



SINTEF Teknologiledelse
Sikkerhet og pålitelighet

Postadresse: 7034 Trondheim
Besøksadresse: Strindveien 4
Telefon: 73 59 27 56
Telefaks: 73 59 28 96

Foretaksnr: NO 948 007 029 MVA

SINTEF RAPPORT

TITTEL

Forebyggende vedlikehold basert på RCM-konseptet

FORFATTER(E)

Hans Jørgen Sæbø, Per Schjøberg

OPPDRAAGSGIVER(E)

Forestia Agnes

RAPPORTNR	GRADERING	OPPDRAAGSGIVERS REF.	
STF38 A98428	Åpen	Geir Birkeland	
GRADERING 1. SIDE	ISBN	PROSJEKTNR.	ANTALL SIDER OG BILAG
Åpen	82-14-004554-3	384089	41/29
ELEKTRONISK ARKIVKODE		PROSJEKTLIDER (NAVN, SIGN.)	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.)
S:\3840\PRO\384089\XHJSB001.DOC		Per Schjøberg	Ragnar Aarø
ARKIVKODE	DATO	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.)	
	98-06-25	Lars Bodsberg, forskningssjef	

SAMMENDRAG

Rapporten inneholder en statusanalyse av forebyggende vedlikehold ved Forestia Agnes.

Rapporten presenterer videre en metodikk for utarbeidelse av forebyggende vedlikehold basert på RCM (Reliability Centered Maintenance) konseptet. Metoden kan deles inn i følgende seks trinn:

1. Identifikasjon av vedlikeholdsenheter
2. Grovanalyse av vedlikeholdsenheter
3. Feilanalyse av kritiske vedlikeholdsenheter
4. Bestemmelse av vedlikeholdstype og intervall
5. Sammenligningsanalyse
6. Etablering av forebyggende vedlikeholdsprogram

Rapporten beskriver hvordan resultatene fra RCM-analysen skal anvendes i bedriftens Edb-baserte vedlikeholdssystem. Det er også beskrevet forslag til tiltak for kontinuerlig forbedring av det forebyggende vedlikeholdet.

Prosjektet er gjennomført innenfor Norges forskningsråds TEFT-program.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Maskinteknikk	Mechanical Engineering
GRUPPE 2	Vedlikehold	Maintenance
EGENVALGTE	Pålitelighetsstyrt vedlikehold	Reliability Centered Maintenance

INNHALDSFORTEGNELSE

Sammendrag	3
1. Innledning	5
1.1 Mål	5
1.2 Bakgrunn	5
1.3 Rapportens oppbygning	5
1.4 Begrensninger	5
2. Statusanalyse forebyggende vedlikehold	6
2.1 Status	6
2.2 Diskusjon av status	6
3. Metodebeskrivelse	8
3.1 Sentrale begrep	8
3.2 Behov ved gjennomføring av analysen	9
3.3 Arbeidsgruppe for gjennomføring av analyse	9
3.4 Aktiviteter	10
3.4.1 Identifikasjon av vedlikeholdsenheter	10
3.4.2 Grovanalyse av vedlikeholdsenheter	10
3.4.3 Feilanalyse av kritisk vedlikeholdsenhet	11
3.4.4 Bestemmelse av vedlikeholdstype og intervall	11
3.4.5 Sammenligningsanalyse	12
3.4.6 Etablering av forebyggende vedlikeholdsprogram	12
4. Prosedyrer	13
4.1 Identifikasjon av vedlikeholdsenheter	13
4.2 Grovanalyse av vedlikeholdsenheter	13
4.3 Feilanalyse av kritisk vedlikeholdsenhet	16
4.4 Bestemme av vedlikeholdstype og intervall	23
4.5 Sammenligningsanalyse	30
4.6 Etablering av forebyggende vedlikeholdsprogram	30
5. Anvendelse av resultater fra analyse	32
6. Kontinuerlig forbedring av resultater fra RCM-analysen	36
7. Videre arbeid	40
8. Referanser	41
Vedlegg 1 Rangering av vedlikeholdsenheter	I
Vedlegg 2 Eksempel på utført RCM-analyse	XXIII

Sammendrag

Forestia Agnes har igangsatt en omfattende satsing på å effektivisere vedlikeholdet. Bedriften har anskaffet et moderne Edb-basert vedlikeholdssystem. Det er ansatt en leder for vedlikeholdsavdelingen som har bred vedlikeholdsteknisk erfaring og kompetanse.

Bedriften ønsker å få oppgradert sin kompetanse på moderne vedlikehold og å ta i bruk moderne vedlikeholdskonsepter, spesielt med fokus på forebyggende vedlikehold (RCM). På grunnlag av dette ble prosjektet ”Forebyggende vedlikehold basert på RCM-konseptet” igangsatt.

Målet med prosjektet er å utvikle en metodikk for et moderne fremtidsrettet forebyggende vedlikehold som skal bidra til bedre inntjening og høy driftssikkerhet.

Prosjektet har vært konsentrert om produksjonslinje 2 ved bedriften og det er utarbeidet en status for forebyggende vedlikehold av denne linjen. Denne statusen konkluderer med at tilgjengeligheten ved prosjektstart er på 85%. I løpet av den tiden prosjektet har pågått har denne tilgjengeligheten økt til 87%.

Det er utviklet en metodikk for utarbeidelse av forebyggende vedlikehold basert på RCM (Reliability Centered Maintenance) konseptet. Metodikken er delt inn i følgende aktiviteter:

1. Identifikasjon av vedlikeholdsenheter.
2. Grovanalyse av vedlikeholdsenheter.
3. Feilanalyse av kritisk vedlikeholdsenhet.
4. Bestemmelse av vedlikeholdstype og intervall.
5. Sammenligningsanalyse.
6. Etablering av forebyggende vedlikeholdsprogram.

I løpet av prosjektet er denne metodikken anvendt på mesteparten av utstyret som inngår i produksjonslinje 2.

Det er i prosjektet gitt en beskrivelse av hvordan resultatene fra RCM-analysen skal anvendes i bedriftens Edb-baserte vedlikeholdssystem. Innlegging av data fra RCM-analysen er påbegynt i løpet av prosjektet. Det er også beskrevet forslag til tiltak for kontinuerlig forbedring av det forebyggende vedlikeholdet.

Det foreslås følgende videre arbeid som følge av dette prosjektet:

Det bør etableres et system for kontinuerlig forbedring av bedriftens vedlikeholdsfunksjon. I dette systemet vil kontinuerlig forbedring av det forebyggende vedlikeholdet være en vesentlig del.

Et slikt system vil være i form av målstyringskonsept for driftssikkerhet og vedlikehold. Utarbeidelsen av et slikt system vil være aktuelt å dele inn i følgende delaktiviteter:

1. Utarbeide målsetting for driftssikkerhet og vedlikehold.
2. Utarbeide indikatorer med akseptkriterier som verifiserer målsettingen.
3. Utarbeide og implementere system for datafangst til beregning av indikatorer.
4. Spesifisere rapporter og søk for analyse av indikatorer og årsaker til avvik.

I tillegg til dette bør det også etableres en møtstruktur for oppfølging og kontinuerlig forbedring av det forebyggende vedlikeholdet. Dette kan være i form av temamøter der de som har vært sentrale i gjennomføringen av RCM-analysen deltar.

Prosjektet er gjennomført innenfor Norges forskningsråds TEFT-program i perioden mai 1997 til juni 1998.

1. Innledning

1.1 Mål

Målet med prosjektet er å utvikle en metodikk for et moderne fremtidsrettet forebyggende vedlikehold som skal bidra til bedre inntjening og høy driftssikkerhet.

1.2 Bakgrunn

Forestia Agnes har igangsatt en omfattende satsing på å effektivisere vedlikeholdet. Bedriften har anskaffet et moderne Edb-basert vedlikeholdssystem. Det er ansatt en leder for vedlikeholdsavdelingen som har bred vedlikeholdsteknisk erfaring og kompetanse.

Bedriften ønsker å få oppgradert sin kompetanse på moderne vedlikehold og å ta i bruk moderne vedlikeholdskonsepter, spesielt med fokus på forebyggende vedlikehold (RCM). Kjennskap til moderne konsepter innen vedlikehold er generelt noe begrenset ved bedriften.

1.3 Rapportens oppbygning

Rapporten er bygd opp på følgende måte:

- ⇒ *Innledning* med beskrivelse av mål, bakgrunn etc.
- ⇒ *Statusanalyse forebyggende vedlikehold* med en beskrivelse av dagens forebyggende vedlikehold og en vurdering av dette med hensyn på framtidig forbedring.
- ⇒ *Metodebeskrivelse* som gir en overordnet beskrivelse av metodikken og hva en har behov for ved gjennomføring.
- ⇒ *Prosedyrer* som i detalj beskriver de ulike analysetrinn i metodikken. Dette er en veiledning som steg for steg angir hva som skal gjøres.
- ⇒ *Anvende resultater fra analyse* som er vurdering av hvordan resultatene fra metodikken skal implementeres i bedriftens Edb-baserte vedlikeholdssystem.
- ⇒ *Kontinuerlig forbedring av det forebyggende vedlikeholdet* som er en beskrivelse av aktuelle tiltak for å utarbeide system for kontinuerlig forbedring.

1.4 Begrensninger

Begrensninger er vesentlig knyttet til av bruken metodikken. Dette vil i første rekke være kunnskap og data om systemene som skal analyseres, og forståelse av de begreper og prosedyrer som anvendes i metodikken.

Videre er metodikken basert på forenklete betraktninger og årsaken til dette er at dataunderlaget for beslutninger er utilstrekkelig eller at ressursbruken til detaljerte betraktninger er så omfattende at det ikke lar seg gjennomføre. Konsekvensen av dette er at man ikke alltid kan forvente optimale beslutninger i første omgang, men at disse gjennomgår en kontinuerlig optimaliseringsprosess ut fra praktiske vurderinger og erfaringer.

2. Statusanalyse forebyggende vedlikehold

2.1 Status

Bedriftens produksjonsanlegg består av to uavhengige produksjonslinjer (linje 1 og linje 2) som produserer forskjellige typer sponplater, i tillegg kommer linjer for etterbearbeiding og interiør. Linje 1 står foran en mulig nedleggelse og det er derfor linje 2 som har høyest prioritet. I denne rapporten er det linje 2 som vil bli videre omtalt.

På linje 2 er det døgnkontinuerlig skift, det vil si en driftstid på 168 timer pr uke. Innen denne driftstiden er det planlagt stopp til utførelse av vedlikehold og renhold totalt ca 0.5 time pr. døgn og 12 timer annenhver uke. I tillegg er det registret i gjennomsnitt 15.5 timer ikke planlagt stopp på linjen hver uke. På grunnlag av disse tallene fås følgende tilgjengelighet for linje 2:

Tilgjengelighet som følge av total stopptid: 85%

Tilgjengelighet som følge av ikke planlagt stopptid: 91%

Produksjonstap som følge av stopp på linje 2 er estimert til ca 10.000 kr pr time, det vil si at utilgjengeligheten for linje 2 representerer en kostnad på 250.000 kr pr uke. I tillegg vil også vrakjøring representere en kostnad, men vrakprosenten ved bedriften er såpass lav at den foreløpig ikke tas hensyn til.

