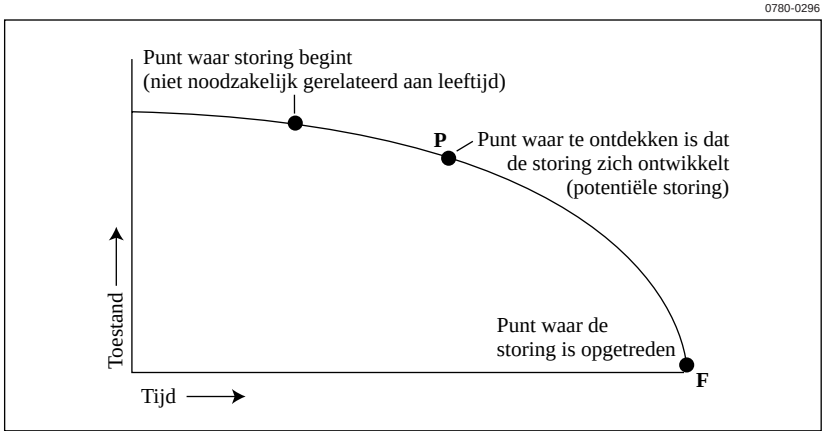
Nieuw: De frequentie van toestandsafhankelijke onderhoudstaken moet worden gebaseerd op de periode waarin de storing zich ontwikkelt (ook bekend als de „lead time to failure" of „P-F-interval")

Als mensen de frequentie van predictieve (of toestandsafhankelijke) onderhoudstaken bespreken, hoort men dikwijls een van de – soms beide – volgende uitspraken:

– er treden niet zo vaak storingen op, dus we hoeven het ook niet zo vaak te controleren;
– we moeten kritische bedrijfsmiddelen vaker controleren dan niet-kritische.

In beide gevallen hebben de sprekers ongelijk. De frequentie van predictieve onderhoudstaken heeft niets te maken met de storingsfrequentie en niets te maken met hoe kritisch het bedrijfsmiddel is. De frequentie van elke vorm van toestandsafhankelijk onderhoud is gebaseerd op het feit dat de meeste storingen niet plotseling optreden, en dat het tijdens de laatste stadia van achteruitgang vaak mogelijk is vast te stellen dat de storing zich aan het voltrekken is.

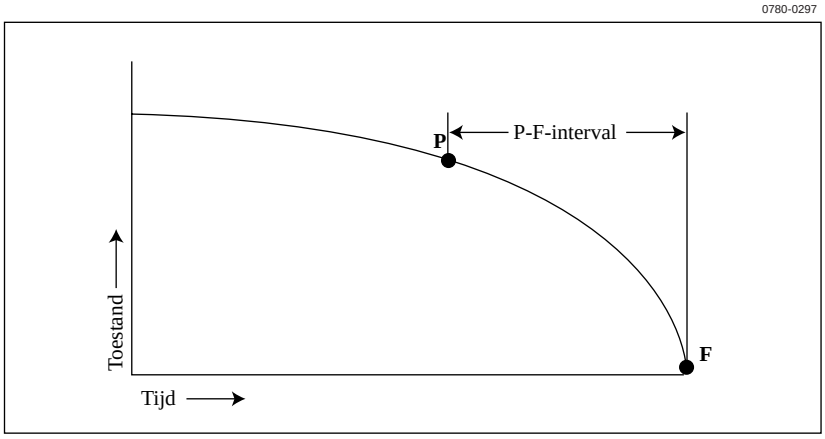
Figuur 5 toont dit algemene proces. Het wordt de P-F-curve genoemd omdat het laat zien hoe een storing begint en verslechtert tot het punt waarop deze kan worden ontdekt (het punt van potentiële storing „P"). Wanneer de storing niet wordt ontdekt en er geen passende maatregelen worden genomen, zal deze verder verslechteren – meestal in een steeds hoger tempo – tot het punt van functionele storing („F") wordt bereikt.



Figuur 5.

De hoeveelheid tijd (of het aantal cycli) tussen het punt waar een potentiële storing optreedt en het punt waar die verslechtert tot een functionele storing, staat bekend als het P-F-interval, zoals getoond in figuur 6.
Het P-F-interval bepaalt de frequentie waarmee de predictieve taak moet worden uitgevoerd. Het controle-interval moet beduidend korter zijn dan het P-F-interval, als we de potentiële storing willen ontdekken voordat die zich ontwikkelt tot een functionele storing.

Het P-F-interval kan worden gemeten in elke eenheid die samenhangt met blootstellen aan belasting (draaiuren, geproduceerde hoeveelheden, start-stopcycli, enz.), maar wordt meestal uitgedrukt in doorlooptijd. Voor verschillende storingsvormen, kan het P-F-interval variëren van fracties van seconden tot tientallen jaren. De hoeveelheid tijd die nodig is om te reageren op potentiële storingen die worden ontdekt, is ook van invloed op de intervallen voor toestandsafhankelijke taken. In het algemeen kunnen deze reacties bestaan uit:

