

WCM Vedlikeholdsleder

6.4 Reliability Centered Maintenance [RCM]

Hva er RCM?

«Gull-standarden for å etablere eller forbedre et vedlikeholdsprogram»

Hovedfokus:

- ☐ Sikkerhet
- ☐ Pålitelighet
- ☐ Økonomi
- ☐ Dokumentasjon

DC-8



- ▶ 4,000,000 labour hours to reach 20,000 operating hours
- ▶ Overhaul of 339 components

747-100 and DC-10



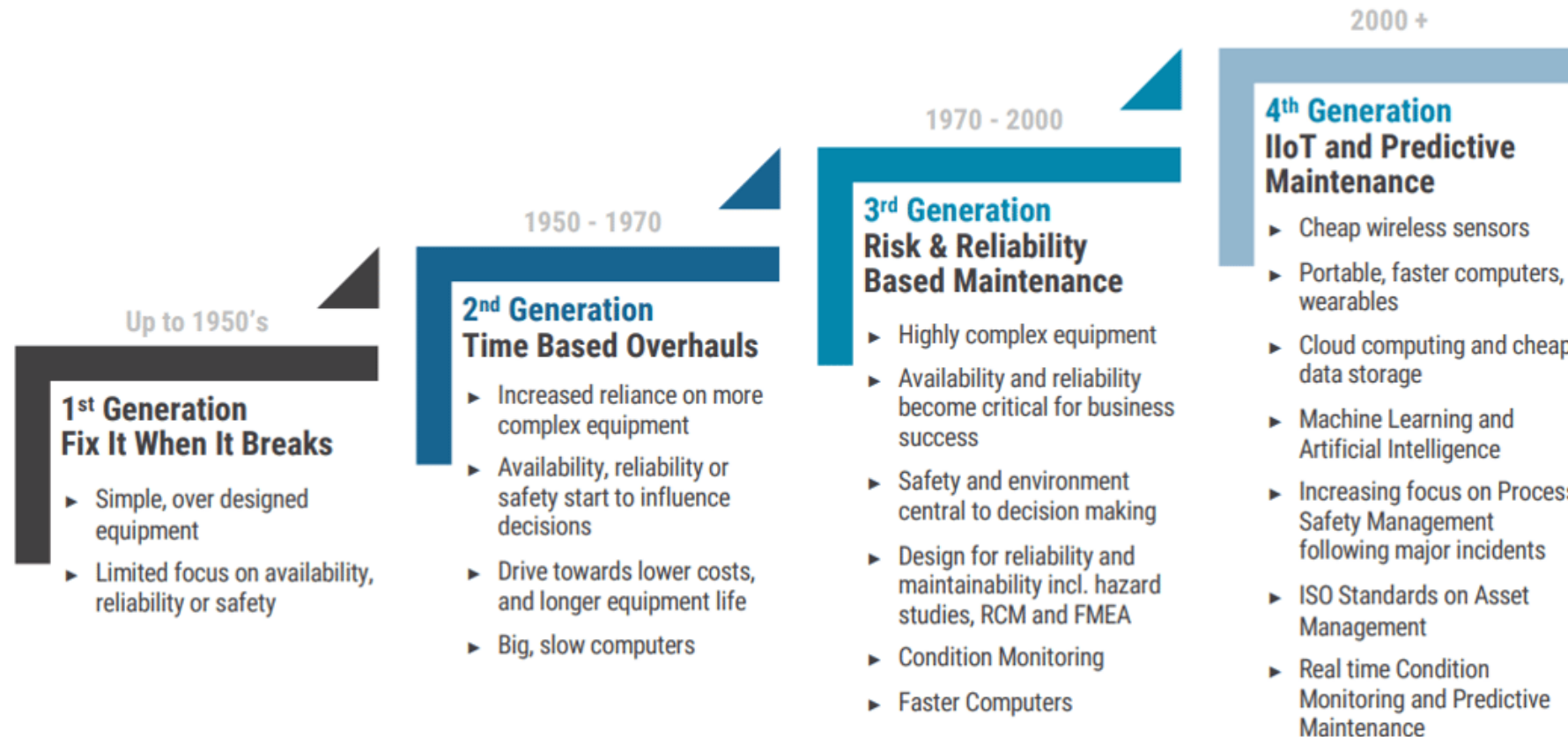
- ▶ [redacted] hours to reach 20,000 operating hours
- ▶ Overhaul of [redacted]

6.4 RCM

	Failure Pattern	Distribution				Description
		UAL 1968	Broberg 1973	MSP 1982	SUBMEPP 2001	
Age related	 A	4%	3%	3%	2%	An initial failure period, followed by the main lifespan of the item, which shows a constant probability of failure. This is followed by a wear-out zone in which the probability of failure increases dramatically.
	 B	2%	1%	17%	10%	As "A" but without the initial early failure period.
	 C	5%	4%	3%	17%	The probability of failure increases gradually, but there is no clearly identifiable average lifespan of the equipment.
Random	 D	7%	11%	6%	9%	The equipment is satisfactory when new, but the failure probability increases rapidly up to a level, which remains constant.
	 E	14%	15%	42%	56%	This type of equipment shows a random failure pattern and again has no identifiable lifespan.
	 F	68%	66%	29%	6%	A high infant mortality is superseded by a rapid drop in failure probability, which then remains constant or increases very gradually.
Age related		11%	8%	23%	29%	
Random		89%	92%	77%	71%	

UAL refers to the original United Airlines research, which led to the development of Reliability Centred Maintenance (RCM). The 1973 Broberg study also relates to airlines, 1982 MSP is a US navy study and the 2001 SUBMEPP study refers to a study on US submarines. The relatively high percentage of items showing wear out in the US Navy and Submarine study have been attributed to their corrosive environment, whereas the relatively low proportion of failures exhibiting infant mortality has been put down to the extensive testing before equipment is put into service.

The Evolution of Maintenance



Hva er RCM:

« RCM is a structured technique to improve and optimize any maintenace program»

“A process used to determine what must be done to ensure that any physical asset continues to do whatever it is that the users want it to in its operating context”

John Mubray

He also referred to RCM as a way to determine the **safe minimum levels of maintenance**. A key principle of this definition is preserving the function of an asset, managing the outcomes of failure rather than focusing solely on preventing every failure.

Hva er RCM:

"... et strukturert rammeverk for å analysere funksjoner og potensielle feil for en fysisk eiendel med fokus på å **bevare systemfunksjoner, snarere enn å bevare utstyr.**"

"... brukes til å utvikle vedlikeholdsplaner som vil gi et **akseptabelt nivå av pålitelighet, med et akseptabelt risikonivå, på en effektiv og kostnadseffektiv måte.**"

Oppsummert - Hva er RCM:

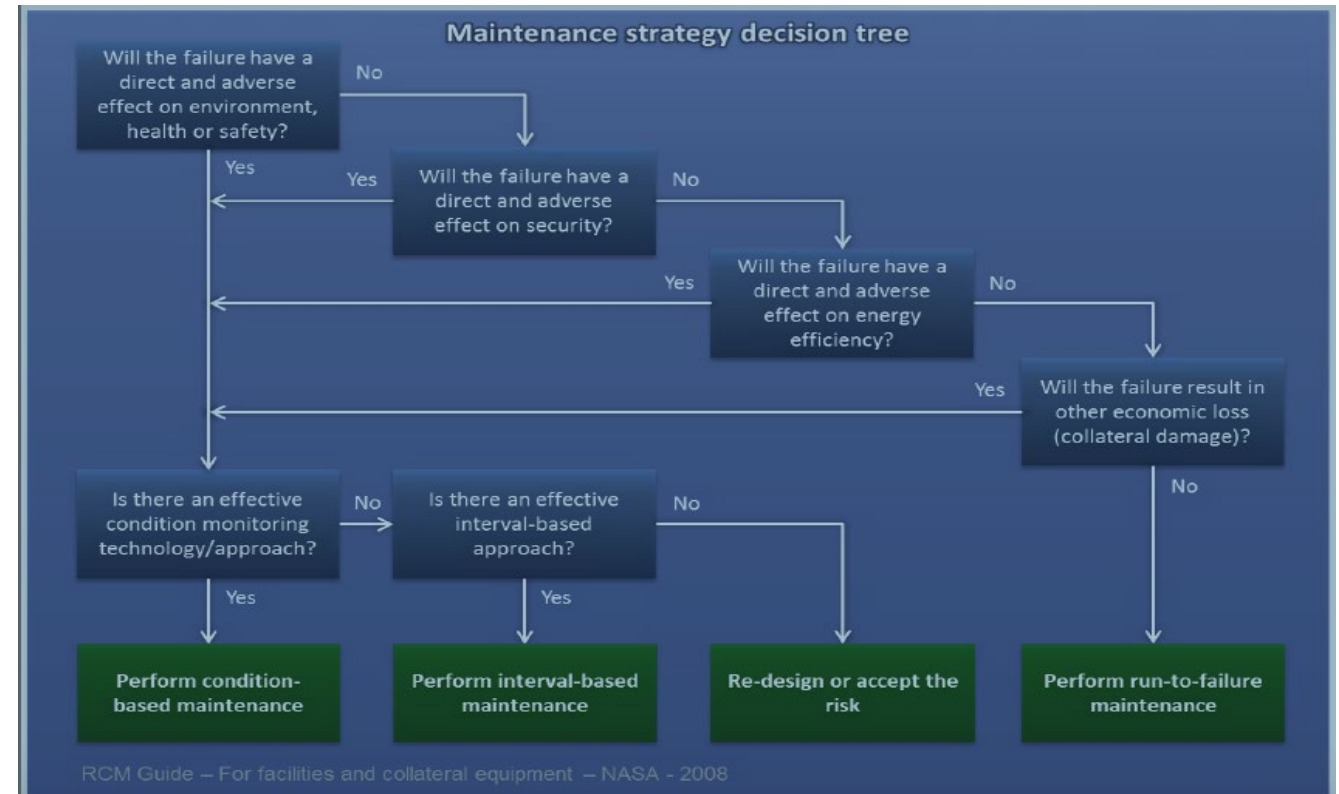
« **RCM er** en strukturert beslutningsprosess/metode for å utvikle eller forbedre et forebyggende vedlikeholdsprogram » (med en internasjonal standard – **SAE JA1011**)

- ☐ Fokuserer på funksjoner og feilmoduser som kan forårsake funksjonsfeil; ikke på utstyr!
- ☐ Utført riktig gir det svært effektive og virkningsfulle vedlikeholdsprogrammer som utnytter ressursene optimalt
- ☐ Vellykket implementering krever dyp kunnskap, erfaring og betydelig innsats

RCM Studien, trinn 1 til 5, ender opp med å benytte et beslutningsdiagram for trinn 6 og 7:

RCM Process

1. Functions
2. Functional Failures
3. Failure Modes
4. Failure Effects
5. Failure Consequences
6. Proactive Maintenance and Intervals
7. Default Strategies



Overordnede prinsipper for RCM:

Prinsipp 1: Bevare systemfunksjonen.

Prinsipp 2: Identifisere feilmoduser som kan ødelegge funksjonene.

Prinsipp 3: Prioritere funksjonsbehov (feilmoduser).

Prinsipp 4: Velge aktuelle og effektive oppgaver.

Hovedmålet med RCM-analyse er å opprettholde den iboende påliteligheten til systemfunksjonen.

Reliability Centered Maintenance

Resource **C**onsuming **M**onster



Fordeler med RCM

Kostnadene og innsatsen ved å utføre RCM kan være betydelige, avhengig av systemet.

➤ Fordelene oppveier vanligvis kostnadene.

- ❖ Sikkerhet: Dette er hovedpoenget med RCM.
- ❖ Pålitelighet: RCMs primære mål er å forbedre utstyrets pålitelighet/tilgjengelighet kostnadseffektivt.
- ❖ Kostnad: Totale vedlikeholdskostnader reduseres på grunn av korrektivt vedlikehold og tidsbestemte vedlikeholdsoppgaver erstattes av CBM/PdM.
- ❖ Dokumentasjon: Drift- og vedlikeholdsdokumenter er registrert og forstått.
- ❖ Utskifting av utstyr/deler: Maksimal utnyttelse av utstyret eller systemet oppnås ved å forlenge levetiden til anlegget og dets utstyr.

Er det teknisk mulig?

Gir det verdi?

Is it technical feasible

Is it worth doing

Standarder som må følges for å kunne kalle det en ekte RCM analyse:

- ▶ **SAE JA1011-2009:** Evaluation Criteria for Reliability-Centered Maintenance (RCM) Processes
- ▶ **SAE JA1012-2011:** A Guide to the Reliability-Centered Maintenance (RCM) Standard

AD/A066 579

RELIABILITY-CENTERED MAINTENANCE

F.S. Nowlan, et al

United Airlines
San Francisco, California

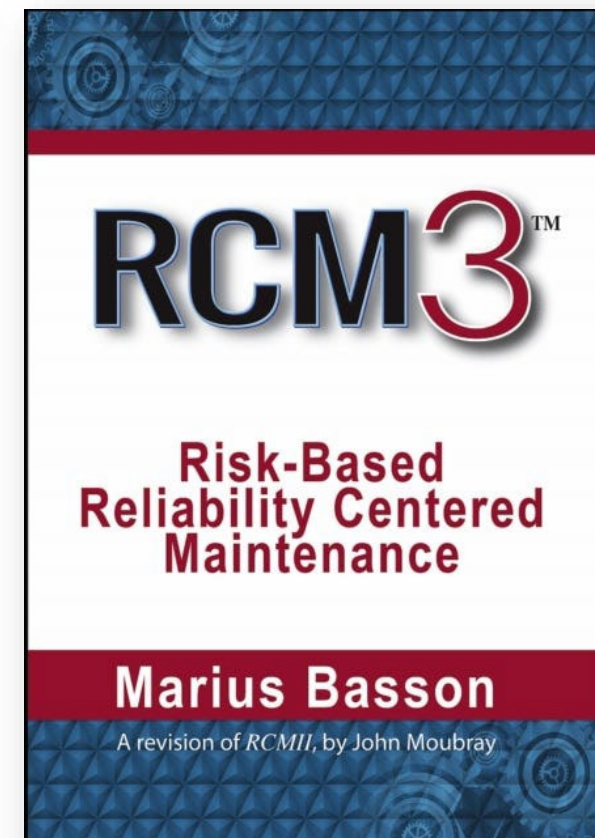
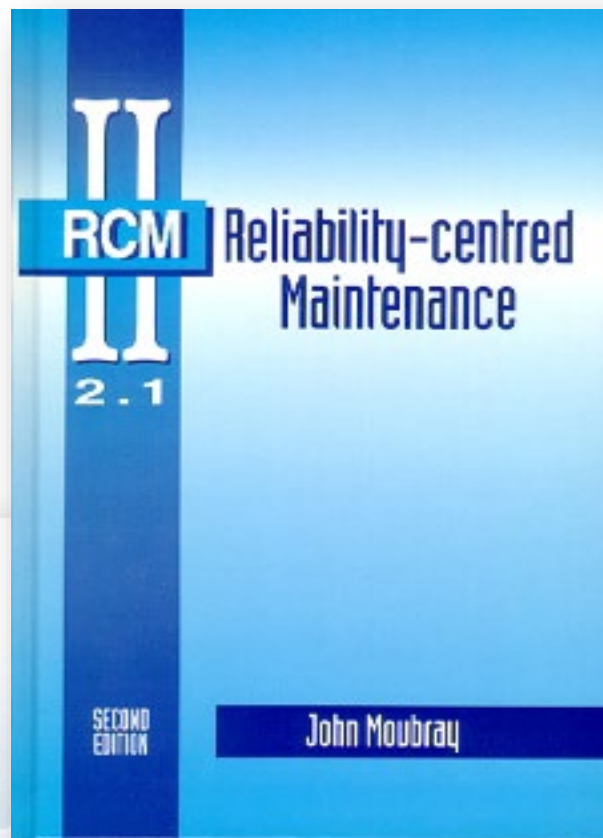
reliability-centered maintenance