Bedriften har etablert et forebyggende vedlikeholdsprogram som består av smørerutiner, inspeksjoner og vibrasjonsmålinger på lager (SPM-målinger). Dette forebyggende vedlikeholdsprogrammet blir administrert ved hjelp av et Edb-basert smøreprogram (Mobil). Fra smøreprogrammet blir det skrevet ut sjekkelister der vedlikeholdspersonalet kvitterer for utført vedlikehold. Disse utkvitterte listen blir arkivert hos vedlikeholdsleder en viss tid før de makuleres.

Det forebyggende vedlikeholdet utføres etter faste terminer som pr i dag er på 4, 12 og 36 dager. Det forebyggende vedlikeholdet ved bedriften er delt i to kategorier, det som kan utføres under drift og det som må utføres ved stans.

Det som utføres under drift er i hovedsak inspeksjoner der det blant annet kan bli oppdaget feil og mangler som må utbedres ved stans. Dette blir så planlagt utført når det er planlagt stopp annenhver uke. Ansvar for inspeksjon er tillagt en kontrollør ved vedlikeholdsavdelingen.

Det som utføres ved stans er større vedlikeholdsarbeid som i hovedsak utføres ved maskinstans annenhver uke.

Bedriftens vedlikeholdsavdeling består av i alt 12 personer inklusive vedlikeholdsleder, og i tillegg leier bedriften inn en del eksternt personale til å utføre vedlikehold.

2.2 Diskusjon av status

Linje 2 er en produksjonslinje med ingen redundans og så godt som ingen buffer i materialflyten og den er derfor meget følsom for stans. Et kortvarig utfall på et sted i

produksjonslinjen vil raskt medføre at hele linjen stopper. I tillegg er kravet til tilgjengelighet av linje 2 stort da den representerer mesteparten av produksjonen. En eventuell stans vil være vanskelig å kjøre inn, i og med at linje 2 skal være i kontinuerlig drift. Dette medfører også at det heller ikke er rom for å legge vedlikehold i driftspauser og all stopptid av linje 2 vil være tapt produksjonstid.

Tilgjengeligheten på linje 2 som i dag er på 85% bør økes. Dette kan gjøres gjennom effektivisering av det forebyggende vedlikeholdet. Det ligger stort inntjeningspotensiale i økt tilgjengelighet, for hver prosent tilgjengeligheten øker vil dette gi en ekstra inntjening på 16.800 kr pr uke eller 7900.000 kr pr år. (Linje 2 er i drift i 47 uker i løpet av et år).

Dagens forebyggende vedlikehold er systematisk, men det har eksistert over lengere tid uten at det har vært gjort endringer og tilpasninger. Det er derfor aktuelt å ta en systematisk vurdering av produksjonslinjen for å vurdere hva som er optimalt forebyggende vedlikehold. Ved å optimalisere det forebyggende vedlikeholdet kan stopptid til både planlagt og ikke planlagt vedlikehold reduseres.

Den planlagte stopptiden reduseres ved at man fjerner eller reduserer unødvendig eller mindre viktig forebyggende vedlikehold, og den ikke planlagte stopptiden reduseres ved at det forebyggende vedlikeholdet mere effektivt forebygger uforutsette feil.

(Når denne rapporten skrives har prosjektet vart i ca et år og metodikken har blitt anvendt på mesteparten av utstyret på linje 2. Tilgjengeligheten på linje 2 har i løpet av den tiden økt fra 85% til 87% . Det kan være flere årsaker til denne økningen i tilgjengeligheten, men dette prosjektet anses å være et vesentlig bidrag.)

3. Metodebeskrivelse

Det er her gitt en overordnet beskrivelse av metodikken for å utarbeide et optimalt forebyggende vedlikehold. I dette innbefatter følgende:

- Definisjon av sentrale begrep
- Behov ved gjennomføring av analyse
- Arbeidsgruppe for gjennomføring av analyse
- Hovedaktiviteter

Selve metodikken er basert på RCM-prinsippet. Det vil si at det er utstyrets funksjoner og konsekvensene av at disse funksjonene feiler som skal avgjøre hva som er optimalt vedlikehold. Dette betyr at samme type utstyr kan ha forskjellig vedlikehold avhengig av hvilke funksjoner det ivaretar og hvilke konsekvenser det har at disse feiler.

3.1 Sentrale begrep

Følgende sentrale begrep er definert for gjennomføring av metodikken:

Vedlikeholdsenhet: Det nivået i systemhierarkiet hvor det blir foreskrevet og rapportert vedlikehold. Det vil med andre ord si den minste sammensetning av komponenter som vanligvis blir vedlikeholdt sammen.

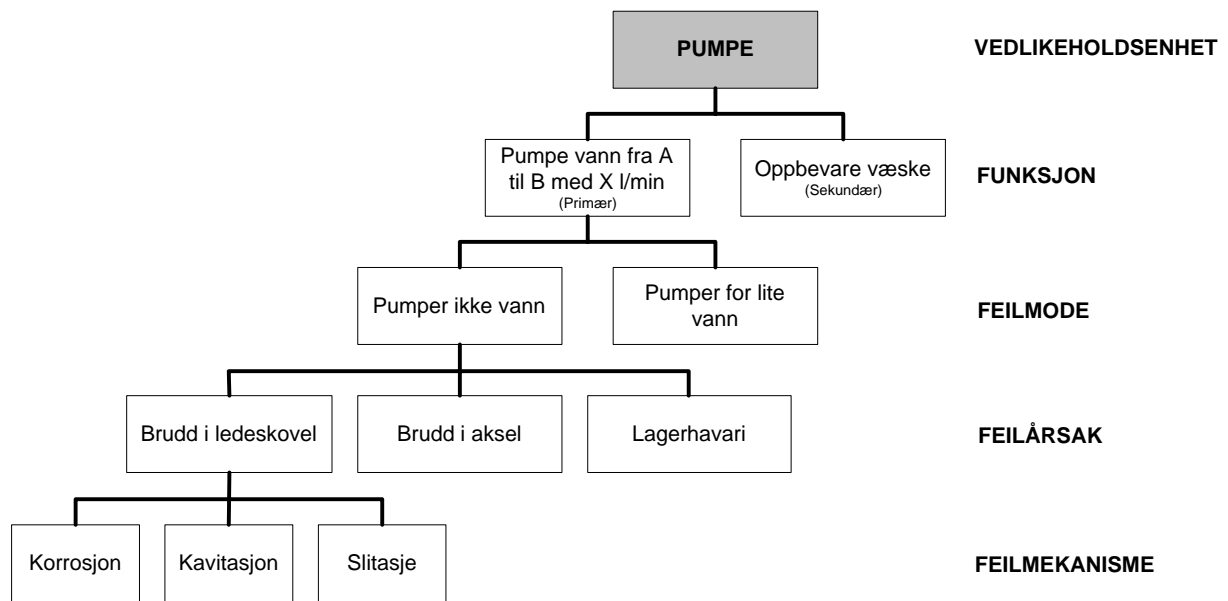
Funksjon: De normale eller karakteristiske "arbeidsoppgaver" til en enhet.

Feilmode: Den måten en feil opptrer på. En feilmode kan med andre ord observeres "utenfra" ved at enheten ikke kan utføre de forventede funksjonene eller at disse blir feil utført.

Feilårsak: En feilårsak er de omstendigheter som fører til at feilmoden oppstår.

Feilmekanisme: En feilmekanisme er fysiske, kjemiske eller andre prosesser som fører til en feilårsak.

Det er i figur 3.1 vist et eksempel på sammenhengen mellom begrepene som er definert ovenfor.



Figur 3.1 Eksempel på feilhierarki

3.2 Behov ved gjennomføring av analysen

Ved gjennomføring av analysen er det behov for følgende:

- En prosjektplan med beskrivelse av mål, tids- og ressursforbruk og omfang av analysen. Denne prosjektplanen må være forankret i ledelsen slik at den er sikret gjennomføring.
- En prosedyresamling som viser hvordan analysen skal gjennomføres.
- En arbeidsgruppe bestående av personell med relevant kompetanse. Arbeidsgruppen må ha gjennomgått opplæring i metodikken for å oppnå forståelse og motivasjon for gjennomføring.
- Relevant informasjon om systemet eller utstyret metodikken skal anvendes på. Dette innbefatter blant annet tekniske systembeskrivelser, driftsmessige og miljømessige betingelser, pålitelighets- og vedlikeholdsdata samt personlige erfaringer.

3.3 Arbeidsgruppe for gjennomføring av analyse

Da metodikken baserer seg på vurderinger utført av personale med relevant kunnskap (ekspertvurderinger), er det viktig at det etableres en arbeidsgruppe bestående av personer med de riktige forutsetninger (erfaring og kompetanse) til å gjennomføre analyse. En arbeidsgruppe bør bestå av både ledende personell (drift og vedlikehold) og fagpersonell fra forskjellige fagkategorier. Arbeidsgruppens sammensetning kan varieres noe avhengig av behovet for "ekspertvurderinger" (systemavhengig).

I tillegg til dette personalet bør en person med erfaring og detaljert kunnskap om metodikken inngå i arbeidsgruppen (eller være en ressursperson for gruppen). Denne personen skal sikre at:

- Metodikken utføres etter de riktige prosedyrer
- Arbeidsgruppens medlemmer kommer til enighet
- Alle aktuelle objekter (utstyr) inngår i analysen
- Metodikken gjennomføres i henhold til plan
- Dokumentasjon på gjennomført analyse er komplett

3.4 Aktiviteter

Det er her gitt en overordnet beskrivelse av de aktiviteter metodikken består av. Disse aktivitetene er detaljert beskrevet i kapittel 4 i form av konkrete prosedyre.

Metodikken er delt inn i følgende aktiviteter:

1. Identifikasjon av vedlikeholdsenheter
2. Grovanalyse av vedlikeholdsenheter
3. Feilanalyse av kritisk vedlikeholdsenhet
4. Bestemmelse av vedlikeholdstype og intervall
5. Sammenligningsanalyse
6. Etablering av forebyggende vedlikeholdsprogram

3.4.1 Identifikasjon av vedlikeholdsenheter

Denne aktiviteten går ut på å utarbeide et systemhierarki for utstyret. Et bestemt nivå i dette systemhierarkiet defineres så for vedlikeholdsenheter, der de blir identifisert.

3.4.2 Grovanalyse av vedlikeholdsenheter

På grunn av at metodikken er tids- og ressurskrevende og gjennomføre, har denne aktiviteten som mål å skille de kritiske vedlikeholdsenhetene fra de mindre kritiske slik at metodikken anvendes der det er mest kritisk.

I denne aktiviteten gjøres en grov og overordnet vurdering av samtlige vedlikeholdsenheter med hensyn på HMS, tilgjengelighet og kvalitet. Vedlikeholdsenhetene får en karakter for hvert av de gitte kriteriene og på grunnlag av dette utarbeides en rangering av vedlikeholdsenhetene. På grunnlag av denne rangeringen velges de mest kritiske vedlikeholdsenhetene ut til en detaljert analyse, de øvrige som er mindre kritiske skal ikke analyseres videre og de beholder sitt eksisterende vedlikehold.