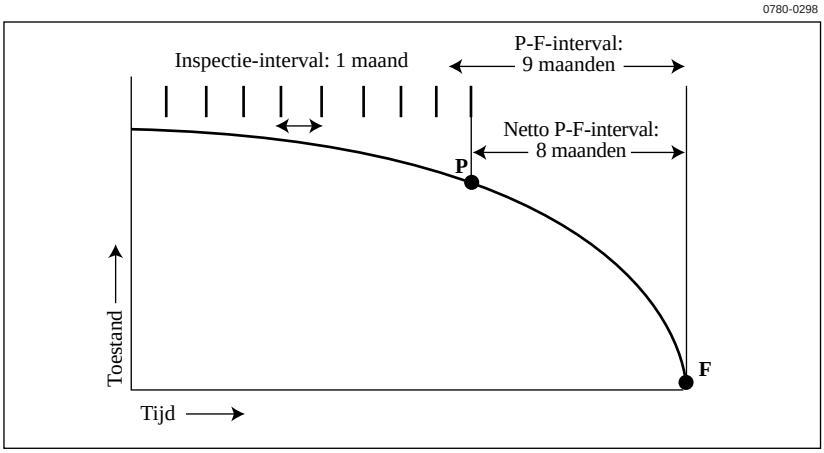


Figuur 6.

– actie nemen om de gevolgen van de storing te vermijden;
– een correctieve actie zodanig plannen dat die de productie en/of andere onderhoudsactiviteiten niet verstoort;
– de middelen organiseren die nodig zijn om de storing te herstellen.

De hoeveelheid tijd die nodig is voor deze reacties varieert ook van een aantal uren (bijvoorbeeld tot het einde van een bewerkingscyclus of het einde van een ploegendienst), minuten (om een instortend gebouw te ontruimen) of zelfs seconden (om een machine die, of proces dat onbestuurbaar is geworden te stoppen) tot weken of zelfs maanden (bijv. tot een grote stop).

Tenzij er een goede reden is om het anders te doen, is het in de regel voldoende een controle-interval te kiezen, gelijk aan de helft van het P-F-interval. Dit maakt het zeker dat de taak de potentiële storing zal ontdekken voordat de functionele storing optreedt, terwijl er een netto interval van ten minste het halve P-F-interval overblijft, om er iets aan te doen. Soms is het echter nodig een andere fractie van het P-F-interval als controle-interval te kiezen. Figuur 7 toont bijvoorbeeld hoe een P-F-interval van negen maanden en een controle-interval van 1 maand, een netto P-F-interval van acht maanden opleveren.
Als het P-F-interval te kort is om in de praktijk te controleren op de potentiële storing, of als het netto P-F-interval te kort is om enige zinvolle actie te kunnen ondernemen, dan is de toestandsafhankelijke taak niet geschikt voor de beschouwde storingsvorm.



Figuur 7.

Stelling 8

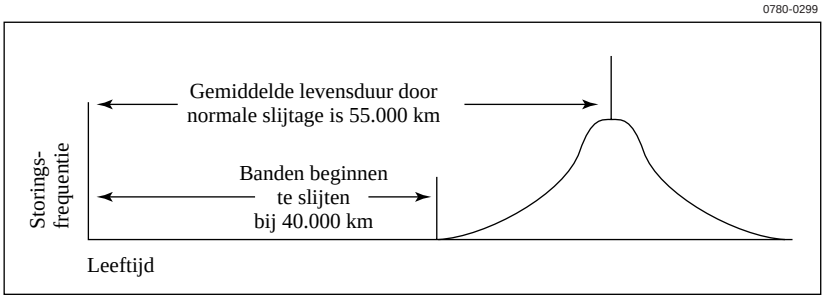
Oud: Als beide technisch haalbaar zijn, is periodieke revisie of vervanging in de regel zowel goedkoper als effectiever dan toestandsafhankelijk onderhoud

Nieuw: Als beide technisch haalbaar zijn, is toestandsafhankelijk onderhoud bijna altijd goedkoper en effectiever dan periodieke revisie of vervanging

De nieuwe stelling 8 wordt momenteel goed begrepen door de meeste onderhoudsprofessionals, en de verandering wordt hier alleen volledigheidshalve vermeld. Er is echter nog steeds een klein aantal mensen dat de oude stelling aanhangt, dus is het toch de moeite waard kort samen te vatten waarom de nieuwe stelling geldig is. Misschien kan dat het best aan de hand van een voorbeeld.

De meeste landen specificeren tegenwoordig een wettelijk minimum voor het profiel van banden (in de regel ongeveer 2 mm). Banden die door slijtage minder profiel hebben, moeten worden vervangen of worden verzoold. In de praktijk vertonen banden van vrachtwagens – in het bijzonder banden van soortgelijke voertuigen in één wagenpark die dezelfde routes afwerken – een hechte relatie tussen leeftijd en het begin van een storing door normale slijtage. Verzolen brengt het oorspronkelijke vermogen slijtage te weerstaan, bijna helemaal terug, dus revisie van de banden kan worden ingepland nadat ze een bepaalde afstand hebben afgelegd. Dit betekent dat alle banden van

het wagenpark zouden worden verzoold nadat ze een bepaald aantal kilometers hebben afgelegd, of het nodig is of niet.



Figuur 8.