F. STANLEY NOWLAN

Director, Maintenance Analysis
United Airlines

HOWARD F. HEAP

Manager, Maintenance Program Planning
United Airlines



RCM – Gateway to World Class Maintenance

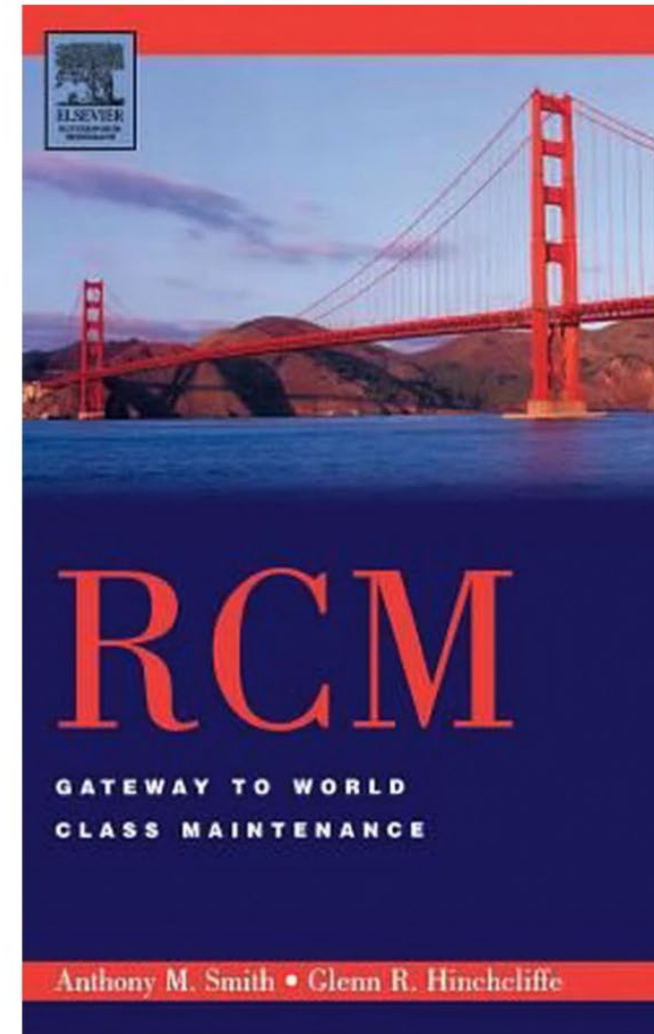
By: Anthony 'Mac' Smith and Glenn R. Hinchcliff

Hardcover ISBN: 9780750674614

eBook ISBN: 9780080474137

Publisher: Elsevier Butterworth-Heinemann

Published: 2003



Root Cause Analysis

← PAST

What DID happen?

A method of investigating an incident to identify specific actions for preventing it from occurring.

(Reactive)

Reliability Centered Maintenance

FUTURE →

What COULD happen?

An approach for developing a maintenance strategy to ensure equipment and process function in accordance to its inherent designed safety and reliability capabilities.

(Proactive)

Hvordan utføre en RCM analyse

RCM Process

1. Functions
2. Functional Failures
3. Failure Modes
4. Failure Effects
5. Failure Consequences
6. Proactive Maintenance and Intervals
7. Default Strategies

Three Ways that RCM Analysis is Carried Out



Outsourcing

- First-hand knowledge of the asset and its operating environment
- Strong understanding of RCM



Single Analyst

- First-hand knowledge of the asset and its operating environment is LIMITED
- Strong understanding of RCM



Facilitated Working Group

- First-hand knowledge of the asset and its operating environment
- Facilitator has strong understanding of RCM. Working Group members comprehensive introduction.

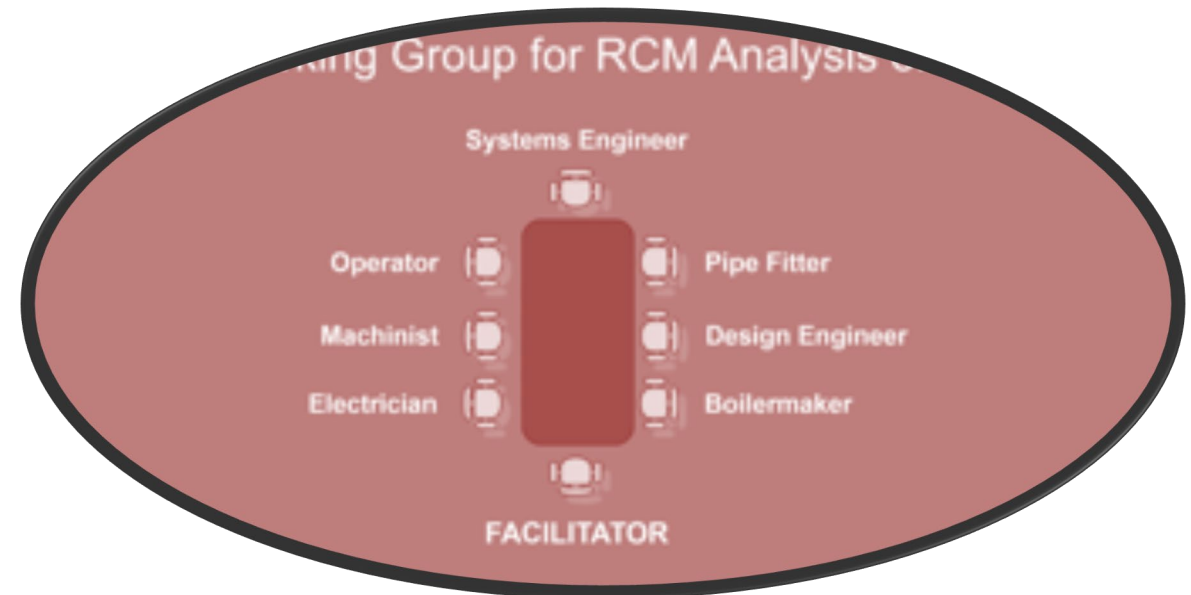
Gjennomføre en RCMstudie

Trinn 1	Trinn 2	Trinn 3	Trinn 4	Trinn 5	Trinn 6	Trinn 7
Prosjekt oppsett	Definer system	Analyser funksjoner	Gjennomfør FMEA	Velg vedlikeholdsoppgave	Implementer	Evaluere og forbedre
Er prosjektet satt opp for suksess?	Er omfanget definert og forstått?	Er alle primær og sekundærfunksjoner definert?	Er alle "sannsynlige" feilmoder forstått?	Er alle oppgaver "passende"?	Er alle nye FVer satt opp i CMMS?	Har prosjektet vært en suksess?
velg system(er) for analyse Lagen "business case" Innhent prosjekt-godkjenning fra ledelse Lagen prosjektplan og sikre de rette ressurser/ personer Gi opplæring i RCM til de skal være med	Definer og dokumenter driftskonteksten Definer system inkludert grenser Systembeskrivelse og blokkdiagrammer Tegninger	Definer primær og sekundærfunksjoner Definer ytelse-standard (performance std) Definer alle mulige feiltilstander for hver funksjon	Gjennomfør FMEA og identifiser alle sviktmoder som sannsynlig kan forårsake feil (functional failure) Inkluder tidligere feil (erfaring) og nye "sannsynlige" feilmoder Beskriv effekten og vurder konsekvensen av hver feilmode Velg vedlikeholdsoppgave	Gjennomgå FME og valider oppgavene Er alle foreslåtte oppgaver teknisk gjennomførbare Er alle ikke-HMS relaterte oppgaver verdt å utføre? (Økonomisk forsvarlig)	Lag tydelige jobbpakker / planer for alle oppgaver. Dokumenter endringene/anbefalingene Oppdater dokumentasjon for FVprogrammet (arbeidsinstrukser) MoC/ Endringshåndtering Oppdater CMMS	Oppsummer fordelene med RCM-studien i form av timer, kostnader og oppetid Evaluer selve studien og se etter forbedringspunkter for fremtidige RCMstudier Spor effektiviteten til det nye FVprogrammet

Sett sammen et team som skal utføre analysen:

- RCM Fasilitator
- System ingeniør
- Elektriker
- Mekaniker
- Automatiker
- **Operatør**
- Design ingeniør / produsent

Et team av personer som kjenner utstyret godt eller har god kjennskap til denne type utstyr, sammen med en fasilitator for RCM.