3.4.3 Feilanalyse av kritisk vedlikeholdsenhet

Denne aktiviteten utføres kun på de vedlikeholdsenhetene som i grovanalysen er vurdert som kritiske. Dette er en analyse av hver kritisk vedlikeholdsenhet for å kartlegge funksjoner med tilhørende feilmoder, feilårsaker og feilmekanismer. Hver kombinasjon av feilmode, feilårsak og feilmekanisme gis en kritikalitet på grunnlag av konsekvens og hyppighet. Dette skal videre avgjøre om det er nødvendig med forebyggende vedlikehold.

De viktigste spørsmål som skal besvares i denne aktiviteten er følgende:

- a) Hva er funksjonene til enhetene som skal analyseres, og hvilke ytelseskrav foreligger under de gjeldende operasjonelle betingelser? →**Funksjoner**
- b) På hvilke måter kan enhetene feile i å utføre sin tiltenkte funksjon? →**Feilmoder**
- c) Hva er årsakene til feil (feilmode)? →**Feilårsaker og feilmekanismer**
- d) Hva skjer når en feil (feilmode) inntreffer? →**Feilkonsekvens**
→**Kritikalitet**
- e) Hvor ofte inntreffer feilen (feilmode)? →**Feilhyppighet**

3.4.4 Bestemmelse av vedlikeholdstype og intervall

I denne aktiviteten gjøres valg av type vedlikeholdsaktivitet med bruk av en beslutningslogikk (se figur 4.4.1). Dette er et beslutningstre bestående av en rekke spørsmål som en ved å besvare vil ende opp med en anbefalt type vedlikeholdsaktivitet. Aktivitetene er som følger:

- **Pk** - Planlagt korrigerende vedlikehold (Kjør til feil)
- **Ti** - Periodisk test/inspeksjon
- **Ok** – Operatør- eller kontrollsystem-overvåking
- **Tk** - Periodisk tilstandskontroll (instrumentert eller ved inspeksjon)
- **Os** - Periodisk overhaling, service
- **Ut** - Periodisk utskifting
- **Ev** - Evaluering på grunnlag av kritikalitet (Ingen direkte anbefalt aktivitet)

Det siste alternativet (ingen direkte anbefalt aktivitet) indikerer at analysen ikke gir en klar avgjørelse for hvilken vedlikeholdstype som bør benyttes. I slike tilfeller må en vurdere alternative løsninger som f.eks kombinasjon av aktiviteter, modifikasjoner etc.

For periodiske aktiviteter skal en videre bestemme intervall mellom vedlikeholdsaktivitetene. Valg av intervall baseres på kritikalitet av feilmoden, kunnskap om levetidskarakteristikk osv.

3.4.5 Sammenligningsanalyse

I denne aktiviteten gjennomføres en sammenligning av de nye vedlikeholdsaktivitetene og et eventuelt eksisterende vedlikeholdsprogram for å gjøre et endelig valg av vedlikeholdsaktivitet.

3.4.6 Etablering av forebyggende vedlikeholdsprogram

I denne aktiviteten systematiseres vedlikeholdsaktivitetene med hensyn på intervall og vedlikeholdsenhet slik at de utgjør et forebyggende vedlikeholdsprogram.

4. Prosedyrer

Det er her gitt en detaljert beskrivelse av de enkelte aktiviteter i metodikken. Dette er en veiledning som steg for steg angir hva som skal gjøres når metodikken anvendes.

4.1 Identifikasjon av vedlikeholdsenheter

Ved bedriften er det utarbeidet et systemhierarki og det er besluttet at nivå fire (objekt) skal være nivået for vedlikeholdsenheter da det er på dette nivået det blir rapportert og foreskrevet vedlikehold. Vedlegg 1 viser alle vedlikeholdsenheter som inngår i linje 2.

I og med at systemhierarkiet er lagt inn på Edb-basert vedlikeholdssystem vil identifikasjonen av vedlikeholdsenhetene være å ta utskrift av nivå fire. Vedlikeholdsenhetene skal ikke være identifisert samlet for hele bedriften, men de skal være sortert pr avdelingsnummer da metodikken skal gjennomføres pr avdeling.

Resultatet av aktiviteten vil være en oversikt over samtlige vedlikeholdsenheter pr avdeling, dette vil være i form av en utskrift fra det Edb-baserte vedlikeholdssystemet der objekter pr avdeling er listet opp.

4.2 Grovanalyse av vedlikeholdsenheter

I denne aktiviteten gjøres en overordnet vurdering av hvor kritiske hver vedlikeholdsenhet er med hensyn på HMS, tilgjengelighet og kvalitet. For hvert av kriteriene gis en karakter, tabell 4.2.1, 4.2.2 og 4.2.3 viser hvilke vurderinger som ligger til grunn for de enkelte karakterene.

Tabell 4.2.1: Vurdering av konsekvens m.p.h HMS (Helse, Miljø og Sikkerhet)

HMS	
Vurdering	Karakter
Feil eller avvik på vedlikeholdsenheten medfører ingen fare for brann, utslipp eller skader (umulig at det medfører fare)	0
Feil eller avvik på vedlikeholdsenheten medfører mulig fare for brann, utslipp eller skader (lite sannsynlig, men kan ikke utelukkes)	1
Feil eller avvik på vedlikeholdsenheten medfører liten fare for brann, utslipp eller skader (faren er tilstede, men den er liten)	2
Feil eller avvik på vedlikeholdsenheten medfører fare for brann, utslipp eller skader (sannsynlig, men ikke sikkert at fare vil oppstå)	3
Feil eller avvik på vedlikeholdsenheten medfører stor fare for brann, utslipp eller skader (så godt som sikkert at fare vil oppstå)	4

Tabell 4.2.2: Vurdering av konsekvens m.p.h tilgjengelighet

Tilgjengelighet	
Vurdering	Karakter
Feil eller avvik på vedlikeholdsenheten medfører ingen eller ubetydelig stans	0
Feil eller avvik på vedlikeholdsenheten medfører stans på inntil 15 min	1
Feil eller avvik på vedlikeholdsenheten medfører stans på inntil 8 timer eller stans på inntil 15 min forekommer svært ofte	2
Feil eller avvik på vedlikeholdsenheten medfører stans på over 8 timer eller stans på inntil 8 timer forekommer svært ofte	3

Tabell 4.2.3: Vurdering av konsekvens m.p.h kvalitet

Kvalitet	
Vurdering	Karakter
Feil eller avvik på vedlikeholdsenheten gir ingen eller ubetydelig påvirkning av kvaliteten	0
Feil eller avvik på vedlikeholdsenheten påvirker kvaliteten i liten grad	1
Feil eller avvik på vedlikeholdsenheten påvirker kvaliteten	2
Feil eller avvik på vedlikeholdsenheten påvirker kvaliteten i stor grad	3

Denne grovanalysen skal utføres av personale som har en sammensetning som tilsvarer arbeidsgruppe for gjennomføring av analyse. Det er ikke nødvendig at vurderingene gjøres i en gruppe, men det endelige resultat av grovanalysen skal være en vurdering der alle individuelle vurderinger er satt sammen til en samlet vurdering. Vurderingene dokumenteres ved å benytte en tabell av tilsvarende format som tabell 4.2.4.

Tabell 4.2.4: Grovanalyse av vedlikeholdsenheter pr avdeling

Grovanalyse av vedlikeholdsenheter pr avdeling				
Nummer	Vedlikeholdsenhet	HMS	Tilgj.	Kvalitet

De enkelte feltene i tabellen fylles ut som følger:

I feltet **Nummer** skrives objektnummeret på fjerde nivå i systemhierarkiet.

I feltet **Vedlikeholdsenhet** skrives objektbeskrivelsen fra systemhierarkiet.

I feltene **HMS**, **Tilgj** og **Kvalitet** skrives den karakteren vedlikeholdsenheten er vurdert til å få med hensyn på kriteriene HMS, tilgjengelighet og kvalitet.

Når samtlige vedlikeholdsenheter er vurdert, skal det gjøres en rangering av vedlikeholdsenhetene etter den karakter de får på HMS, sum av karakterene for tilgjengelighet og kvalitet og sum for samtlige kriterier.

Tabell 4.2.5, 4.2.6 og 4.2.7 viser tabeller for rangering av vedlikeholdsenheter.

Tabell 4.2.5: Rangering av vedlikeholdsenheter med hensyn på HMS

Rangering av vedlikeholdsenheter med hensyn på HMS		
Nummer	Vedlikeholdsenhet	Rangering

Tabell 4.2.6: Rangering av vedlikeholdsenheter med hensyn på tilgjengelighet og kvalitet

Rangering av vedlikeholdsenheter med hensyn på tilgjengelighet og kvalitet		
Nummer	Vedlikeholdsenhet	Rangering

Tabell 4.2.7: Rangering av vedlikeholdsenheter med hensyn på samtlige kriterier

Rangering av vedlikeholdsenheter med hensyn på samtlige kriterier		
Nummer	Vedlikeholdsenhet	Rangering

I feltet **Rangering** skrives verdien for henholdsvis HMS, sum av tilgjengelighet og kvalitet og sum for samtlige kriterier. Vedlikeholdsenhetene rangeres i dette feltet ved at de vedlikeholdsenhetene som har høyest verdi skrives først. For de vedlikeholdsenhetene som har samme verdi skal den vedlikeholdsenheten med lavest nummer for underavdeling skrives først. Dersom karakter og nummer for underavdeling er likt skal lavest løpenummer skrives først.

Når alle vedlikeholdsenheten er rangert, må det gjøres en total vurdering på hvilke vedlikeholdsenheter som anses å være så kritiske at de skal gå videre til en detaljert analyse.

Resultatet av grovanalysen av vedlikeholdsenheter er i vedlegg 1. På grunnlag av det samlede resultat fra denne analysen er det besluttet at vedlikeholdsenheter som har total rangering fra 4 og oppover skal ha detaljert analyse, dette utgjør ca halvparten av vedlikeholdsenhetene.

På grunn av et relativt stort antall vedlikeholdsenheter, er rangeringen i vedlegg 1 utført ved hjelp av et regnearkprogram.

4.3 Feilanalyse av kritisk vedlikeholdsenhet

Denne aktiviteten består i å kartlegge alle funksjoner på kritiske vedlikeholdsenheter med tilhørende feilmøder, feilårsaker og feilmekanismer. For hver kombinasjon av feilmøde, feilårsak og feilmekanisme gis en kritikalitet på grunnlag av konsekvens og hyppighet. Dette skal videre avgjøre om det er nødvendig med forebyggende vedlikehold. Vedlegg 2 viser eksempel på utført RCM-analyse.

For å utføre denne analysen skal det benyttes et eget skjema som heter feilanalyse av kritisk vedlikeholdsenhet. Dette skjemaet er presentert i tabell 4.3.6, det er nedenfor gitt en veiledning i hvordan de enkelte feltene i tabellen skal fylles ut.

De enkelte feltene/kolonnene i skjemaet **FEILANALYSE AV KRITISK VEDLIKEHOLDSENHET** skal fylles ut som følger:

Avdeling

Her skrives navnet på avdelingen vedlikeholdsenheten hører inn under.