Figuur 8 toont hypothetische storingsgegevens voor zo'n wagenpark die laten zien dat de meeste banden tussen de 40.000 en 70.000 kilometer meegaan. Wanneer wordt gekozen voor een beleid van periodiek verzolen gericht op het voorkomen van alle storingen door normale slijtage, zullen alle banden na 40.000 kilometer worden verzoold. Dit beleid betekent echter ook dat veel banden zouden worden verzoold, lang voordat het echt nodig was. In een paar gevallen zouden banden die mee zouden kunnen tot 70.000 kilometer, bij 40.000 kilometer worden verzoold, zodat ze 30.000 kilometer van hun levensduur zouden kunnen verliezen.
Aan de andere kant is het mogelijk een toestand van potentiële storing aan te geven, gerelateerd aan het profiel. Controleren van het profiel is snel en gemakkelijk, dus is het eenvoudig de banden bijvoorbeeld elke 2.000 kilometer te controleren alleen om te regelen dat ze worden verzoold wanneer het nodig is. Dat zou de wagenparkbeheerder in staat stellen gemiddeld 55.000 kilometer uit zijn banden te halen zonder zijn chauffeurs bloot te stellen aan gevaar, in plaats van de 40.000 kilometer die hij eruit haalt bij periodieke revisie – een toename van de levensduur van een band met 37,5%. Dus in dit geval is een toestandsafhankelijke taak goedkoper dan periodieke revisie.

Dit voorbeeld toont aan dat toestandsafhankelijke onderhoudstaken als eerste moeten worden overwogen, om de volgende redenen:
– Ze kunnen bijna altijd worden uitgevoerd zonder het bedrijfsmiddel te verplaatsen en in de regel terwijl het bedrijfsmiddel in gebruik is. Dus ze belemmeren de productie zelden. Ze zijn ook gemakkelijk te organiseren.

– Ze herkennen potentiële storingen, dus een correctieve actie kan vooraf helder worden gedefinieerd. Dit brengt de omvang van de reparatie terug en maakt het mogelijk haar sneller uit te voeren.
– Door bedrijfsmiddelen te herkennen die op het punt van potentiële storing zijn aanbeland, stellen ze dat bedrijfsmiddel in staat het grootste deel van zijn levensduur te verwezenlijken. Het aantal voor potentiële storingen afgekeurde banden is slechts weinig hoger dan dat aantal voor functionele storingen zou zijn geweest. Dus de totale reparatiekosten en benodigde reservedelen worden tot een minimum teruggebracht.

Stelling 9

Oud: Ernstige ongelukken waar meerdere storingen bij betrokken zijn, zijn meestal het gevolg van pech of overmacht, en dus onbeheersbaar

Nieuw: De kans op een meervoudige storing is in aanzienlijke mate een beheersbare variabele, vooral bij beveiligde systemen

In het verleden hadden we de neiging grote industriële ongelukken op te vatten als gewoon nog een stukje algemeen bedrijfsrisico. Men dacht dat het eenvoudig te duur (zo niet onmogelijk) was industriële systemen voldoende nauwkeurig te analyseren om de risico's enigszins geloofwaardig te kunnen beheersen.
Wat meer recent hebben professionals op het gebied van betrouwbaarheid krachtige hulpmiddelen ontwikkeld (zoals *kwantitatieve risicoanalyse*) om de samengestelde kansen vast te stellen op storingen en de bijbehorende algemene risiconiveaus verbonden aan complexe systemen.

Een beperking van deze technieken, vooral bij toepassing op beveiligde systemen, is echter de neiging geweest de storingskans van de beveiligde functie en die van het beveiligingsorgaan als vast te beschouwen. Dit leidt tot de overtuiging dat de enige manier om de kans te veranderen op meervoudige storingen verbonden aan dergelijke systemen, het wijzigen van de hardware is (met andere woorden het systeem modificeren), wellicht door meer beveiliging toe te voegen of door bestaande componenten te vervangen door componenten die betrouwbaarder zouden zijn.

Eigenlijk is het nu duidelijk dat het mogelijk is zowel de kans op een storing van een beveiligde functie als (met name) de niet-beschikbaarheid van het beveiligingsorgaan te veranderen, door een geschikt beleid te kiezen voor onderhoud en bedrijfsvoering. Bijgevolg is het ook mogelijk door een dergelijk beleid te volgen, de kans op meervoudige storingen terug te brengen tot bijna elk gewenst niveau (nul is natuurlijk een onhaalbaar ideaal).

De kans die acceptabel wordt geacht voor welke meervoudige storing dan ook, hangt af van zijn gevolgen. Soms worden niveaus die acceptabel zijn vastgesteld door de regelgevende instanties, maar in het overgrote deel van de gevallen moeten de gebruikers van het bedrijfsmiddel die niveaus zelf vaststellen. Omdat de gevolgen van systeem tot systeem sterk uiteenlopen, loopt wat acceptabel wordt geacht net zo sterk uiteen. Dit betekent dat er geen algemene standaarden voor risico bestaan die kunnen worden toegepast op alle systemen van een bepaald type (althans, nog niet).
Maar *iemand* moet een beslissing nemen over welk risiconiveau acceptabel is, voordat het mogelijk is te beslissen wat er moet worden gedaan om beveiligde systemen te ontwerpen, te gebruiken en te onderhouden. (In feite is het louter overtuigen van het hoger management dat dit een beheersbare variabele is en dat *dat hoger management die dus moet beheersen*, momenteel een van de grootste uitdagingen waarvoor onderhoudsprofessionals staan).