« Walk the dog »
« Ut å lufte hunden »

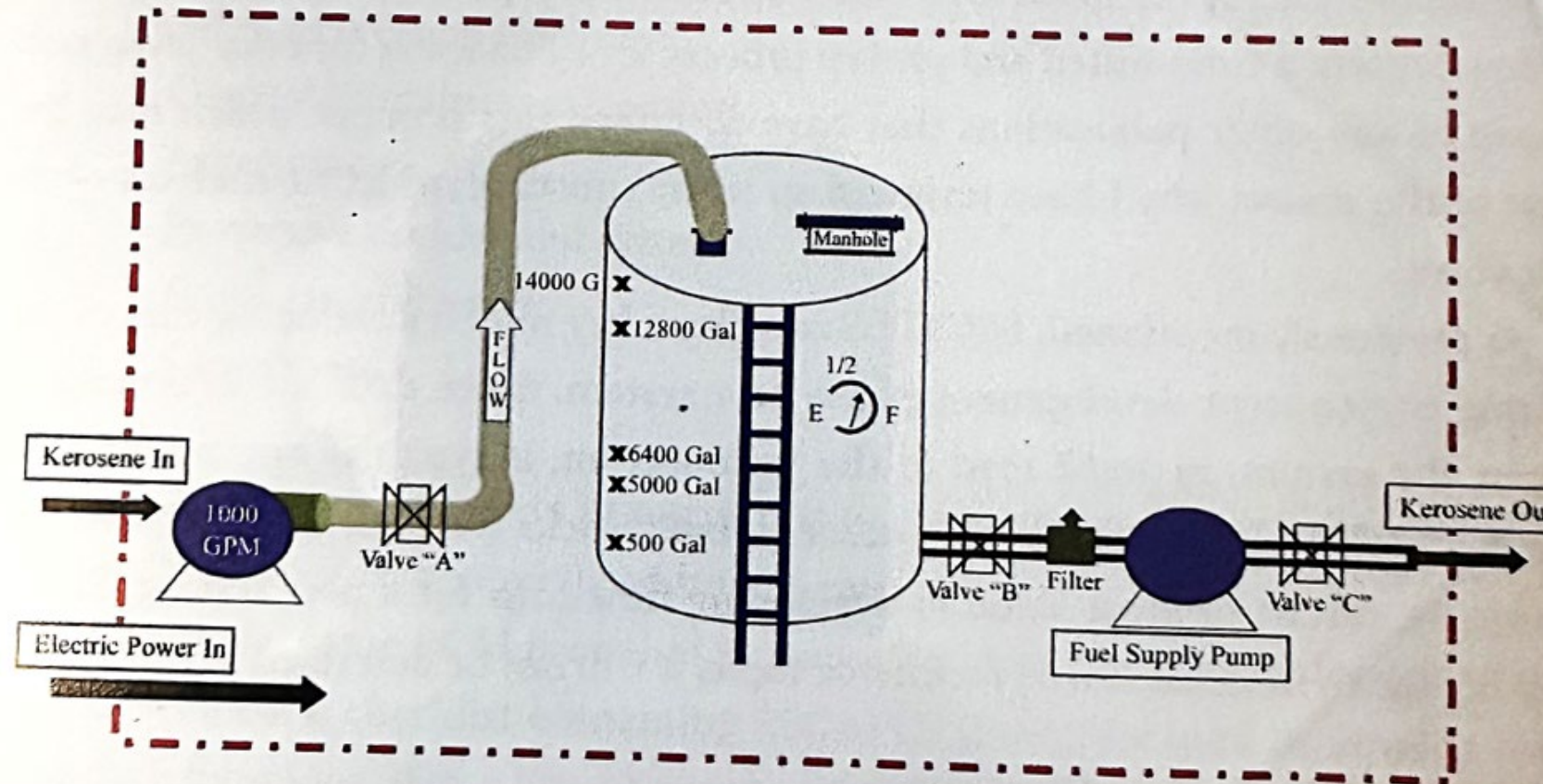


Figure 3-2: Boundary diagram for a fluid supply system

3-10 Casestudie: Acme Corporation væskeforsyningssystem driftskontekst (operating context)

Væskeforsyningssystemet er en del av Acme Corporations kraftproduksjonsanlegg. Parafin tilføres systemet fra en oppstrøms prosess gjennom en 1000 GPM impellerinngangspumpe og lagres i en 14500-gallons lagringstank i rustfritt stål

Når nedstrømsprosessen trenger parafin, sender den et signal om å slå på 1000 GPM-supply-pumpen, og opptil 1600 gallon parafin må tilføres på to minutter eller mindre. Når den nødvendige mengden parafin er levert, slår et annet signal av pumpen. I nedstrømsprosessen driver parafinen en kjele som omdanner vann til damp for å drive en 1000 kW elektrisk generator. Elektrisiteten selges til kommersielle og private kunder. Det siste anslaget er at ethvert strømbrudd vil koste Acme minst 15 000 dollar per time i tapt produksjon og sivile bøter.

Parafin fra oppstrømsprosessen leveres av en elektrisk drevet 1000 GPM tilførsel(inntak)pumpe. Væsken strømmer fra pumpen gjennom rør i rustfritt stål og en normalt åpen, manuelt betjent 90-graders sluseventil inn i lagringstanken. Denne ventilen kan lukkes manuelt for å stenge av parafinstrømmen til forsyningssystemet.

Tanken i rustfritt stål er utstyrt med fem væsknivåsensorer. En sensor for ultimat høyt nivå slår av 1000 GPM-inntakspumpen og utløser en alarm i kontrollrommet hvis væsknivået i tanken overstiger 14 000 gallon. Sensoren for full væske slår av pumpen når nivået når 12 800 gallon. Når nivået synker til 6400 gallon, slår en annen sensor på inntakspumpen for å fylle tanken. Hvis væsknivået synker under 5000 gallon, lyder en varselklokke i kontrollrommet. Hvis væsknivået synker under 500, aktiveres en sirene og blinkende lys, og kjelen slås

automatisk av, noe som igjen forårsaker

generatoren stoppe. Etter at generatoren har stoppet, tar det minst tre timer å tømme kjelen, tenne den igjen og begynne å produsere damp for å drive generatoren. Det er også en stige som er permanent sveiset til tanken, og som av og til brukes til å få tilgang til mannhullet på toppen for å utføre innvendige inspeksjoner under planlagte driftsstans.

På utløpssiden av tanken er det to stengeventiler til, identiske med den på utløpssiden av inngangspumpen. Disse ventilene er normalt åpne og brukes primært til å isolere drivstofftilførselspumpen og dens 5-mikronfilter under vedlikehold. Filterhuset inneholder en mekanisk delta-trykkmåler som indikerer trykkfallet over filteret. Med et helt nytt filter registrerer måleren en delta på omtrent 1,2 kg per kvadrattomme (PSID). Når filteret tetter seg, vil trykket øke, og når det overstiger omtrent 1,2 kg/cm², vil en intern ventil åpnes, og filteret blir «by-passet».