Nummer

Her skrives nummerkoden på vedlikeholdsenheten slik den er definert i bedriftens anleggsstruktur.

Vedlikeholdsenhet

Her skrives navnet på vedlikeholdsenheten, dette er det samme som objektbeskrivelse i anleggsstrukturen.

Funksjon

Her skal vedlikeholdsenhetens funksjon eller funksjoner noteres. I denne kolonnen er det to delkolonner, Nr og T. I delkolonne **Nr** nummereres vedlikeholdsenhetens funksjoner fra 1 og oppover. I delkolonne **T** skal det angis hvilken type funksjon det er. Siden identifisering av funksjoner er en meget viktig del av analysen skal det her redegjøres nærmere for de forskjellige typer funksjoner som skal vurderes.

PRIMÆR FUNKSJON [P]

Primær funksjon (noteres med bokstaven **P** i delkolonne **T**) er den funksjonen vedlikeholdsenheten i utgangspunktet er bestemt til å utføre. Dette er med andre ord årsaken til at vedlikeholdsenheten eksisterer. Navnet på vedlikeholdsenheten vil ofte være assosiert med dens primære funksjon (f.

eks en separator har som primær funksjon å separere noe). Som regel er det bare en primær funksjon pr vedlikeholdsenhet.

SEKUNDÆR FUNKSJON [S]

Sekundær funksjon (noteres med bokstaven S i delkolonne **T**) er en funksjon som vedlikeholdsenheten primært sett ikke er tiltenkt å utføre, men som kommer i tillegg. I mange tilfeller kan en sekundær funksjon være like viktig som en primær funksjon. En vedlikeholdsenhet har ofte flere sekundære funksjoner. Det skal her beskrives de mest relevante sekundære funksjoner som bør vurderes.

Oppbevare eller beholde

Et hvert utstyr som transporterer et medium vil ha som sekundær funksjon å oppbevare eller holde på dette mediet. F.eks vil en pumpe som har som primær funksjon å transportere en væske fra A til B, ha som sekundær funksjon å holde denne væsken inne i pumpehuset slik at den ikke lekker ut.

Støtte eller bærende funksjon

Et utstyr kan på grunn av sin konstruktive oppbygging ha en støtte eller bærende funksjon for annet utstyr. En vegg som har som primær funksjon å adskille to rom kan ha som sekundær funksjon å være bærende element for gulvet i etasjen over.

Visuelle funksjoner

En vedlikeholdsenhet kan ofte være malt og/eller skiltet for å ivareta spesielle visuelle funksjoner. Som regel er det sikkerhetsmessige hensyn som ligger til grunn for dette. Vernefarger på løfte- og transportutstyr er et eksempel.

Hygieniske funksjoner

Utstyr som behandler et medium som ikke må utsettes for forurensning eller annen påvirkning vil ha en hygienisk funksjon som sekundær funksjon for å ivareta dette. Dette gjelder spesielt utstyr som har med næringsmiddel, legemiddel og kjemikalier å gjøre.

Målefunksjon.

Dette er funksjoner som måler aktuelle verdier for vedlikeholdsenhetens primære funksjon og som dermed er kritiske for styring og overvåking. Trykk, temperatur, væskestrøm, væsknivå er typiske verdier.

BESKYTTENDE FUNKSJON [B]

For å forhindre uheldige konsekvenser av at feil eller andre uønskede situasjoner oppstår, er vedlikeholdsenheter ofte utstyrt med beskyttende funksjoner (noteres med bokstaven B i delkolonne **T**). Spesielt på komplekst utstyr der det kan oppstå mange forskjellige feil og konsekvensen av disse kan være alvorlig, er det viktig å ha beskyttende funksjoner.

En beskyttende funksjon som skal hindre uheldige konsekvenser når en feil oppstår vil som regel ikke være aktiv før den eventuelle feilen oppstår. Dette medfører at en feil på en slik funksjon ikke kan registreres når det øvrige utstyret fungerer normalt. F.eks. vil man ikke oppdage at det er en feil med brannalarmen før en eventuell brann oppstår. Denne typen feil kalles for skjult feil.

Beskyttende funksjoner kan deles inn i tre forskjellige kategorier, dette er som følger.

Eliminere kritiske tilstander

Dette er et utstyr/funksjon som gjør det umulig for en kritisk tilstand å oppstå. Eksempel på slike funksjoner er sikkerhetsventil, elektrisk sikring osv.

Dette kan også være funksjoner som har til hensikt å alarmere eller varsle operatører når en unormal tilstand er oppstått. Dette gjøres ved at det er montert sensorer på utstyret som gir impulser til et alarm eller varselanlegg når en gitt verdi har nådd en kritisk størrelse, f.eks. for høy temperatur. Det kan også være stopp eller nedstengning av anlegget når sensorene registrerer en kritisk størrelse.

Ta over en funksjon som har feilet

Dette er utstyr/funksjon som kan erstatte et bortfall av en funksjon enten i form av redundans (utstyr i parallell) eller et stand-by system som kobler inn når det primære utstyret svikter.

Forhindre at farlige situasjoner oppstår

Dette er utstyr/funksjon som forhindrer muligheten for å komme i en farlig situasjon. Dette er som regel i form av verneinnretninger, dvs barrierer som forhindrer mennesker eller teknisk utstyr i å bli eksponert for fare.

Her går det fram at det kan det være mange mulig funksjoner en vedlikeholdsenhet skal ivareta. På en komplisert enhet kan det bli mange funksjoner å forholde seg til, og det kreves derfor en del innsats å gjennomføre en slik funksjonsspesifisering.

En annen ting som er viktig å ta hensyn til når funksjoner skal spesifiseres er hvilke krav det stilles til funksjonen. Det er ikke alltid tilstrekkelig å si at en pumpe skal transportere et medium fra A til B, det bør også angis hvor mye den skal kunne transportere pr. tidsenhet og eventuelt med hvilket energiforbruk.

Feilmode

Her skal aktuelle feilmoder for den enkelte funksjon noteres. I denne kolonnen er det en delkolonne, **Nr.** Her noteres nummeret for feilmoden. For hver funksjon, nummereres feilmodene fra 1 og oppover. Det skal her skilles mellom tre måter (kategorier av feilmoder) en funksjon kan feile på, dette er som følger:

Totalt bortfall av funksjon

Dette vil si at funksjonen opphører i sin helhet.

Ufullstendig funksjon

Dette vil si at funksjonen ikke er tilfredsstillende. I et slikt tilfelle er det viktig å vite hvilke krav som stilles til funksjonen. F.eks vil en pumpe som skal pumpe et medium fra A til B med en bestemt mengde pr. tidsenhet, gi en ufullstendig funksjon hvis den pumper bare halvparten av denne mengden.

Feilaktig funksjon

Dette vil si at funksjonen ikke ivaretar sin hensikt gjennom f.eks at brannalarmen slår inn umotivert eller at en reguleringsventil åpner og lukker ved feil trykk.

Feilårsak

Her skal aktuelle feilårsaker for den enkelte feilmode skrives. I denne kolonnen er det en delkolonne, **Nr.** Her skrives nummeret for feilårsaken. For hver feilmode, nummereres feilårsakene fra 1 og oppover. En feilårsak er her definert som de omstendigheter som fører til at en feilmode oppstår og en feilmode kan ha flere feilårsaker.

For å illustrere dette med et eksempel kan vi ta utgangspunkt i en pumpe der feilmoden er at den ikke transporterer vann fra A til B. En feilårsak til dette kan være brudd i skovl, en annen kan være brudd i pumpens drivaksel.

Feilmekanisme

Her skrives aktuelle feilmekanismer som føre til de enkelte feilårsaker. I denne kolonnen er det en delkolonne, **Nr.** Her skrives nummeret for feilmekanismen. For hver feilårsak, nummereres feilmekanismene fra 1 og oppover. En feilmekanisme er her definert som en fysisk, kjemisk eller annen prosess som fører til en feilårsak. For en feilårsak kan det være flere feilmekanismer.

For å illustrere dette med et eksempel kan vi ta utgangspunkt i en pumpe der en feilårsak er brudd i skovl. En aktuell feilmekanisme for denne feilårsaken kan være utmatting, men det kan også tenkes andre feilmekanismer som kavitasjon og korrosjon.

Feilkonsekvens

Her skal det gis en beskrivelse av hvilken konsekvens det har for avdelingen vedlikeholdsenheten hører inn under at kombinasjon av feilmode, feilårsak og feilmekanisme oppstår. Konsekvensen skal beskrives med hensyn på følgende kriterier:

- Helse, miljø og sikkerhet
- Stans i produksjonen ved avdelingen
- Kvalitetesavvik eller vrak

Kritikalitet

Her skal det på basis av gitte kriterier gis en målsetting av konsekvensen det har for avdelingen at kombinasjonen av feilmode, feilårsak og feilmekanisme oppstår. De gitte kriteriene er representert i de enkelte delkollonner **HMS**, **H**, **T**, **K** og **KE**. De beskrives som følger:

HMS

Her skal konsekvens med hensyn på helse, miljø og sikkerhet målsettes med en karakter fra 0 til 4, tabell 4.3.1 viser hvilke vurderinger som skal ligge til grunn for de enkelte karakterene.

Tabell 4.3.1: Vurdering av feilmode med hensyn til HMS

Vurdering av feilmode med hensyn til HMS

Vurdering	Karakter
Ingen fare for brann, utslipp eller skader (umulig at det medfører fare)	0
Mulig fare for brann, utslipp eller skader (lite sannsynlig, men kan ikke utelukkes)	1
Liten fare for brann, utslipp eller skader (faren er tilstede, men den er liten)	2
Fare for brann, utslipp eller skader (sannsynlig, men ikke sikkert at fare vil oppstå)	3
Stor fare for brann, utslipp eller skader (så godt som sikkert at fare vil oppstå)	4

H

Her skal hyppigheten av at kombinasjon feilmode, feilårsak og feilmekanisme oppstår målsettes med en karakter fra 0 til 3, tabell 4.3.2 viser hvilke vurderinger som skal ligge til grunn for de enkelte karakterene. Vurderingen skal gjøres under forutsetning av at det ikke utføres forebyggende vedlikehold. Dette er i mange tilfeller en tenkt situasjon da det ofte er et forebyggende vedlikehold som utføres.

Tabell 4.3.2: Vurdering av feilmode med hensyn til hyppighet

Vurdering av feilmode med hensyn til hyppighet	
Vurdering	Karakter
En eller flere ganger i løpet av ett år	0
En eller flere ganger i løpet av ett til ti år	1
Hvert tiende år eller sjeldnere	2

T

Her skal stans i produksjonen som følge av at kombinasjon feilmode, feilårsak og feilmekanisme oppstår målsettes med en karakter fra 0 til 3, tabell 4.3.3 viser hvilke vurderinger som skal ligge til grunn for de enkelte karakterene.

Tabell 4.3.3: Vurdering av feilmode med hensyn til produksjonsstans (tilgjengelighet)

Vurdering av feilmode med hensyn til produksjonsstans (tilgjengelighet)	
Vurdering	Karakter
Stans under 15 min	0
Stans på 15 min - 1 time	1
Stans på inntil 1 - 8 timer	2
Stans på over 8 timer	3

K

Her skal kvalitetsavvik eller vrak som følge av at kombinasjon feilmode, feilårsak og feilmekanisme oppstår målsettes med en karakter fra 0 til 3, tabell 4.3.3 viser hvilke vurderinger som skal ligge til grunn for de enkelte karakterene.