Stelling 10

Oud:	De snelste en zekerste manier om de prestatie van een bestaand „onbetrouwbaar” bedrijfsmiddel te verbeteren, is het ontwerp te verbeteren
Nieuw:	Het is bijna altijd goedkoper te proberen de prestatie van een onbetrouwbaar bedrijfsmiddel te verbeteren door de manier waarop het wordt gebruikt en onderhouden te verbeteren, en het ontwerp alleen te herzien wanneer dit de gewenste prestatie niet kan leveren

Naarmate we meer leren over wat er moet worden gedaan om onze bedrijfsmiddelen met succes te onderhouden, leren we pas hoeveel onderhoudsproblemen hadden kunnen worden vermeden of geëlimineerd op de tekentafel. Hoewel veel te laat, leidt dit tot het besef dat ontwerpers niet alleen moeten bedenken wat er moet worden gedaan om nieuwe bedrijfsmiddelen te maken die werken, maar ook wat er moet worden gedaan om ze werkend te houden.

Dit besef vertoont echter een soms alarmerende neiging verkeerd te worden toegepast op het beheer van bestaande bedrijfsmiddelen. Een kleine maar luidruchtige minderheid lijkt te geloven dat de beste manier om af te rekenen met betrouwbaarheidsproblemen is meteen terug te gaan naar de tekentafel, zonder stil te staan bij de vraag of beter onderhoud in feite niet de beste oplossing van het probleem zou kunnen zijn.
In de praktijk zou onderhoud moeten worden beschouwd vóór herontwerp om drie redenen:

1. De meeste modificaties vergen zes maanden tot drie jaar van concept tot inbedrijfname, afhankelijk van de kosten en de complexiteit van het nieuwe ontwerp. Aan de andere kant moet de onderhoudsmedewerker die er nu is, de bedrijfsmiddelen onderhouden die er nu zijn, en niet wat er zou moeten zijn of wat er op enig moment in de toekomst zou kunnen zijn. Dus de realiteit van vandaag moet worden behandeld voor de herontwerpen van morgen.

2. De meeste ondernemingen staan voor veel meer ogenschijnlijk wenselijke ontwerpverbeteringen dan er fysiek of economisch haalbaar zijn. Het eerst proberen de gewenste prestatie uit de bedrijfsmiddelen te halen zoals die nu zijn uitgevoerd, helpt veel bij het ontwikkelen van verstandige prioriteiten voor deze projecten, vooral omdat het essentiële projecten scheidt van projecten die enkel wenselijk zijn.

3. Er is geen automatische garantie dat een nieuw ontwerp het probleem daadwerkelijk zal oplossen. De schroothopen van de wereld zijn bezaaid met modificaties die „niet helemaal werkten” – stille getuigen van het feit dat een tweede poging de oorspronkelijke ontwerpers te doorgronden vaak een oefening in nuttel oosheid wordt.

Dit moet echter niet de indruk wekken dat we bestaande bedrijfsmiddelen nooit zouden moeten herontwerpen. Er treden veel gevallen op waar de gewenste prestatie van een bedrijfsmiddel de inherente betrouwbaarheid te boven gaat, in welk geval geen enkele hoeveelheid onderhoud de gewenste prestatie kan leveren. In zulke gevallen kan „beter” onderhoud het probleem niet oplossen, dus moeten we voor de oplossingen verder kijken dan onderhoud. Opties zijn dan het modificeren van het bedrijfsmiddel, het wijzigen van

de bedieningswijze, of eenvoudigweg het verlagen van onze verwachtingen en besluiten met het probleem te leven.

Stelling 11

Oud: Voor de meeste soorten fysieke bedrijfsmiddelen kan een generiek onderhoudsbeleid worden ontwikkeld
Nieuw: Een generiek onderhoudsbeleid zou alleen moeten worden toegepast op identieke bedrijfsmiddelen waarvoor bedrijfsomstandigheden, functies en gewenste prestatienormen ook identiek zijn

De overtuiging dat een generiek onderhoudsbeleid kan worden toegepast en zou moeten worden toegepast op de meeste soorten bedrijfsmiddelen, ligt aan de basis van bijna alle traditionele onderhoudsprogramma's. Hoe vaak hoort men mensen bijvoorbeeld niet dingen zeggen als „het onderhoudsbeleid dat we op al onze pompen toepassen is X" of „we hebben type Y kalibratiebeleid voor al onze instrumenten"?