Litt mer detaljer rundt de 7 trinnene i en RCM analyse

RCM Process

1. Functions
2. Functional Failures
3. Failure Modes
4. Failure Effects
5. Failure Consequences
6. Proactive Maintenance and Intervals
7. Default Strategies

1. Hva er funksjonene og tilhørende ønskede ytelsesstandarter for utstyret i sin nåværende driftskontekst?
2. På hvilke måter kan den ikke oppfylle sine funksjoner?
3. Hva forårsaker hver funksjons-svikt?
4. Hva skjer når en sviktmode oppstår?
5. På hvilken måte er hver sviktmode viktig? (konsekvens)
6. Hva bør gjøres for å forutsi eller forhindre hver sviktmode?
7. Hva bør gjøres hvis en passende proaktiv (FV) oppgave ikke kan finnes?

RCM-prosessen består av disse stegene



Engelsk:

1. What are the functions and associated desired standards of performance of the asset in its present operating context?
2. In what ways can it fail to fulfill its functions?
3. What causes each functional failure?
4. What happens when each failure occurs?
5. In what way does each failure matter?
6. What should be done to predict or prevent each failure?
7. What should be done if a suitable proactive task cannot be found?

RCM Process

1. Functions
2. Functional Failures
3. Failure Modes
4. Failure Effects
5. Failure Consequences
6. Proactive Maintenance and Intervals
7. Default Strategies

Failure Mode Effect Analysis

Som en del av RCM analysen

Failure Mode Effect Analysis

FMEA ble utviklet av det amerikanske militæret på slutten av 1940-tallet for å undersøke problemer med funksjonsfeil i ammunisjon.

FMEA fant veien inn i privat sektor, først gjennom bilprodusenten Ford på 1970-tallet. Analyse av feilmoduseffekter er nå mye brukt i bilindustrien, energisektoren og mange andre produksjonsindustrier.

Og FMEA har blitt en hjørnestein i de fleste kvalitetsstyringssystemer.

System FMEA
Design FMEA (DFMEA)
Process FMEA (PFMEA)

Standarder

IEC 60812 Analysis techniques for system reliability – Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA).

SAE Aerospace Recommended Practice ARP5580: Recommended Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) Practices for Non-Automobile Applications

Society of Automobile Engineers (SAE) Standard J1739, Potential Failure Mode and Effects Analysis in Design (Design FMEA)

FMEA for å etablere eller forbedre et vedlikeholdsprogram:

Funksjonell FMEA, slik du ville gjort under en RCM-analyse, eller;

Hardware (maskin/utstyr) FMEA der du går etter komponent.

Funksjonell FMEA er noe som passer best når man fortsatt er **tidlig i utstyrets livssyklus**. Så når det fortsatt er på tegnebrettet og vi kanskje ikke har et fullstendig design, er den beste tilnærmingen å bruke en funksjonell FMEA.

Når **utstyret er i drift**, potensielt allerede i mange år, kan **Hardware-FMEA** ofte være den enkleste veien å gå. Du trenger ikke å bekymre deg for å skrive nøyaktige funksjons-beskrivelse. I stedet deler du utstyret ditt ned i systemer, delsystemer, komponenter osv. til det nivået som er nyttig. Og du bestemmer feilmodusene derfra. Fordi hardware-FMEA ikke bestemmer funksjoner, skiller de ikke naturlig mellom designkapasitet kontra hva du faktisk trenger fra utstyret ditt.

Risiko med Hardware-FMEA: Hvis du ikke nøyaktig bestemmer funksjonen til utstyret og dets delsystemer, kan du godt ende oppmed å forhindre feilmoduser som egentlig ikke spiller noen rolle.

Component FMEA

- Deliver compressed air to tank
- Filter and remove particulates from intake air
- Monitor pressure level

Functional FMEA

- To provide compressed air that is oil free, <100°F, at a minimum of 4,000 SCFM, with a minimum of 5 psig rise to surge, 110 psig output pressure, to make up this compressor's portion of maintaining 14,000 SCFM and 110 psig header pressure to the plant.
- To remove particles ≥ 1 micron from the incoming air to the compressor
- To indicate main pump oil discharge pressure within +/- 3 psi.

STEP #1 – Plan and prepare the FMEA

Dokumenter hvorfor, Teknisk underlag som tegninger, manualer osv. Sett opp et sterkt team.

STEP #2 – Define and scope the FMEA

Så viktig at det blir et eget punkt. Hva skal analyseres og hvor dypt skal en gå. Bruk blokk-diagrammer eller detaljerte design tegninger (P&ID). Har systemet redundans eller andre tiltak mot feil?

STEP #3 – Identify failure modes

Nå som du har en klar forståelse av systemet du analyserer og har all bakgrunns dokumentasjonen for hånden, bør du være klar til å begynne å identifisere potensielle feiltilstander.

For å identifisere sviktmoder:

- Bruken av systemet;
- Det spesifikke systemelementet som er involvert;
- Driftsmåten;
- De relevante driftsspesifikasjonene;
- Tidsbegrensningene;
- Miljøpåkjenningene;
- Driftspåkjenningene.

Failure Modes at Different Levels of Detail

Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6	Level 7
Pump set fails	Pump fails	Impeller fails	Impeller comes adrift	Mounting nut undone	Nut not tightened correctly	Assembly error
				Mounting nut worn away	Nut eroded/corroded away	
					Nut made of wrong material	Wrong material specified
				Impeller key sheared	Wrong key steel specified	Wrong material supplied
						Design error
					Wrong key steel supplied	Procurement error
						Storekeeping error
						Requisitioning error

10-57

STEP #4 – Identify failure effects

Feileffekt er konsekvensen av sviktmodusen når det gjelder drift, funksjon eller status til utstyret du analyserer. En feil effekt kan være forårsaket av en eller flere feilmoduser i en eller flere komponenter.

STEP #5 – Identify failure causes

For hver potensiell feilmodus må du identifisere og beskrive den tilhørende feilårsaken. Fordi en feilmodus kan ha mer enn én feilårsak, bør du prøve å fokusere på de dominerende feilårsakene.

STEP #6 – Identify controls

Med feilmodus, feilårsak og konsekvens tydelig dokumentert, må du se på hvilke eksisterende kontroller du har for å forebygge feilmodusen eller i det minste redusere effekten. Dette kan være innebygd redundans eller periodiske kontroller som inspeksjon og testing (FV program).

STEP #7 – Assess and prioritise risks

Risk Priority Number (RPN) er intuitivt, og mange synes det er enkelt å bruke og hjelper i prioriteringsprosessen. Men det er definitivt noen risikoer forbundet med bruk av RPN.
Hyppighet x alvorlighet x detekterbar eller sannsynlighet x konsekvens x detekterbar

Formelen for RPN: Multipliserer alvorlighet x Hyppighet X Deteksjonsevne. Hver har et område mellom 1 og 10, som betyr at maksimumsverdien til RPN er $10 \times 10 \times 10 = 1000$.

STEP #8 – Recommend & take action

Når du har prioritert en liste over sviktmoder, inkludert årsaker og konsekvens, må du bestemme hvilke tiltak du må iverksette for å redusere risikoprofilen.

Disse tiltakene kan være å redesign, eller legge til inspeksjons- eller testprosedyrer i vedlikeholdsregimet ditt.

STEP #9 – Document the FMEA

Etter hvert som du går gjennom FMEA-prosessen, må du dokumentere den. Ikke vent til alt er ferdig.