Tabell 4.3.4: Vurdering av feilmode med hensyn til kvalitet

Vurdering av feilmode med hensyn til kvalitet

Vurdering	Karakter
Ingen eller ubetydelig påvirkning av kvaliteten	0
Påvirker kvaliteten i liten grad	1
Påvirker kvaliteten	2
Påvirker kvaliteten i stor grad	3

F

Her skal kostnader av materielle tap (følgekostnader) som følge av at kombinasjon feilmode, feilårsak og feilmekanisme oppstår målsettes med en karakter fra 0 til 3, tabell 4.3.3 viser hvilke vurderinger som skal ligge til grunn for de enkelte karakterene. Karakteren av følgekostnader er relatert til tilsvarende kostnader ved produksjonsstans.

Tabell 4.3.5: Vurdering av feilmode med hensyn til materielle tap (følgekostnader)

Vurdering av feilmode med hensyn til materielle tap (følgekostnader)	
Vurdering	Karakter
Under 2000 kr	0
2000kr – 7500 kr	1
7500kr – 60000 kr	2
Over 60000 kr	3

KF

Her skal kritikalitetsfaktor med hensyn på tilgjengelighet, kvalitet og følgekostnader skrives. Kritikalitetsfaktoren beregnes ved at karakteren for tilgjengelighet, kvalitet og følgekostnader summeres, deretter trekkes karakteren for hyppighet ifra denne summen.

Dette kan illustreres med følgende eksempel:

En kombinasjon av feilmode, feilårsak og feilmekanisme oppstår en eller flere ganger i løpet av ett til tre år og får derfor karakteren 1 for hyppighet. Med hensyn på tilgjengelighet (produksjonsstans) får denne kombinasjonen karakteren 2 og med hensyn på kvalitet og følgekostnader karakteren 0, summen av disse tre karakterene blir 2. Trekkes karakteren for hyppighet ifra denne summen blir tallet 1, som da blir kritikalitetsfaktoren.

Tabell 4.3.6: Feilanalyse av kritisk vedlikeholdsenhet

FEILANALYSE AV KRITISK VEDLIKEHOLDSENHET															
Avdeling:			Nummer:				Vedlikeholdsenhet:								
Funksjon		Feilmode		Feilårsak		Feilmekanisme		Feilkonsekvens		Kritikalitet					
Nr	T	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	Nr	HMS	H	T	K	F	KF		
Kommentarer:															

4.4 Bestemme av vedlikeholdstype og intervall

I denne aktiviteten gjøres valg av vedlikeholdstype med bruk av beslutningslogikk som er vist på figur 4.4.1. Dette er et beslutningstre bestående av flere spørsmål som skal besvares med ja eller nei og vil lede til en beslutning om anbefalt vedlikehold. Denne beslutningslogikken har sine begrensninger i at det ikke alltid er like klart om det skal svares ja eller nei på de enkelte spørsmålene. I enkelte tilfeller kan svaret være et "både og" alternativ og i slike tilfeller bør det gjøres en kritisk vurdering av de beslutninger logikken ender opp med.

I tillegg til å velge vedlikeholdsaktivitet skal det videre bestemmes intervall for periodiske aktiviteter og hvilken tilgang på reservedeler som er nødvendig.

For å utføre denne aktiviteten skal det benyttes et eget skjema som heter "Bestemme vedlikeholdstype og intervall". Dette skjemaet er presentert i tabell 4.4.3, det er nedenfor gitt en veiledning i hvordan de enkelte feltene i tabellen skal fylles ut.

De enkelte feltene/kolonnene i skjemaet **BESTEMME VEDLIKEHOLDSTYPE OG INTERVALL** skal fylles ut som følger:

Avdeling

Her skrives navnet på avdelingen vedlikeholdsenheten hører inn under.

Nummer

Her skrives nummerkoden på vedlikeholdsenheten slik den er definert i bedriftens anleggsstruktur.

Vedlikeholdsenhet

Her skrives navnet på vedlikeholdsenheten og dette er det samme som objektbeskrivelse i anleggsstrukturen.

Feilnummer

De respektive nummer for funksjon, feilmode, feilårsak og feilkonsekvens fra skjema **FEILANALYSE AV KRITISK VEDLIKEHOLDSENHET** settes sammen til et firesifret nummer som identifiserer kombinasjonen funksjon, feilmode, feilårsak og konsekvens. Dette nummeret skrives i denne kolonnen.

Beslutningslogikk

Her skal det dokumenteres hvilke svar de enkelte spørsmål i beslutningslogikken har fått og hvilken vedlikeholdstype dette har ledet til. Dette skal gjøres for at det i etterhånd skal være mulig å se hvilke vurderinger som er gjort.

I dette feltet er det åtte delkolonner som er nummerert fra **1** til **8**, disse delkolonnen representerer de enkelte spørsmålene i beslutningslogikken med tilsvarende nummer. I hver av disse delkolonnene skrives J hvis det er svart ja og N hvis det er svart nei. Dersom et spørsmål

ikke er aktuelt å svare på, skrives en vannrett strek i delkolonnen. I delkolonnen **kode** skrives koden på den vedlikeholdstypen som beslutningslogikken har anbefalt. Disse kodene står skrevet over boksene for vedlikeholdstype i beslutningslogikken.

Det skal her gis en kort veiledning i hvordan de enkelte boksene i beslutningslogikken skal tolkes (dette gjelder ikke boksene som beskriver vedlikeholdstype):

1 Er feilen kritisk slik at den bør forebygges?

Dersom en feil har kritikalitet for HMS som er 1 eller større, eller at kritikalitetsfaktoren er 1 eller større, er feilen å regne som kritisk.

2 Er feilen skjult under normal drift?

Dette er en type feil som ikke er åpenbar under normal drift eller normale forhold. Det er spesielt alarm- og overvåkningsutstyr som er beheftet med denne typen feil. For å illustrere dette kan en brannalarm benyttes som et eksempel. En svikt i en brannalarm vil under normale forhold aldri bli oppdaget. Oppstår det en brann vil man fort oppdage om alarmen har slått seg på eller ikke.

3 Kan skjult feil verifiseres med bruk av periodisk test/inspeksjon?

Her skal man vurdere om det er mulig å oppdage en skjult feil ved at man tester eller inspiserer utstyret. F.eks. kan man teste at en brannalarm virker ved at man trykker på en testknapp.

4 Kan funksjonsnedsetting eller andre indikasjoner på feilutvikling oppdages under drift?

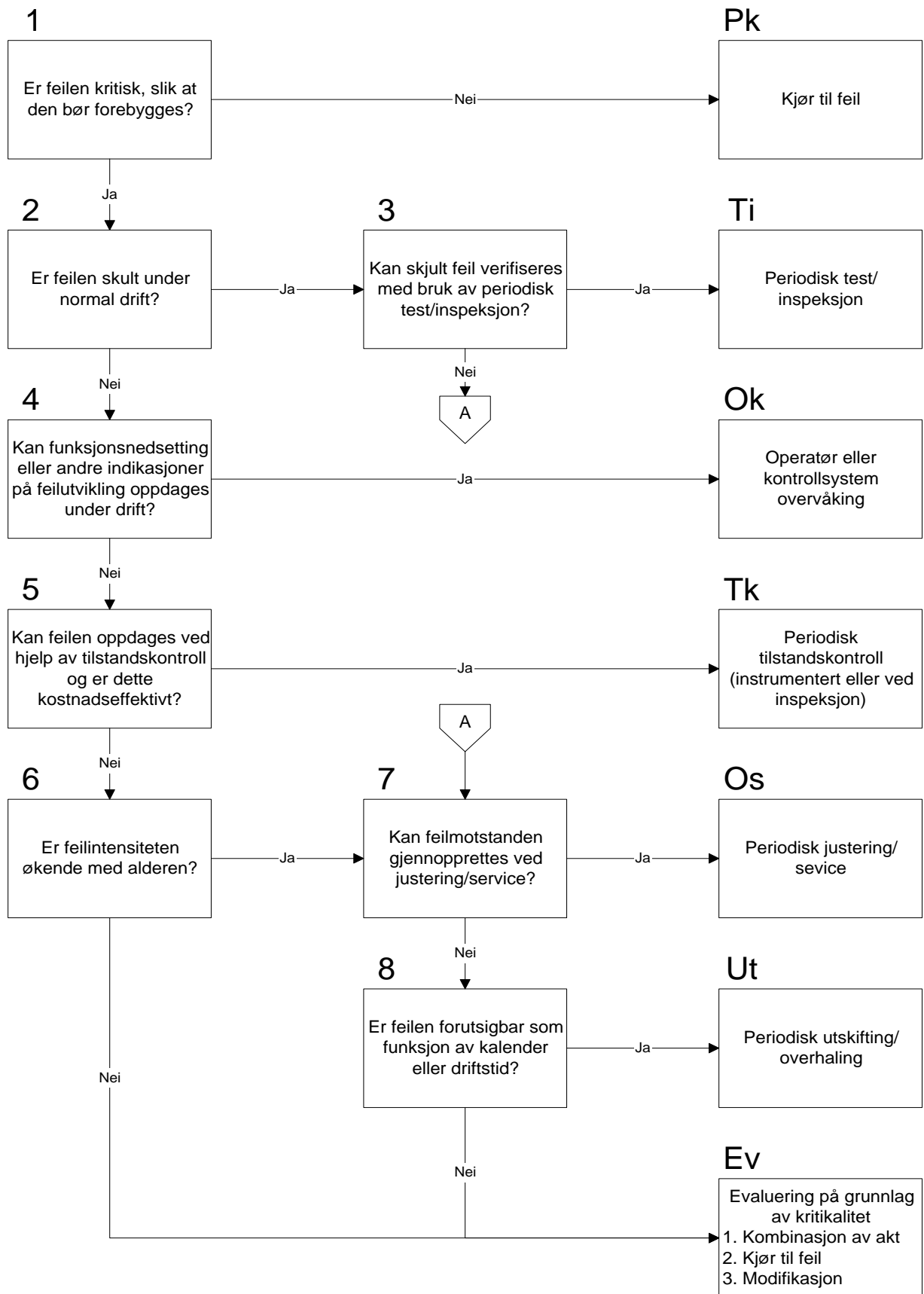
Her skal det gjøres en vurdering av om det er mulig å oppdage en feilutvikling under drift. Det kan f.eks. være lav produksjonshastighet, støy og lekkasjer som kan indikere at en feil er under utvikling og på grunnlag av dette utbedre feilen før den oppstår.

5 Kan feilen oppdages ved hjelp av tilstandskontroll og er dette kostnadseffektivt?

Her skal det vurderes om det finnes en eller flere tilstandsparametere som kan indikere en feilutvikling og om disse kan kontrolleres ved hjelp av tilstandskontroll. Det skal videre vurderes om dette er kostnadseffektivt.