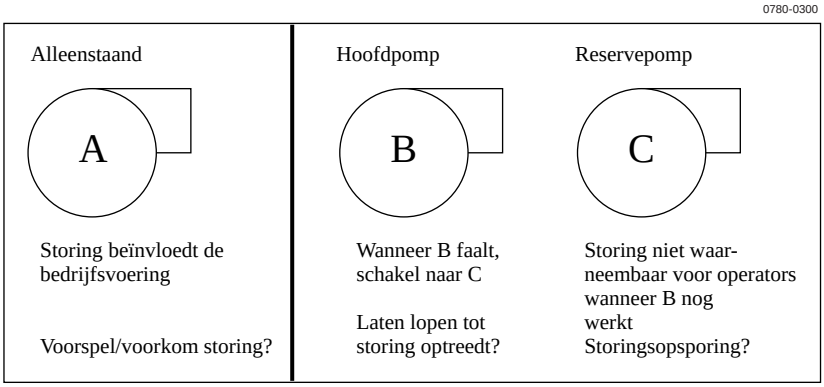
Wetenschappelijke technieken voor het formuleren van onderhoudsstrategieën onthullen echter dat het oneigenlijk gebruik van generiek onderhoud een van de belangrijkste redenen is waarom zoveel traditionele onderhoudsprogramma's falen. Hierna wordt uitgelegd waarom met generiek beleid zeer voorzichtig moet worden omgegaan:

Functies:
De tekst bij figuur 1 verklaart hoe een pomp op de ene locatie de ene prestatieverwachting kan hebben en een andere verwachting op de andere locatie. Dit soort verschillen in prestatienormen vraagt onvermijdelijk om verschillende onderhoudsnormen. (Dit is vooral het geval wanneer er overigens identieke machines worden gebruikt om producten te maken die sterk uiteenlopende kwaliteitsnormen hebben.)

Storingsvormen:
Wanneer overigens identieke apparatuur wordt gebruikt op locaties die zelfs maar weinig verschillen (een gebied met een hoge vochtigheidsgraad, een ongewoon stoffige omgeving) of om taken uit te voeren die maar weinig verschillen (een metaal bewerken dat harder is dan normaal, werken bij een hogere temperatuur, een meer schurende of een zuurdere vloeistof verpompen), verschillen de storings-

vormen drastisch. Dit betekent dat strategieën voor het omgaan met storingen, op hun beurt dienovereenkomstig moeten verschillen.

Storingsgevolgen:
Verschillende storingsgevolgen vragen ook om verschillende onderhoudsstrategieën. Dit wordt toegelicht door drie overigens identieke pompen in figuur 9. Pomp A is alleenstaand, dus wanneer die faalt zal de bedrijfsvoering vroeg of laat worden beïnvloed. Bijgevolg zullen de gebruikers en/of onderhouders van pomp A waarschijnlijk een of andere poging doen *om dat falen te voorspellen of te voorkomen*. (Hoe goed ze hun best doen zal zowel worden bepaald door de invloed op de bedrijfsvoering als door de ernst en frequentie van de storingen van de pomp.) Echter wanneer pomp B faalt, schakelen de operators eenvoudig over naar pomp C, dus het enige gevolg van de storing van pomp B is dat hij moet worden gerepareerd. Bijgevolg is het waarschijnlijk dat de operators van B op zijn minst zouden overwegen hem *te laten lopen tot er een storing optreedt* (vooral wanneer de storing van B geen grote gevolgschade veroorzaakt.)



Figuur 9.

Anderzijds, wanneer pomp C faalt terwijl pomp B nog werkt (bijv. wanneer iemand een onderdeel van C kannibaliseert), is het waarschijnlijk dat de operators zelfs niet zullen weten dat C gefaald heeft, tenzij of totdat B ook faalt. Als bescherming tegen deze mogelijkheid, zou een verstandige onderhoudsstrategie kunnen zijn, *C van tijd tot tijd te laten lopen om vast te stellen of er een storing is opgetreden.*

Dit voorbeeld laat zijn hoe drie identieke bedrijfsmiddelen een totaal verschillend onderhoudsbeleid kunnen hebben, omdat de storingsgevolgen telkens anders zijn.

Onderhoudstaken:
Verschillende ondernemingen – of zelfs verschillende afdelingen van dezelfde onderneming – hebben zelden mensen in dienst met dezelfde vaardigheden. Dit wil zeggen dat mensen die met een bepaald bedrijfsmiddel werken bij voorkeur de ene proactieve technologie (bijv. toestandsbewaking) zouden kunnen gebruiken om een storing te voorspellen, terwijl een andere groep die met een identiek bedrijfsmiddel werkt zich meer op zijn gemak zou kunnen voelen bij gebruik van een andere (bijv. een combinatie van prestatiebewaking en de menselijke zintuigen). Het is verrassend hoe vaak dit niet uitmaakt, zolang de gekozen technieken maar rendabel zijn. In feite beginnen veel onderhoudsorganisaties zich te realiseren dat het vaak meer oplevert zeker te stellen dat de mensen die het werk uitvoeren zich op hun gemak voelen bij wat ze doen, dan iedereen te verplichten hetzelfde te doen. (De geldigheid van verschillende taken wordt ook beïnvloed door de bedrijfsomstandigheden van elk bedrijfsmiddel. Denk bijv. aan de invloed van achtergrondgeluid op controles op geluid.)

Dit alles betekent dat er vooral voor moet worden gezorgd zeker te stellen dat de bedijfsomstandigheden, functies en gewenste prestatienormen alle nagenoeg identiek zijn, alvorens onderhoudsbeleid ontworpen voor een bepaald bedrijfsmiddel, wordt toegepast op een ander.