Verktøy:

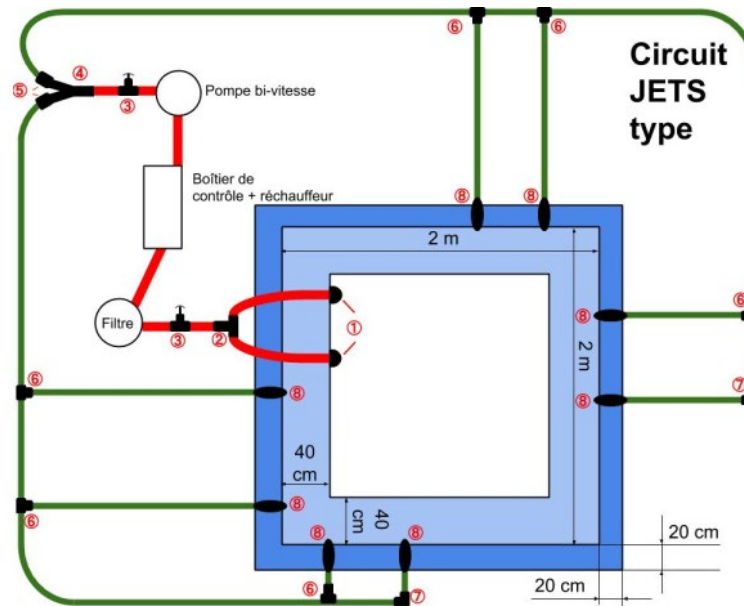
Den mest brukte programvaren for FMEA er antagelig... Microsoft Excel

Men det finnes programvare for FMEA:

- ASENT FMECA Manager
- Byteworx
- FMEA-Pro
- Quality Plus
- Reliability Workbench
- Windchill Risk and Reliability
- XFMEA
- Relyence Software

6.4 RCM / FMEA

FMEA



**World Class
Maintenance**



Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)

Tommy's Jacuzzi

Ref#	Item	Function	Failure Code	Failure Mode	Failure Effect(s)			Failure Cause (Failure Mechanism)	Failure Pattern (e.g. wear out, random, infant mortality)	Hidden Failure (Yes/No)	Estimated P-F time	Recommended Maintenance Task	Justification for Task	Regulatory Maintenance (Yes/No)	Type of Task	Justification for Frequency	Recommended Frequency
					Local	System	Plant / Asset										
1	pumpe 1	lage bobler		bearing defect	x			Lubrication	Random	No	6M	RIF		No	Corrective Maintenance (Run to Failure)		
2	Pumpe 2	Lage mer bobler		Impeller Wear	x			Cavitation	Random	No	12M			No	Corrective Maintenance (Run to Failure)		
3	Varme element	Varme vatnet		Fungerer ikke			x	Strømbrudd	Random	No	1t	Sjekk tilkoblinger		No	Time Based Maintenance (Scheduled Restoration)	Money	2 Y
4	Dyser	sirkulere vann		lekasje				Pakning	Wear out	No	2Y	Sjekk etter lekkasje		No	Condition Based Maintenance		
5	Filter	Rense vann		Skittent vann		x		Tett filter	Wear out	No	6 mnd			No	Time Based Maintenance (Scheduled Replacement)		6 Mnd

RCM analyse

Hva er funksjonene og tilhørende ønskede ytelsesstandarder for utstyret i sin nåværende driftskontekst?

1. Beskrivelse av funksjon, krevd eller ønsket funksjon/ytelse under dagens driftsparametere:

- ✓ Driftsparametere skal være definert, nedskrevne og tilgjengelige
- ✓ Alle primær og sekundær funksjoner skal identifiseres.
- ✓ Alle funksjonsbeskrivelser skal inneholde et verb, et objekt og en ytelsesstandard (kvantifisert i alle tilfeller der dette kan gjøres).
- ✓ Krevd funksjon i funksjonsbeskrivelsen skal være det ytelsesnivået som eieren eller brukeren av eiendelen ønsker. (ikke det som utstyret er designet for eller maks kapasitet).

2. På hvilke måter kan den ikke oppfylle sine funksjoner

Sviktmoder:

- ✓ Alle sviktmoder for hver funksjon skal identifiseres

Function	Functional Failure
1) Maintain process temperature at 75°C	a) Temperature exceeds 75°C b) Temperature is less than 75°C but greater than 70°C c) Temperature is less 70°C

Bruk aldri det motsatte av funksjon som. F. eks.:

«**Does not** - Maintain process temperature at 75 C»

What is a failure?



3. Hva forårsaker hver Sviktmode? (Failure modes)

- ✓ Alle svikt moder som er «rimelig sannsynlig» for hver funksjons-svikt, skal identifiseres. (ikke alle sviktmoder skal analyseres)
- ✓ Metoden for å avgjøre hva som klassifiseres som «rimelig sannsynlig» for hver svikt-mode, skal være akseptert av eiger av utstyret.
- ✓ Sviktmoder skal identifiseres på et nivå som gjør det mulig å identifisere en passende feilhåndteringspolicy (Vedlikehold):
 - a) Sviktmoder bør håndteres med samme detaljnivå som eiendelen eller systemet vil bli vedlikeholdt.
 - b) Sviktmoder som kan oppstå i en komponent av utstyret eller systemet som ikke kan eller vil bli håndtert individuelt (fordi komponenten er det laveste nivået systemet vil bli reparert og vedlikeholdt på), trenger ikke å listes opp.
 - c) Men hvis komponenten skal demonteres for å håndtere spesifikke interne feilmodi, må disse feilmodiene spesifiseres.

Hva betyr dette?

Sviktmoder analyseres på det nivå en vil utføre vedlikehold for å opprettholde krevd funksjon.

Eksempel; Dersom en vil bytte en hel maskin dersom den feiler, hvorfor skal en da analysere komponentene i maskinen?

3. Hva forårsaker hver Sviktmode? (Failure modes)

Listen av sviktmoder skal inneholde sviktmoder som:

- a) Har skjedd før (ivareta historikk)
- b) Blir ivaretatt av dagens FV program
- c) Ikke har skjedd enda, men som er «rimelig sannsynlig» for de beskrevne driftsparametere.

4. Hva skjer når en sviktmode oppstår?

Lister over sviktmoder bør inkludere enhver ***hendelse eller prosess som sannsynligvis vil forårsake en funksjonsfeil*** (inkludert designfeil og menneskelige feil, enten de er forårsaket av operatører eller vedlikeholdspersonell), med mindre disse hendelsene håndteres tilstrekkelig av prosesser utenom RCM.

Menneskelige feil : Dette punktet blir ofte utelatt i en RCM analyse.

5. På hvilken måte er hver sviktmode viktig? (konsekvens) Failure effect

Hva skjer når en svikt eller feil oppstår?

En skal beskrive Konsekvensen av hver svikt eller feilmode, dersom de oppstår.

5. På hvilken måte er hver sviktmode viktig? (konsekvens) Failure effect

Hva skjer når en svikt eller feil oppstår?

- ✓ En skal beskrive Konsekvensen av hver svikt eller feilmode, dersom de oppstår.
- ✓ Feileffekter skal inkludere all informasjon som er nødvendig for å støtte evalueringen av konsekvensene av feilen, for eksempel:
 - a) Hvilke bevis (hvis noen) for at feilen har oppstått (i tilfelle skjulte funksjoner, hva ville skje hvis en flerfeil oppsto).
 - b) Hva det gjør (hvis noe) for å drepe eller skade noen, eller for å ha en negativ effekt på miljøet.
 - c) Hva det gjør (hvis noe) for å ha en negativ effekt på produksjon eller drift.
 - d) Hvilken fysisk skade (hvis noen) er forårsaket av feilen.
 - e) Hva (hvis noe) må gjøres for å gjenopprette systemets funksjon etter feilen.

Anbefaling: Vurder konsekvens på; Fabrikk nivå, system nivå og lokalt (utstyrs) nivå

Spørsmål 1 – 5 er tilsvarende en FMECA

Hovedforskjellen er detaljnivået i driftskontekst og funksjonsbeskrivelse

SAE JA1011 - terminologi

RCMoppgave type	vedlikeholdstype	Norsk / NS-13306	Ytterligere beskrivelse
Scheduled task	Time based or Failure Finding Maintenance	Forhåndsbestemt vedlikehold.	Failure finding = let etter skjulte feil. Som regel relatert til (sikkerhets) barrierer
On condition task	Condition Based or Predictive Maintenance	Tilstandsbasert og prediktivt vedlikehold	
Scheduled discard task	Time Based Maintenance where a component is replaced irrespective of condition	Forhåndsbestemt vedlikehold.	
Scheduled restoration tasks	Time Based Maintenance where a component is overhauled irrespective of condition	Forhåndsbestemt vedlikehold.	