6 Er feilintensiteten økende med alderen?

Her gjøres en vurdering av om feilen er et resultat av slitasje, korrosjon, elding etc som gjør at feilintensiteten øker med alderen eller om feilen er et resultat av tilfeldig forhold som ikke påvirkes av alderen som f. eks feil på sikringer og elektroniske komponenter eller feil som skyldes ytre forhold f.eks. feilbetjening av utstyret.



Figur 4.4.1: Beslutningslogikk

Vedlikeholdsaktivitet beskrivelse

Her skal det gis en konkret beskrivelse av vedlikeholdsaktiviteten som skal utføres. Denne beskrivelse skal uten videre bearbeidelse kunne tas inn i et forebyggende vedlikeholdsprogram.

D/S

Her skal det angis om vedlikeholdsaktiviteten kan utføres mens utstyret er i drift eller om det krever stans. Kan vedlikeholdet utføres under drift, markeres dette med bokstaven D, krever vedlikeholdet stans, markeres dette med bokstaven S.

Int

Her skrives det intervallet de periodiske aktivitetene skal utføres etter. De vedlikeholdsaktivitetene som ikke er periodiske skal ikke ha noe intervall.

Estimering av intervall skal her gjøres på basis av vurderinger av de som utfører analysen. Det er også mulig å utføre slik estimering på basis av feilstatistikk, men i de fleste tilfeller er en slik feilstatistikk såpass mangelfull eller usikker at den ikke er relevant å bruke. Det bør imidlertid være en fremtidig målsetting å få opparbeidet en slik feilstatistikk som kan benyttes til dette formålet.

For de forskjellige typer av periodiske aktiviteter skal følgende vurderinger legges til grunn når intervall estimeres:

Periodisk test/inspeksjon (Ti)

Her skal det vurderes hvor ofte man bør teste/inspisere utstyret med skjult feil for å ha tilstrekkelig sikkerhet for at det virker når det skal virke. En høy kritikalitet av feilen samt lite driftssikkert utstyr vil medføre et kort intervall.

Periodisk tilstandskontroll (Tk)

For å estimere intervallet for denne typen tiltak må det gjøres en vurdering av hvor lang tid det tar fra at en feilutvikling kan oppdages ved tilstandskontroll til den vil gi en feil på utstyret. Dette tidsintervallet kalles for et PF-intervall, og for at en tilstandskontroll skal ha noen effekt må intervallet mellom hver tilstandskontroll være kortere enn PF-intervallet, ellers kan en feilutvikling utvikle seg til en feil mellom to tilstandskontroller.

I de fleste tilfeller vil det være vanskelig å vurdere lengden av et PF-intervall og ved estimering av intervall bør det derfor tas høyde for stor usikkerhet. Ved stor usikkerhet i PF-intervallet og høy kritikalitet av feilen bør intervallet for tilstandskontroll gjøres vesentlig kortere enn PF-intervallet. Tabell 4.4.1 gir anbefalinger om lengden av intervall for tilstandskontroll som prosentandel av PF-intervall med hensyn på usikkerhet i estimering og kritikalitet.

Tabell 4.4.1. Intervall for tilstandskontroll som % andel av PF-intervall

Intervall for tilstandskontroll som % andel av PF-intervall			
Sikkerhet i estimat	Kritikalitet HMS eller kritikalitetsfaktor (KF)		
	1	2 - 3	4 eller større
Sikkert	75%	50%	30%
Usikkert	50%	30%	15%

I mange tilfeller vil leverandører gi anbefalinger for intervaller av tilstandskontroll, og disse bør i de fleste tilfeller være retningsgivende.

Periodisk overhaling og service (Os)

Ved denne aktiviteten skal man komme i forkant av en feilutvikling og gjenopprette utstyrets feilmotstand. Det må vurderes hvor lang tid det vil gå før utstyret feiler på grunn av svekket feilmotstand, denne tiden betegnes som "sikker tid til feil". Sikker tid til feil kan estimeres på følgende måte:

Ta 100 utstyrsenheter og sett den i drift samtidig uten at de får forebyggende vedlikehold. Anslå hvor lang tid det vil gå til første utstyrsenhet feiler. Denne tiden vil være et estimat på "sikker tid til feil".

Intervallet for periodisk overhaling og service bør ligge så mye i forkant at man er rimelig sikker på å forhindre at feilen oppstår. I de enkelte tilfeller vil det være vanskelig å vurdere "sikker tid til feil" og ved estimering av intervall bør det derfor tas høyde for usikkerhet. Ved stor usikkerhet i "sikker tid til feil" og høy kritikalitet av feilen bør intervallet for periodisk overhaling eller service gjøres vesentlig kortere. Tabell 4.4.2 gir anbefalinger om lengden av intervall for periodisk overhaling eller service som prosentandel av "sikker tid til feil" med hensyn på usikkerhet i estimering og kritikalitet.

Tabell 4.4.2. Intervall for periodisk overhaling og service som % andel av "sikker tid til feil".

Intervall for periodisk overhaling og service som % andel av "sikker tid til feil".			
Sikkerhet i estimat	Kritikalitet HMS eller kritikalitetsfaktor (KF)		
	1	2 - 3	4 eller større
Sikkert	100%	75%	50%
Usikkert	75%	50%	30%

Periodisk utskifting (Ut)

Ved denne aktiviteten skal komponenten byttes ut før den forventes å feile. Intervall vurderes på samme måte som for *periodisk overhaling og service*, forskjellen er at her er vedlikeholdet å bytte ut utstyret eller deler av det og ikke å gjøre en overhaling eller service.

U

Her skal det skrives om vedlikeholdsaktiviteten skal utføres som en inspeksjon eller som vedlikehold.

Inspeksjon utføres av inspektører som har til oppgave å kontrollere at utstyret er i orden, eventuelle avvik meddeles vedlikeholdspersonalet som utfører reparasjon.

Vedlikehold utføres av vedlikeholdspersonalet, dette er aktiviteter som går utover det å kontrollere at utstyret er i orden.

Følgende koder benyttes i feltet:

Ie - Inspeksjon elektro
Im - Inspeksjon mekanisk
Ib - Inspeksjon bygg

E - Elektrovedlikehold
M - Mekanisk vedlikehold
B - Bygningsvedlikehold

Reservedel(er)

Her skal det skrives hvilke reservedeler som er nødvendige for å gjennomføre vedlikeholdet med hensyn på feilen.

Tilgang

Her skal det skrives hvilken tilgang det skal være på reservedelen(e). Det skal brukes følgende koder for tilgang på reservedeler:

L - skal ligge på lager
B - kjøpes inn ved behov (når feil oppstår)
F - kjøpes inn i forbindelse med forebyggende vedlikehold

Tabell 4.4.3: Bestemme vedlikeholdstype og intervall

BESTEMME VEDLIKEHOLDSTYPE OG INTERVALL																	
Avdeling										Nummer:				Vedlikeholdsenhet:			
Feilnummer	Beslutningslogikk									Vedlikeholdsaktivitet beskrivelse	D/S	Int	U	Reservevedel(er)	Tilgang	S	
	1	2	3	4	5	6	7	8	Kode								
Kommentarer:																	

4.5 Sammenligningsanalyse

Når vedlikeholdsaktivitet og intervall er bestemt skal det gjøres en sammenligning med et eventuelt eksisterende vedlikeholdsprogram for å gjøre et endelig valg av vedlikeholdsaktivitet.

I de tilfeller det er myndighetskrav eller leverandørens garantikrav som bestemmer hvilket vedlikehold som skal utføres, skal dette overstyre de beslutninger en kommer fram til ved hjelp av metodikken, eller man bør rådføre seg med den som har bestemt vedlikeholdet om å gjennomføre eventuelle endringer. I de øvrige tilfeller bør de beslutninger metodikken kommer fram til være det gyldige.

Sammenligningsanalysen markeres i kolonnen **S** i skjemaet **BESTEMME VEDLIKEHOLDSTYPE OG INTERVALL**. Dersom det vedlikeholdet som metodikken kommer fram til skal være det som er gyldig skrives 0 i kolonnen. Dersom det er grunn til å endringer, nummereres disse endringene med 1, 2 osv. I kommentarfeltet eller på et eventuelt tilleggsark gis det en beskrivelse av hva disse endringene omfatter og det gis en henvisning til det respektive nummer i kolonnen.

4.6 Etablering av forebyggende vedlikeholdsprogram

I denne aktiviteten systematiseres vedlikeholdsaktivitetene med hensyn på intervall og vedlikeholdsenhet slik at de utgjør et forebyggende vedlikeholdsprogram. Da utstyret opererer under kontinuerlig drift, er det her valgt å benytte kalenderbaserte intervall og ikke driftstidsbaserte. Kalenderbaserte intervall er også lettest å administrere.

Når intervallene er estimert, bør estimatene tilpasses faste intervall som på forhånd er definert slik at vedlikeholdsaktivitetene blir systematisert i jobbpakker. Dette betyr at noen intervall må strekkes og andre avkortes for å stemme overens med de faste intervallene.

Følgende kalenderbaserte intervaller foreslås som faste:

- Dag (inngår ikke i vedlikeholdsprogrammet, men i driftsrutiner)
- Uke
- Måned
- 6 måneder
- 12 måneder

Dersom det ikke lar seg gjøre å benytte disse intervallene, kan eventuelt andre intervall benyttes.

I tabell 4.6.1 er det et forslag til arbeidskjema for å utarbeide et forebyggende vedlikeholdsprogram.

I feltet **Opprinnelig intervall** skrives det intervallet som metodikken bestemte i utgangspunktet, og i feltet **Tilpasset intervall** skrives det faste intervallet aktiviteten er tilpasset til.

5. Anvendelse av resultater fra analyse

Det vil her bli gjort rede for hvordan resultatene fra RCM-analysen kan legges inn i det Edb-baserte vedlikeholdssystemet ved bedriften, og hvordan dette kan benyttes i gjennomføring av det forebyggende vedlikeholdet.

Dette kapitlet inneholder ikke detaljerte spesifikasjoner om hvordan det Edb-baserte vedlikeholdssystemet skal betjenes i forbindelse med vedlikehold, f.eks. hvilke felt og funksjonstaster som skal benyttes.

Hensikten med kapitlet er å kunne tilpasse det Edb-baserte vedlikeholdssystemet eller bruken av det på en slik måte at det forebyggende vedlikeholdet blir optimalt. Det skal videre danne grunnlag for å gjøre detaljerte spesifikasjoner av Edb-systemet og å utarbeide prosedyrer for gjennomføring av forebyggende vedlikehold.

Det forebyggende vedlikeholdet som skal leses inn i det Edb-baserte vedlikeholdssystemet kan deles inn i tre kategorier:

1. Inspeksjonsrutiner
2. Tiltak på basis av inspeksjon
3. Periodisk vedlikehold

Det skal her gjøres rede for hvordan de enkelte kategoriene legges inn og benyttes i det Edb-baserte vedlikeholdssystemet:

1. Inspeksjonsrutiner

Inspeksjonsrutiner er forebyggende vedlikehold som har til hensikt å kontrollere hvilken teknisk tilstand utstyret er i, og på grunnlag av dette avgjøre om det er nødvendig med videre tiltak. Inspeksjonsrutiner skal ikke generere historikk.