Stelling 12

Oud:	Het onderhoudsbeleid zou moeten worden geformuleerd door managers, en onderhoudsschema's zouden moeten worden opgesteld door gekwalificeerde specialisten of door derden (een top-downbenadering)
Nieuw:	Het onderhoudsbeleid zou moeten worden geformuleerd door de mensen vlak bij de bedrijfsmiddelen. De rol van het management is het zorgen voor de hulpmiddelen om hen te helpen de juiste beslissingen te nemen, en te waarborgen dat de beslissingen verstandig en verdedigbaar zijn

De traditionele afdeling voor onderhoudsplanning belichaamde de oude stelling. Een belangrijke verantwoordelijkheid van deze afdeling was gewoonlijk het samenstellen van onderhoudsschema's voor alle apparatuur in de fabriek. Onderhoudsplanners besteedden vaak enorm veel tijd en energie aan deze taak. Hun schema's stierven echter meestal een zachte dood zodra ze de werkvloer bereikten. Dat gebeurde om twee hoofdredenen:

1. *Technische geldigheid:* de planners die de schema's schreven hadden gewoonlijk geen voeling meer met de apparatuur (als zij die voeling al ooit hadden gehad). Bijgevolg hadden zij vaak onvoldoende begrip van de functies, de storingsvormen en -effecten en de storingsgevolgen van de bedrijfsmiddelen waarvoor hun schema's werden geschreven. Dit betekende dat de schema's gewoonlijk algemeen van aard waren, zodat de mensen die verondersteld werden ze uit te voeren ze vaak als onjuist zo niet als totaal irrelevant zagen.

2. *Eigenaarschap:* mensen op de werkvloer (opzichters en werklui) hadden de neiging de schema's te beschouwen als onwelkom papierwerk dat verscheen uit een of andere ivoren toren en verdween nadat het was afgetekend. Veel van hen kwamen er achter dat het gemakkelijker was de schema's gewoon af te tekenen en ze terug te sturen dan om te proberen ze uit te voeren. (Dit leidde tot opgeblazen cijfers over volledig uitgevoerde schema's die in elk geval de planners blij hielden.) De hoofdreden voor deze desinteresse was ongetwijfeld puur gebrek aan eigenaarschap.

De enige manier om aan de problemen van technische ongeldigheid en gebrek aan eigenaarschap te ontkomen, is het rechtstreeks betrekken van de mensen op de werkvloer bij het proces van onderhoudsstrategieformulering. Dat komt omdat zij degenen zijn die echt begrijpen hoe de apparatuur werkt, wat er mee mis gaat, hoeveel elke storing er toe doet en wat er moet gebeuren om die apparatuur te repareren.
De beste manier om op een systematische manier toegang te krijgen tot hun kennis, is te regelen dat zij formeel deelnemen aan een reeks bijeenkomsten. Het is echter essentieel zeker te stellen dat deze bijeenkomsten niet alleen maar nog een stel kletspartijen zonder resultaat worden. Dit kan door te regelen dat de deelnemers worden opgeleid in de meest doelgerichte en effectieve technieken voor het

formuleren van onderhoudsstrategieën, en hen te voorzien van ervaren begeleiding bij het toepassen van deze technieken.
Wanneer dit op de goede manier gebeurt, levert het niet alleen schema's op met een veel hogere mate van technische geldigheid, maar levert het ook een uitzonderlijk hoge mate van omarming (eigenaarschap) van de uiteindelijke resultaten op.

(Op deze plaats past een woord van voorzichtigheid: Het is verstandig weerstand te bieden aan de verleiding derden in te zetten voor het formuleren van onderhoudsstrategieën. De pure onwetendheid van een buitenstaander op bijna alle onderwerpen besproken in verband met stellingen 1 tot en met 11, voorzover ze op *uw* fabriek van invloed zijn, betekent dat het enige wat u waarschijnlijk krijgt een stapel keurig ingevulde formulieren is, die weinig of geen waarde hebben. Het inzetten van derden voor het ontwikkelen van onderhoudsprogramma's is het afdwalen naar het wazige – en gevaarlijke – gebied waar delegeren afschuiven wordt.)

Stelling 13

Oud:	De onderhoudsafdeling kan op haar eigen houtje een succesrijk, duurzaam onderhoudsprogramma ontwikkelen
Nieuw:	Een succesrijk, duurzaam onderhoudsprogramma kan alleen worden ontwikkeld door onderhouders en gebruikers van de bedrijfsmiddelen samen

Stelling 12 herinnert ons aan de noodzaak zowel mensen van de werkvloer als managers te betrekken bij het proces van onderhoudsstrategieformulering. Stelling 13 gaat over wat in veel ondernemingen vaak een grotere uitdaging is – de welhaast ondoordringbare scheidslijn tussen de onderhouds- en productiefunctie.

In feite gaat het er bij onderhoud om, zeker te stellen dat bedrijfsmiddelen bij voortduring functioneren volgens door de gebruikers vereiste prestatienormen, zoals de allereerste stelling in deze serie duidelijk maakt. In bijna elke situatie zijn de „gebruikers" de productie- of bedrijfsvoeringsfunctie. Dit betekent dat moderne onderhoudsstrategieformulering begint met het vragen aan de gebruikers wat zij willen, met het oog op het opstellen van assetmanagementprogramma's die uitsluitend als doel hebben zeker te stellen dat de gebruikers krijgen wat zij willen. Het is duidelijk dat, om dit mogelijk te maken, de gebruikers bereid moeten zijn precies

te specificeren wat zij eisen. (Wanneer zij niet de moeite nemen om de prestatie die zij van elk bedrijfsmiddel eisen aan te geven, kunnen zij onderhoud natuurlijk niet verantwoordelijk stellen voor het leveren van die prestatie.) Zowel gebruikers als onderhouders moeten er in dit stadium op letten zich er van te vergewissen dat het bedrijfsmiddel in principe in staat is de vereiste prestatie te leveren.

