



BRUKERMANUAL TIL RCM- ANALYSE AV MIDGARD SYSTEM

Mowi

Sammendrag

Brukermanual til RCM-analysen utarbeidet av bachelorstudenter ved maskiningeniørstudiet ved NTNU våren 2022. RCM-analysen angår fiskemerden Midgard system.

Ida Lise Hoem, Gunnar Husby og Marta Riise

Innholdsfortegnelse

Tabelliste	
Figurliste	
Forklaring av kolonner i RCM-analysen	1
Enheter som inngår i RCM-analysen	3
Bilder av enhetene som inngår i analysen	4
Eksempel fra analysen	7
Hvordan kritikalitet ble bestemt i analysen	8
Bestemmelse av vedlikeholdsaktivitet	10
Bestemmelse av oppgaveintervall	11

Tabelliste

Tabell 1 - Oversikt over kolonnene i RCM-analysen	3
Tabell 2 - Enheter som inngår i analysen	4
Tabell 3 - Konsekvensmatrise	8
Tabell 4 - Kritikalitetsklasser	8
Tabell 5 - Forklaring over vedlikeholdsaktiviteter og formel for utregning av oppgaveintervall	12

Figurliste

Figur 1 - Viser enhetenes plassering, del 1	4
Figur 2 - Viser enhetenes plassering, del 2	5
Figur 3 - Viser enhetenes plassering, del 3	5
Figur 4 - Viser enhetenes plassering, del 4	6
Figur 5 - Viser enhetenes plassering, del 5	6
Figur 6 - Flytskjema over hvordan en svikt er blitt vurdert i analysen	7
Figur 7 - Utklipp fra analysen, del 1	9
Figur 8 - Utklipp fra analysen, del 2	9
Figur 9 - Beslutningstre brukt for å bestemme vedlikeholdsaktivitet	10

Brukermanual til RCM-analysen

Brukermanualen er laget slik at brukerne av analysen lettere kan forstå RCM-analysen. Manualen skal gi en innføring i begrep som er brukt i analysen, hvilke enheter som er inkludert - med bilder av enhetenes plassering, hvordan kritikalitet og vedlikeholdsaktivitet er fastsatt og hvordan man beregner intervall for vedlikeholdsaktiviteter.

Forklaring av kolonner i RCM-analysen

Tabell 1 gir en oversikt over kolonnene i RCM-analysen, og hva disse innebærer. I tabellen framkommer det også ulike definisjoner og forklaring på begrep brukt i analysen.

Kolonne	Forklaring
1. Enhet	<p>I denne kolonnen finner man enhetsnummer og enhetsnavn</p> <ul style="list-style-type: none">• <i>Enhetsnummer</i> ble gitt av gruppen for å systematisere enhetene, og for å lettere kunne henvise til enhetene i analysen• <i>Enhetsnavn</i> er navnet på enheten som analyseres. Under enhetsnavn ble de overordnede enhetene flytekrage, not, bunnring og vinsj uthevet i fet skrift. Dette ble gjort for å understreke at enhetene som blir listet opp under den uthevede enheten tilhører denne
2. Funksjon	<p>Funksjon skal kort beskrive enhetens funksjon. Med enhetens funksjon mener man kravene enheten skal oppfylle i operasjonell tilstand, altså hva er det forventet at enheten skal kunne gjennomføre i drift</p>
3. Funksjonssvikt	<p>Funksjonssvikt skal forklare hvordan enheten kan svikte i å oppfylle sin funksjon</p>
4. Delvis/total bortfall av funksjon/total bortfall av funksjon til flere enheter	<p>I denne kolonnen blir det ført inn i enten delvis bortfall av funksjon, total bortfall av funksjon eller total bortfall av funksjon til flere enheter. Dette gir en forklaring på hvorvidt sviktmodusen i neste kolonne forårsaker delvis eller total bortfall av funksjon. Delvis bortfall av funksjon er definert</p>

	<p>som at enheten utfører sin funksjon, men med redusert evne. Total bortfall av funksjon er definert som at enheten fullstendig mister sin mulighet til å utføre funksjonen</p>
5. Årsak til funksjonssvikt	<p>Årsak til funksjonssvikt er delt inn i tre kolonner. I disse tre kolonnene skal man se på hva som forårsaker denne funksjonssvikten. Dette blir gjort ved å se på henholdsvis sviktmodus, sviktårsak og sviktmekanisme</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Sviktmodus</i> er hvordan enheten kan svikte i å oppfylle sin funksjon, og blir gjerne delt inn i totalt bortfall av funksjon og delvis bortfall av funksjon • <i>Sviktårsak</i> er hvorfor enheten svikter, altså årsaken til sviktmoden • <i>Sviktmekanisme</i> er hvorfor sviktårsaken oppstår, hva som fører til at svikten oppstår
6. Effektbeskrivelse	<p>I denne kolonnen skal man beskrive hva som skjer når enheten svikter, altså hva blir konsekvensene av svikt i enheten</p>
7. Skjult/synlig	<p>Dette sier noe om hvorvidt enheten er skjult eller synlig. Skjult svikt er definert som svikt som ikke kan oppdages på daglig sjekk. Synlig svikt er definert som kan oppdages på daglig sjekk, og eller er åpenbare.</p>
8. Konsekvens	<p>Konsekvens er delt inn i tre ulike kategorier. Hver av disse kategoriene får en verdi fra 1-4. Kategoriene er:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Personsikkerhet</i> • <i>Rømningsfare</i> • <i>Fiskevelferd</i>
9. Kritikalitet	<p>Kritikaliteten blir bestemt ut ifra den høyeste verdien som ble gitt kategoriene i konsekvenskolonnen</p>
10. Forutse/oppdage svikt	<p>Det som kommer fram i denne kolonnen er Mowi og ScaleAQ sine forslag på hva som kan bli gjort for å forutse eller oppdage svikten</p>
11. Forebygge svikt	<p>Det som kommer fram i denne kolonnen er Mowi og ScaleAQ sine forslag på hvilke tiltak som kan bli gjort for å forebygge svikt</p>