Inspeksjonsrutiner er vedlikehold som er kalenderbasert med hensyn på følgende intervall:

- Uke
- Måned
- 6 måneder
- 12 måneder

En inspeksjonsrutine vil være koblet opp mot avdeling i anleggsstrukturen.

Aktiviteter i RCM-analysen som i kolonne **U** er kodet med **Ie** (inspeksjon elektro), **Im** (Inspeksjon mekanisk) og **Ib** (inspeksjon bygg) i skjemaet **Bestemme vedlikeholdstype og intervall** skal inngå i inspeksjonsrutinene.

En inspeksjonsrutine skal i utgangspunktet ikke ha behov for reservedeler da en slik rutine kun skal være en kontroll av utstyret. Skulle det imidlertid være behov for reservedeler skal disse ligge på lager slik at det ikke må planlegges med innkjøp av reservedeler.

Innlesing av data for å utarbeide en inspeksjonsrutine kan utføres etter følgende prosedyre:

- I. For hver avdeling sorteres de vedlikeholdsaktivitetene som har samme **Tilpasset intervall** i skjemaet **Forebyggende vedlikeholdsprogram/pakking av jobber** og som er kodet med Ie, Im og Ib i skjemaet **Bestemme vedlikeholdstype og intervall** i en inspeksjonsrutine.
- II. I det Edb-baserte vedlikeholdssystemet defineres en **Inspeksjonsrutine**, denne betegnes med identifikasjon på avdeling og intervall. F eks **Månedinspeksjon Linje 2**.
- III. Følgende informasjon leses inn fra skjemaet **Bestemme vedlikeholdstype og intervall** på den definerte **Inspeksjonsrutinen**:

Tekst i kolonne **Vedlikeholdsaktivitet beskrivelse** for å beskrive vedlikeholdsaktivitetene som inngår i inspeksjonsrutinen. I tillegg må det leses inn hvilken vedlikeholdsenhet de enkelte vedlikeholdsaktivitetene skal utføres på.

Koden i kolonnen **D/S** (Drift/Stans) for å angi om de enkelte aktivitetene krever stans eller ikke for å la seg gjennomføre.

Koden i kolonne **U** for å angi hvem som skal utføre aktiviteten.

Tekst og kode i kolonnene **Reservedel** og **Tilgang** for å beskrive reservedelsbehov for den enkelte aktivitet.

- IV. I tillegg til de vedlikeholdsaktiviteter som genereres fra RCM-analysen, legges eventuelle andre vedlikeholdsaktiviteter inn i inspeksjonsrutinen. Dette kan være vedlikeholdsaktiviteter på komponenter som ikke er inkludert i RCM-analysen eller annet vedlikehold som skal utføres på grunnlag av egen erfaring eller etter pålegg fra myndigheter eller leverandører.

Når samtlige inspeksjonsrutiner for en avdeling er lagt inn i det Edb-baserte vedlikeholdssystemet, genereres en vedlikeholdsplan for inspeksjonsrutiner til avdelingen. Denne vedlikeholdsplanen viser forfall av inspeksjoner for avdelingen innen en gitt tidshorisont.

Ved forfall av de ulike inspeksjonsrutiner, skrives det ut fra Edb-systemet en sjekkliste som inneholder vedlikeholdsaktivitetene som inngår i inspeksjonsrutinen. Når inspeksjonsrutinen er gjennomført kvitteres for ferdig utført både på sjekkliste og i Edb-systemet. Siste kvitterte sjekklister arkiveres som en del av kvalitetssikringen av vedlikeholdet.

2. Tiltak på basis av inspeksjon

Dette er en liste over tiltak som skal gjennomføres på basis av feil og mangler som oppdages under inspeksjonsrutinene og som ikke kan utbedres under selve inspeksjonen. Denne arbeidslisten vil være en form for arbeidsordre. For å kunne si noe mere detaljert om hvordan denne listen kan se ut, er det nødvendig å gjøre nærmere avklaringer.

Det er en definisjonssak om dette vedlikeholdet skal kalles forebyggende vedlikehold eller planlagt korrigerende vedlikehold.

3. Periodisk vedlikehold

Periodisk vedlikehold er forebyggende vedlikehold som har til hensikt å bringe utstyr tilbake til en nyttilstand eller tilnærmet nyttilstand etter gitte perioder. Utstyrets tilstand før vedlikeholdet utføres vil ikke bli vurdert i denne sammenhengen.

Periodisk vedlikehold er kalenderbasert med hensyn på følgende intervall:

- Måned
- 6 måneder
- 12 måneder

Periodisk vedlikehold vil være koblet opp mot avdeling i anleggsstrukturen.

Aktiviteter i RCM-analysen som i kolonne **U** i skjemaet **Bestemme vedlikeholdstype og intervall** er kodet med E (Elektrovedlikehold), M (Mekanisk vedlikehold) og B (Bygningsvedlikehold) skal inngå i periodisk forebyggende vedlikehold.

Periodisk vedlikehold er vanligvis av større omfang enn inspeksjonsrutiner og det kan være behov for innkjøp av reservedeler for å få utført vedlikeholdet. Ressursplanlegging kan derfor være nødvendig når dette vedlikeholdet skal gjennomføres.

Innlesing av data for å utarbeide et periodisk vedlikehold kan utføres etter følgende prosedyre:

- I. For hver avdeling sorteres de vedlikeholdsaktivitetene som har samme **Tilpasset intervall** i skjemaet **Forebyggende vedlikeholdsprogram/pakking av jobber** og som er kodet med E, M og B i skjemaet **Bestemme vedlikeholdstype og intervall** i en jobbpakke for periodisk vedlikehold.
- II. I det Edb-baserte vedlikeholdssystemet defineres et **Periodisk vedlikehold**, dette betegnes med identifikasjon på vedlikeholdsenhet og intervall. F eks **Årlig overhaling Linje 2**. Utført **Periodisk vedlikehold** registreres i vedlikeholdssystemet og kan derfor generere historikk.
- III. Følgende informasjon leses inn fra skjemaet **Bestemme vedlikeholdstype og intervall** på det definerte **Periodiske vedlikeholdet**:

Tekst fra kolonnen **Vedlikeholdsaktivitet beskrivelse** for å beskrive de enkelte vedlikeholdsaktivitetene som inngår i det periodiske vedlikeholdet. I tillegg må det leses inn hvilken vedlikeholdsenhet de enkelte vedlikeholdsaktivitetene skal utføres på.

Koden i kolonne **D/S** (Drift/Stans) for å angi om de enkelte aktivitetene krever stans eller ikke for å la seg gjennomføre.

Koden i kolonne **U** for å angi hvem som skal utføre aktiviteten.

Tekst og kode i kolonnene **Reservedel** og **Tilgang** for å beskrive reservedelsbehov for den enkelte aktivitet.

- IV. I tillegg til de vedlikeholdsaktiviteter som genereres fra RCM-analysen, legges eventuelle andre vedlikeholdsaktiviteter inn i det periodiske vedlikeholdet. Dette kan være vedlikeholdsaktiviteter på komponenter som ikke er inkludert i RCM-analysen eller annet vedlikehold som skal utføres på grunnlag av egen erfaring eller etter pålegg fra myndigheter eller leverandører.

Når samtlige periodiske vedlikehold for en avdeling er lagt inn i det Edb-baserte vedlikeholdssystemet, genereres en vedlikeholdsplan for det periodiske vedlikeholdet til avdelingen. Denne vedlikeholdsplanen viser forfall av periodisk vedlikehold for avdelingen innen en gitt tidshorisont.

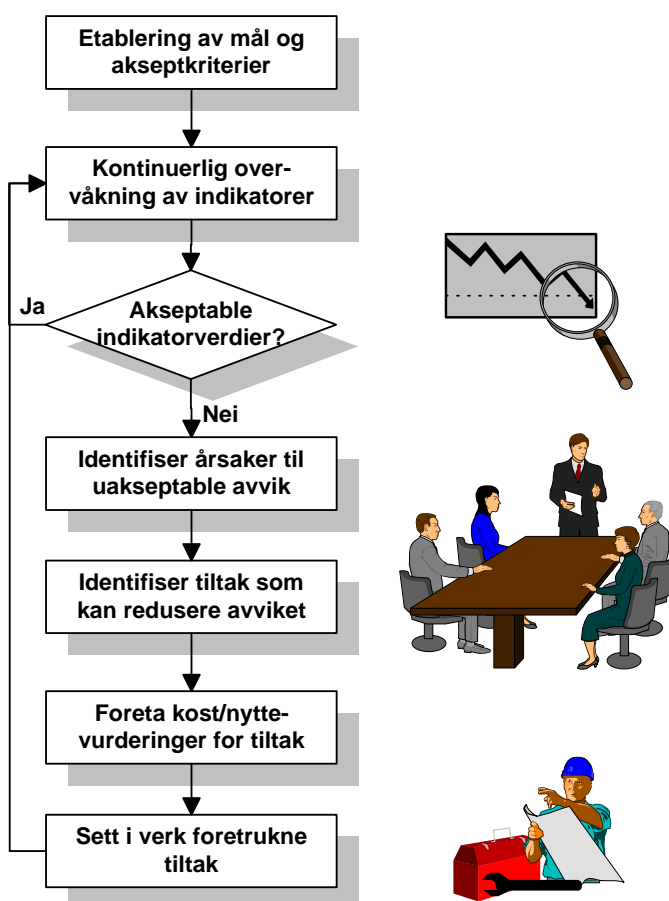
Ved forfall av periodisk vedlikehold, skrives det ut fra Edb-systemet en sjekklister som inneholder vedlikeholdsaktivitetene som inngår. Når det periodiske vedlikeholdet er gjennomført, kvitteres for ferdig utført både på sjekklister og i Edb-systemet. Siste kvitterte sjekklister arkiveres som en del av kvalitetssikringen av vedlikeholdet.

6. Kontinuerlig forbedring av resultater fra RCM-analysen

Etter at resultatene av RCM-analysen er implementert i det forebyggende vedlikeholdet, er det nødvendig å etablere et system for kontinuerlig forbedring av resultatene på basis av tilbakemeldinger fra drift og vedlikehold. Dette systemet vil inngå som en del av bedriftens totale målstyring av driftssikkerhet og vedlikehold.

Bedriftens målstyring av driftssikkerhet og vedlikehold består av en målsetting for driftssikkerhet og vedlikehold. Til denne målsettingen er det tilordnet indikatorer som viser om målsettingen er oppnådd eller ikke. Ved hjelp av disse indikatorene vil det være mulig å identifisere avvik fra målsettingen enten i form av at akseptkriterier ikke er ivarettatt, eller at det er oppstått en negativ trend på en eller flere av indikatorene. Når avvik identifiseres iverksettes tiltak for å finne årsaken til avvikene og videre å redusere dem.

Figur 6.1 viser en skjematisk illustrasjon av målstyring for driftssikkerhet og vedlikehold.



Figur 6.1 Målstyring for driftssikkerhet og vedlikehold.