Behalve nauwkeurig te omschrijven wat zij willen dat het bedrijfsmiddel doet, kunnen bedieningsmedewerkers ook een cruciale bijdrage leveren aan de rest van het proces voor strategieformulering.
Door deel te nemen in een doelgerichte FMEA, leren zij veel over storingsvormen veroorzaakt door menselijk falen, en daarom over wat zij moeten doen om hun machines niet meer kapot te maken. Zij spelen ook een sleutelrol bij het evalueren van storingsgevolgen (bewijs van storing, acceptabele risiconiveaus, invloed op productie en productkwaliteit), en zij hebben een onschatbare persoonlijke ervaring met veel van de meest algemene waarschuwingen voor storingen (vooral die storingen die door menselijke zintuigen worden ontdekt). Ten slotte helpt het betrokken zijn bij dit proces gebruikers veel beter te begrijpen waarom zij soms machines vrij moeten geven voor onderhoud, en ook waarom hen moet worden gevraagd bepaalde onderhoudstaken uit te voeren.

Kortom, vanuit een puur technisch oogpunt wordt het snel duidelijk dat het in de meeste industriële ondernemingen welhaast onmogelijk is een uitvoerbaar, duurzaam onderhoudsprogramma op te stellen zonder de gebruikers van de bedrijfsmiddelen daarbij te betrekken. (Deze focus op de gebruiker – of klant – is natuurlijk de essentie van TQM). Wanneer hun betrokkenheid in alle stadia van het proces kan worden gewaarborgd, begint die beruchte barrière snel te verdwijnen en beginnen de twee afdelingen, vaak voor de allereerste keer, als een echt team te functioneren.

Stelling 14

Oud:	Fabrikanten van apparatuur verkeren in de beste positie om onderhoudsprogramma's voor nieuwe fysieke bedrijfsmiddelen te ontwikkelen
Nieuw:	Fabrikanten van apparatuur kunnen slechts een beperkte (maar toch belangrijke) rol spelen bij het ontwikkelen van onderhoudsprogramma's voor nieuwe bedrijfsmiddelen

Een algemeen kenmerk van traditionele inkoop van bedrijfsmiddelen is de eis dat de fabrikant van de apparatuur, als onderdeel van het leveringscontract voor nieuwe apparatuur, dient te voorzien in een onderhoudsprogramma. Afgezien van al het andere, houdt dit in dat fabrikanten alles weten wat nodig is om geschikte onderhoudsprogramma's op te stellen.
In feite zijn fabrikanten gewoonlijk in het beste geval niet beter op de hoogte van de bedrijfsomstandigheden van de apparatuur, van gewenste prestatienormen, van contextspecifieke storingsvormen en -effecten, van storingsgevolgen en van de vaardigheden van de bedienings- en onderhoudsmedewerkers van de klant, dan traditionele onderhoudsplanners. Meestal weten de fabrikanten niets van al deze punten. Bijgevolg zijn schema's samengesteld door fabrikanten bijna altijd generiek, met alle bezwaren besproken bij stelling 11.

Fabrikanten van apparatuur hebben ook verborgen agenda's wanneer zij onderhoudsprogramma's specificeren (waarbij het verkopen van onderdelen niet op de laatste plaats komt). Verder is het zo dat zij hetzij de mankracht van de klant inzetten om het onderhoud uit te voeren (waarbij zij er niet voor hoeven te betalen, zodat zij er weinig belang bij hebben het tot een minimum terug te brengen) of misschien zelfs kunnen aanbieden het onderhoud zelf uit te voeren (waarbij zij er een gevestigd belang bij hebben zoveel mogelijk te doen).

Deze combinatie van vreemde commerciële agenda's en onwetendheid omtrent de bedrijfsomstandigheden betekent dat onderhoudsprogramma's gespecificeerd door fabrikanten de neiging hebben een hoge overmaat van onderhoud te belichamen (soms tot in het belachelijke) gekoppeld aan een enorm bovenmatige levering van onderdelen. De meeste onderhoudsprofessionals zijn zich bewust van dit probleem. Ondanks dit bewustzijn, blijven de meesten van ons echter eisen dat fabrikanten deze programma's leveren, en accepteren dan verder dat ze moeten worden gevolgd willen garanties blijven gelden (en verbinden ons zo contractueel het werk uit te voeren, ten minste voor de duur van de garantieperiode).

Niets van dit alles is bedoeld om te suggereren dat fabrikanten ons moedwillig misleiden wanneer zij hun aanbevelingen samenstellen. In feite doen zij, binnen de context van hun eigen zakelijke doelstellingen en met de informatie tot hun beschikking, gewoonlijk hun best. Wanneer er iemand fout zit, zijn wij dat in werkelijkheid – de klanten – omdat wij onredelijke verzoeken doen aan ondernemingen die niet in de beste positie verkeren ze te vervullen.