6. Hva bør gjøres for å forutsi eller forhindre hver sviktmode?

Planlagte oppgaver **med HMS-konsekvenser**:

Ved åpenbar feiltilstand som har sikkerhets- eller miljømessige konsekvenser, skal oppgaven ***redusere sannsynligheten for feiltilstanden til et nivå som er akseptabelt*** for eieren eller brukerne av utstyret.

Ved ***skjult feiltilstand*** der den tilhørende multiple feilen har sikkerhets- eller miljømessige konsekvenser, skal ***oppgaven redusere sannsynligheten for den skjulte feiltilstanden i en grad som reduserer sannsynligheten for den tilhørende multiple feilen*** til et nivå som er akseptabelt for eieren eller brukeren av anlegget

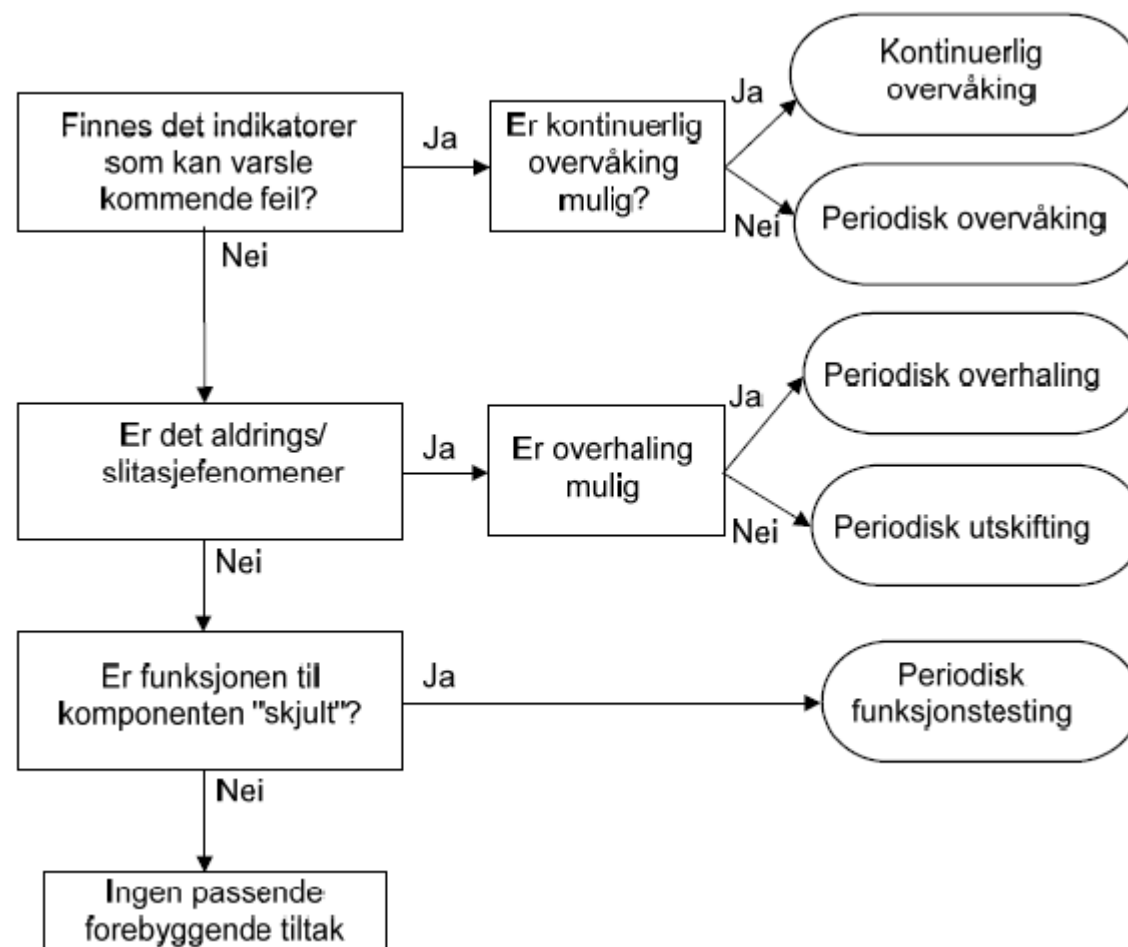
6. Hva bør gjøres for å forutsi eller forhindre hver sviktmode?

Planlagte oppgaver **uten HMS-konsekvenser**:

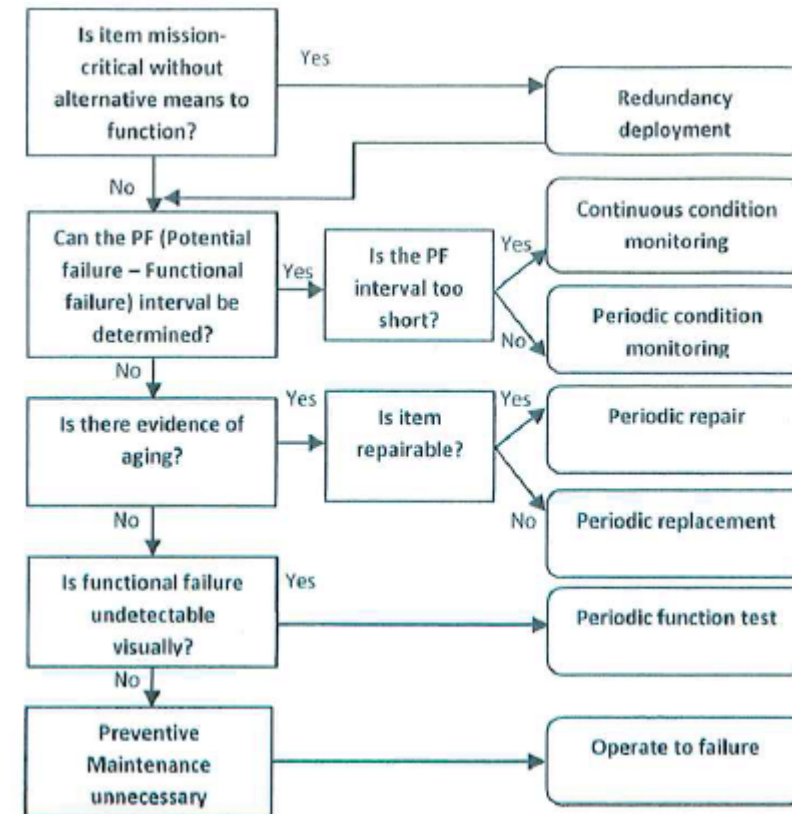
Ved åpenbar feiltilstand som ikke har sikkerhets- eller miljømessige konsekvenser, skal de ***direkte og indirekte kostnadene ved å utføre oppgaven være mindre enn de direkte og indirekte kostnadene ved feiltilstanden*** målt over sammenlignbare tidsperioder.