Eksempel på aktuelle indikatorer:

- ✓ Vedlikeholdskostnader
- ✓ Tilgjengelighet på produksjonsutstyr
- ✓ Andel forebyggende vedlikehold av totalt vedlikehold
- ✓ Antall ikke planlagte stopp av totalt antall stopp

Akseptkriteriene for indikatorene vil være dynamiske fordi de til enhver tid skal tilfredsstillende bedriftens overordnede målsetning (bedriftsmålsetting) mht økonomi, produksjonsvolum, kvalitet etc. De skal også kontinuerlig oppjusteres som følge av at erfaringsgrunnlaget øker, og som igjen skal føre til en stadig forbedring av vedlikeholdsopplegget.

Eksempel på akseptkriterie:

Den ideelle målsetningen for en vedlikeholdsfunksjon er å oppnå 100 % tilgjengelighet på teknisk utstyr. Man innser imidlertid at det for ethvert teknisk utstyr medfører en viss risiko for at feil oppstår. Selv om den ideelle målsetningen er at feil ikke skal oppstå (100 % tilgjengelighet), aksepterer man altså en viss risiko for at feil skjer. Det vil si at man f.eks. aksepterer en tilgjengelighet på 98 %, som derfor vil være akseptkriteriet.

For å kunne generere indikatorer og videre identifisere årsaker til avvik, er det nødvendig med data. Det vil derfor være nødvendig å utarbeide et system for datafangst, arbeidsordren vil være et av de mest sentrale virkemidler i denne sammenhengen.

Det vil her ikke bli gått videre med det generelle om målstyring av driftssikkerhet og vedlikehold, men skal gå nærmere inn på hvordan resultatene fra RCM-analysen kan inngå som en del av denne målstyringen.

I RCM-analysen har man på basis av erfaring gjort en forhåndsvurdering av hvilke feil man forventer vil oppstå og hvilken konsekvens dette har. På grunnlag av dette er det videre utarbeidet et "optimalt" forebyggende vedlikehold.

De forhåndsvurderingene som er gjort i en RCM-analyse kan ikke forventes å være "riktige" og det vil være nødvendig å oppdatere disse på basis av data fra drift og vedlikehold. Denne oppdateringen vil være kontinuerlig da man aldri kan forvente å få de "riktige" vurderinger og dessuten vil utstyret eller bruken av det forandres over tid.

For å gjøre denne oppdateringen er det nødvendig å spesifisere hvilke data som det er nødvendig å få registrert for å oppdatere analysen og hvordan disse dataene skal analyseres.

Med utgangspunkt i prosedyre for feilanalyse av kritisk vedlikeholdsenhet er det følgende parameter som blir forhåndsvurdert i analysen, som det er aktuelt å oppdatere på basis av data fra drift og vedlikehold:

- ✓ Feilmode
- ✓ Feilårsak
- ✓ Feilmekanisme

I tillegg til disse dataene bør følgende data registreres:

- ✓ Nedetid som følge av feilmode
- ✓ Vedlikeholdskostnader som følge av feilmode

En aktuell måte å få registrert aktuelle data på er å opprette egne felt i arbeidsordren for registrering av feilmode, feilårsak og feilmekanisme. Disse feltene vil kun være aktuelle for arbeidsordre som angår korrigerende vedlikehold. Arbeidsordrene bør være registrert mot vedlikeholdsenhet slik at nivået på registreringene er i samsvar med nivået på analysene. På

denne måten kan man utføre analyser ved å sammenstille resultatene fra RCM-analysen med de registreringer som er gjort. For at en slik analyse skal bli riktig bør den utføres etter følgende metodikk:

1. Når man har fått registrert tilstrekkelig med data fra arbeidsordre, utarbeides en rapport som viser antall feilmoder pr vedlikeholdsenhet. Denne rapporten bør være begrenset til de vedlikeholdsenhetene i grovanalysen som er rangert fra 4 og oppover da det er disse som har fått gjennomført RCM-analyse.
2. I tillegg til antall feilmoder, bør det være angitt nedetid og eventuelt kostnader som følge av feilmodene for å kunne skille ut hvilke vedlikeholdsenheter som har størst forbedringspotensial. Det kan også være aktuelt å få registrert konsekvenser for kvalitet og HMS som følge av feilmodene, men dette kan være noe for omfattende i forhold til nytteverdien. Man velger så ut de vedlikeholdsenhetene som gir størst nedetid og vedlikeholdskostnader. I følge generell pareto-analyse er det ca 20 % av totalen som bidrar med 80 % av de uønskede konsekvensene.
3. For de aktuelle vedlikeholdsenhetene sammenstilles de vurderinger som er gjort i RCM-analysen med hensyn på feilmode, feilårsak og feilmekanisme med de registreringer som foreligger. Det kan være mange forskjellige utfall av en slik sammenstilling, og det er her gitt en beskrivelse av tre utfall som anses som mest aktuelle og hvilke tiltak som er aktuelle å iverksette på basis av utfallene.
 - i. Kombinasjon av feilmode, feilårsak og feilmekanisme forekommer hyppigere enn forventet, selv om det utføres et forebyggende vedlikehold i følge RCM-analysen. I dette tilfellet må man ta en gjennomgang på den beslutning som er gjort med hensyn på forebyggende vedlikehold og gjøre eventuelle justeringer. Det som er nærliggende i dette tilfellet kan være å redusere intervallet for de forebyggende vedlikeholdsaktivitetene.
 - ii. Registrerte feilmoder, feilårsaker eller feilmekanismer er ikke tatt med i RCM-analysen. I dette tilfellet har det oppstått feilmoder, feilårsaker eller feilmekanismer som man ikke har vært klar over eksisterte når RCM-analysen ble gjennomført. Det vil derfor være nødvendig å gjennomføre en ny analyse.
 - iii. Kombinasjon av feilmode, feilårsak og feilmekanisme skal ha korrigerende vedlikehold i følge RCM-analysen, men i følge registreringer så medfører dette såpass mye nedetid eller kostnader at det ikke kan aksepteres. I dette tilfellet vil det være aktuelt å revurdere beslutningen om å kun ha korrigerende vedlikehold eller eventuelt vurdere å modifisere utstyret.
4. De endringer som blir gjort loggføres for å kunne følge opp effekten av dem i etterhånd.

Den analysen som her er spesifisert går ut på å hente ut forbedringer ved at det forebyggende vedlikeholdet blir bedre til å ivareta tilgjengeligheten på utstyret samt å redusere kostnader som følge av korrigerende vedlikehold som følge av at feilmoder oppstår. I tillegg til dette ligger det også et forbedringspotensiale i å unngå å utføre forebyggende vedlikehold som ikke er nødvendig.

Det er vanskeligere å hente ut et slikt forbedringspotensiale da man her ikke kan forholde seg til registreringer av uheldige konsekvenser som følge av at det forebyggende vedlikeholdet er mangelfullt. For å få data til å utføre en slik analyse, må det gjøres registreringer når forebyggende vedlikehold utføres der man vurderer om behovet for å gjøre vedlikeholdet var relevant eller ikke. I praksis kan det være vanskelig å gjennomføre en slik registrering da det kan være noe uklart å vurdere hva som er relevant å utføre eller ikke, og det vil dessuten medføre en del merarbeid for den som utfører vedlikeholdet som sannsynligvis ikke er kostnadseffektivt.

En måte å få gjennomført en slik registrering på er å peke ut forebyggende vedlikeholdsaktiviteter man ønsker å få tilbakemelding på fra drift og vedlikehold. Dette kan man gjøre når RCM-analysen gjennomføres. Følgende kriterier er aktuelle for at det skal gis tilbakemelding:

- ✓ Vedlikeholdet som skal utføres er kostnadskrevende og det er lønnsomt å kunne forlenge intervall.
- ✓ Det er stor usikkerhet i de vurderinger som er gjort i RCM-analysen.

I arbeidsordren eller sjekklisten for forebyggende vedlikehold kan det spesifiseres at det ønskes tilbakemeldinger på vedlikeholdsaktiviteter. Dette er da en tilpasning som må gjøres med det Edb-baserte vedlikeholdet eller måten det brukes på. F.eks. at det opprettes et eget felt for ønsket tilbakemelding på sjekkliste for forebyggende vedlikehold.

Dette vil ikke være tilbakemeldinger som er standard for forebyggende vedlikehold. Med standard tilbakemeldinger menes å melde tilbake tilstand på utstyr når det utføres inspeksjon eller tilstandskontroll. Dette er tilbakemeldinger som går ut på å vurdere nytten av utført vedlikehold.

En aktuell tilbakemelding kan være å vurdere behov og eventuelt tilstand på en komponent som skal byttes ut periodisk. Hvis det er kostbart å bytte ut denne komponenten er det lønnsomt å forlenge intervallet for periodisk bytte. Dersom man får tilbakemelding på at komponenten er i god teknisk stand hver gang den byttes ut, kan det være grunnlag for å forlenge intervallet for periodisk bytte. Denne type tilbakemelding kan spesifiseres i arbeidsordren for periodisk bytte av komponenten.

Det som er kanskje vel så viktig som formelle system for tilbakemelding og rapportering for å oppnå en kontinuerlig forbedring, er den motivasjon og kompetanse personalet som har gjennomført RCM-analyser får. Ved å gjennomføre en RCM-analyse vil man få en bedre forståelse for utstyrets virkemåte og funksjoner og man får også et bedre samarbeid mellom de forskjellige fagdisipliner.

Dette vil bidra til at personalet på eget initiativ kommer med forbedringsforslag, og forholdene bør legges til rette for dette. Et aktuelt tiltak er å arrangere oppfølgingsmøter eller temamøter for forebyggende vedlikehold der eventuelle forbedringsforslag blir diskutert og erfaringer blir utvekslet. På disse møtene bør de som har vært sentrale i gjennomføringen av RCM-analysen delta.

7. Videre arbeid

Etter at RCM-analysen er gjennomført og resultatene av analysen er lagt inn i det Edb-baserte vedlikeholdssystemet, vil videre arbeid være å etablere et system for kontinuerlig forbedring av bedriftens vedlikeholdsfunksjon. I dette systemet vil kontinuerlig forbedring av det forebyggende vedlikeholdet være en vesentlig del.

Et slikt system vil være i form av målstyringskonsept for driftssikkerhet og vedlikehold. Utarbeidelsen av et slikt system vil være aktuelt å dele inn i følgende delaktiviteter:

5. Utarbeide målsetting for driftssikkerhet og vedlikehold.
6. Utarbeide indikatorer med akseptkriterier som verifiserer målsettingen.
7. Utarbeide og implementere system for datafangst til beregning av indikatorer.
8. Spesifisere rapporter og søk for analyse av indikatorer og årsaker til avvik.

I tillegg til dette bør det også etableres en møtstruktur for oppfølging og kontinuerlig forbedring av det forebyggende vedlikeholdet. Dette kan være i form av temamøter der de som har vært sentrale i gjennomføringen av RCM-analysen deltar.

8. Referanser

- /1/ J. Moubay. Reliability-centred Maintenance. Butterworth-Heinemann, Oxford, 1991.
- /2/ S. Hunstad. RCM-konsept/metode. Vedlikeholdskonferansen 1994.
- /3/ H. J. Sæbø. Målstyring av vedlikehold. Vedlikeholdskonferansen 1995.

Vedlegg 1 Ranging av vedlikeholdsenheter

Vedlegg 2 Eksempel på utført RCM-analyse