Een klein maar groeiend aantal klanten lost dit probleem op door een geheel andere benadering te kiezen voor het ontwikkelen van onderhoudsprogramma's voor nieuwe bedrijfsmiddelen. Dit leidt tot de vraag aan de fabrikant ervaren technici te leveren om, in samenwerking met de mensen die uiteindelijk de apparatuur zullen bedienen en onderhouden, programma's te ontwikkelen die voor beide partijen bevredigend zijn.
Wanneer deze benadering wordt gekozen, zouden kwesties als garanties, auteursrechten, talen die de deelnemers vloeiend zouden moeten kunnen spreken, technische ondersteuning, geheimhouding, enzovoort, moeten worden behandeld in het stadium van offerteaanvraag, zodat iedereen weet wat hij van de ander mag verwachten.

Let op het voorstel eerder gebruik te maken van technici dan van ontwerpers (ontwerpers voelen er vaak verrassend weinig voor toe te geven dat hun ontwerpen kunnen falen, hetgeen hun vermogen vermindert een verstandig programma voor het hanteren van storingen te helpen ontwikkelen). De technici zouden natuurlijk onbeperkt toegang moeten hebben tot ondersteuning door deskundigen voor hulp bij het beantwoorden van moeilijke vragen.
Zo krijgt de *klant* toegang tot de nuttigste informatie die de fabrikant kan leveren, terwijl hij nog steeds een onderhoudsprogramma ontwikkelt dat het meest direct geschikt is voor de omstandigheden waarin de apparatuur daadwerkelijk zal worden gebruikt. De *fabrikant* zou misschien een beetje omzet kunnen missen van onderdelen en onderhoud vooraf, maar zal absoluut alle langetermijnvoordelen behalen die samenhangen met betere prestaties van apparatuur, lagere levensduurkosten en een veel beter begrip van de werkelijke behoeften van zijn klant. Een klassieke win-winsituatie.

Stelling 15

Oud: Het is mogelijk een snelle, enkelschotsoplossing te vinden voor onze problemen op het gebied van onderhoudseffectiviteit

Nieuw: Onderhoudsproblemen worden het best opgelost in twee fasen:
- verander de manier waarop mensen denken
- krijg ze zover dat ze hun veranderde denkprocessen toepassen op technische/procesproblemen – stap voor stap

Wanneer men even stilstaat bij de breedte en diepte van de veranderingen in het paradigma impliciet aanwezig in de voorgaande stellingen, wordt het spoedig duidelijk hoever de meeste ondernemingen hun bakens precies moeten verzetten om de nieuwe stellingen te kunnen volgen. Het kan eenvoudigweg niet van de ene dag op de andere.
Niettemin stelt de krachtigste van de nieuwe technieken voor het formuleren van een onderhoudsstrategie de meeste gebruikers in staat de meeste van de veranderingen beschreven in dit artikel binnen een jaar in praktijk te brengen, en de bijbehorende investering binnen enkele maanden (zo niet weken) goed te maken. Veel ondernemingen zijn echter zo geobsedeerd door snelle resultaten dat zelfs dit eenvoudig niet snel genoeg is. De financiële druk, de druk van de regelgevende instanties en de druk van de concurrentie zorgen er samen voor dat mensen blijvende veranderingen nu willen. Bijgevolg hebben mensen de neiging in de laatste en vaak treurigste val te lopen – het zoeken naar kortere wegen.

Helaas is dit zoeken, op basis van de ervaring van de schrijver, altijd contraproductief. Op de eerste plaats kost het ontwikkelen van de „korte weg" zelf tijd – tijd die wordt besteed aan het opnieuw uitvinden van volmaakt ronde wielen in plaats van verder te gaan met het karwei de prestaties van de bedrijfsmiddelen te verbeteren. Op de tweede plaats eindigen kortere wegen bijna altijd in suboptimale oplossingen – zo zeer dat ze vaak resulteren in weinig of geheel geen verandering.

In feite zouden mensen die een effectief, duurzaam onderhoudsprogramma zoeken dat algemene steun geniet, het feit dat verbetering een reis is en geen bestemming (de essentie van de Kaizen-filosofie), niet uit het oog moeten verliezen. Op het gebied van asset management betekent dit dat we ons moeten afwenden van de zoektocht naar een zilveren kogel die al onze problemen in een oogwenk zal wegblazen – de in-één-keer-100%-oplossing. Wij zijn veel zekerder van ons succes wanneer wij denken in termen van een patroon met zilveren hagelkorrels en het er op aanleggen onze problemen met telkens één hagelkorrel (of één storingsvorm) weg te blazen – de duizend-keer-0.1%-benadering die vrijwel 100% succes garandeert aan diegenen die het geduld hebben het te proberen.

3. Literatuur

Moubray, J. M., *Reliability-centered Maintenance*, Butterworth-Heinemann, Oxford 1997.

Nowlan, F. S. en H. Heap, *Reliability-centered Maintenance*, National Technical Information Service, US Department of Commerce, Springfield, Virginia 1978.

Resnikoff, H. L., *Mathematical Aspects of Reliability-centered Maintenance*, Dolby Access Press, Los Altos, California 1978.