Ved **skjult feiltilstand** der den tilhørende multiple feilen ikke har sikkerhets- eller miljømessige konsekvenser, ***skal de direkte og indirekte kostnadene ved å utføre oppgaven være mindre enn de direkte og indirekte kostnadene ved den multiple feilen pluss kostnadene ved å reparere den skjulte feiltilstanden*** målt over sammenlignbare tidsperioder

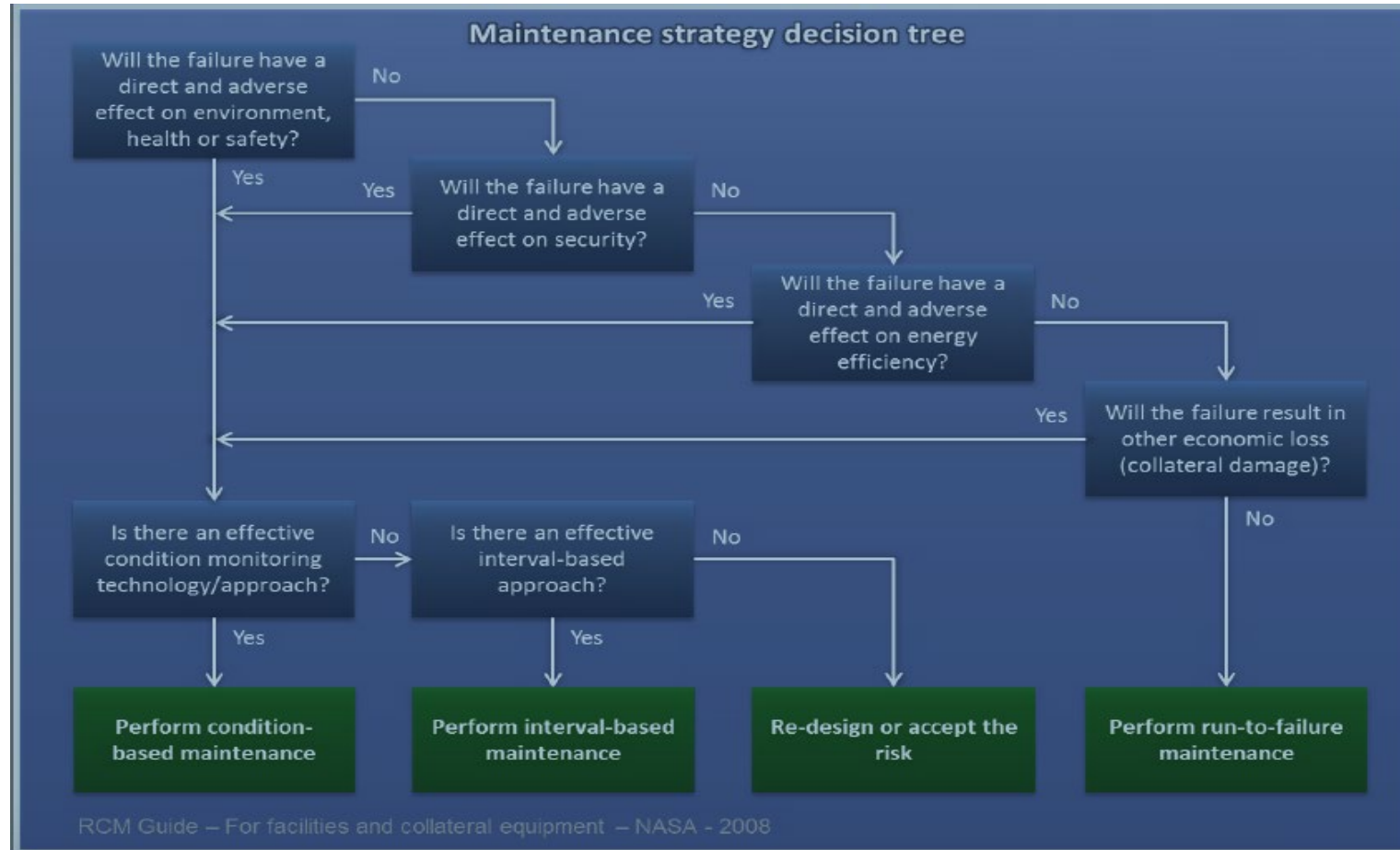
RCM – beslutningsdiagrammer



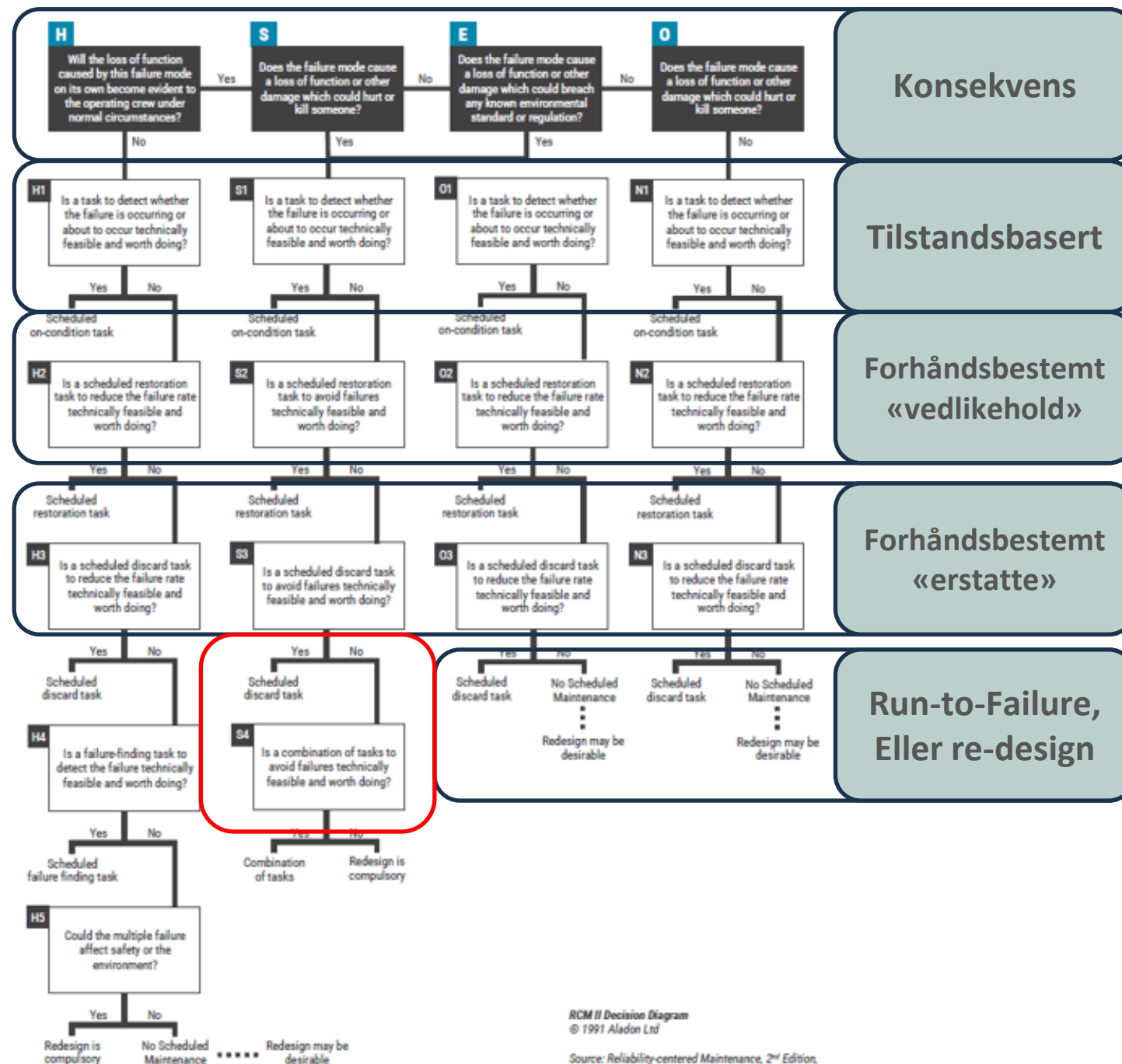
RCM – beslutningsdiagrammer



RCM – beslutningsdiagrammer



6.4 RCM



Er det en kombinasjon av oppgaver som kan være effektive?

Prinsipper for moderne vedlikehold:

1. Aksepter feil
2. De fleste feil er ikke aldersrelaterte
3. Noen feil har større konsekvens en andre
4. Komponenter slites ut, men det er utstyret som havarerer
5. Skulte feil må oppdages
6. Identisk utstyr betyr ikke identisk vedlikehold
7. Gode vedlikeholdsprogrammer sløser ikke med (knappe) ressurser
8. Gode vedlikeholdsprogram blir bedre vedlikeholdsprogram

The end...