12. Vedlikeholdsaktivitet	Her bestemmes vedlikeholdsaktivitet ut ifra beslutningstreet presentert i Figur 9
13. Oppgaveintervall	Her bestemmes intervall for vedlikeholdsaktivitet. Dette blir regnet ut i henhold til Tabell 5
14. Kommentar	Her kan brukerne av skjemaet legge inn kommentarer til enheten/svikten dersom det er noe man må ta hensyn til

Tabell 1 - Oversikt over kolonnene i RCM-analysen

Enheter som inngår i RCM-analysen

Tabell 2 gir en oversikt over hvilke enheter som inngår i RCM-analysen.

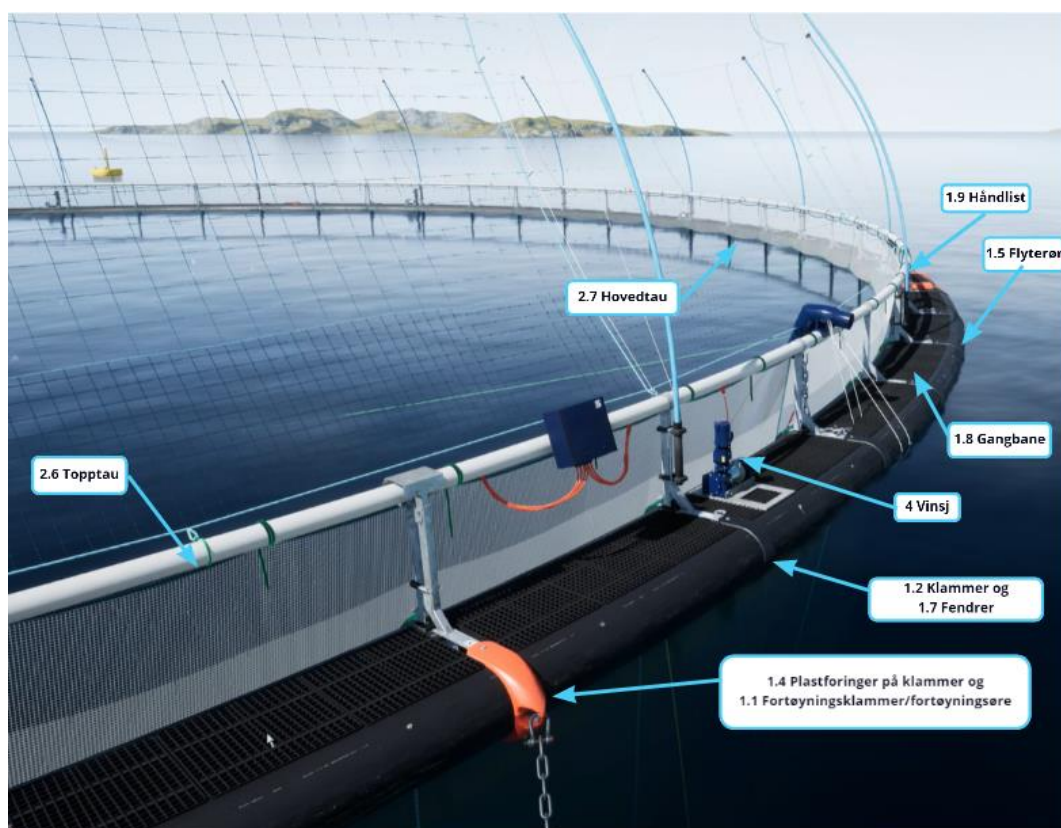
Enhetsnummer	Enhetsnavn
1	Flytekra
1.1	Fortøyningsklammer/fortøyningsøre
1.2	Klammer
1.3	Stagsystem, inkl. bolter og muttere
1.4	Plastforinger på klammer
1.5	Flyterør
1.6	Bunnringsoppheng
1.7	Fendrer
1.8	Gangbaner
1.9	Håndlist
2	Not
2.1	Notlin
2.2	Midgardspunkt
2.3	Løftetau
2.4	Dødfisksystem (lift up)
2.5	Gyro – senterring i bunn av not
2.6	Topptau
2.7	Hovedtau
2.8	Sidetau
2.9	Midgard magebånd

2.10	Magebånd
2.11	Bunntau
2.12	Krysstau bunn
2.13	Løkker
3	Bunnring
3.1	Bunnringstamp
3.2	Bunnringsrør
3.3	Bunnringsklammer
3.4	Y-stroppeløsning
4	Vinsj

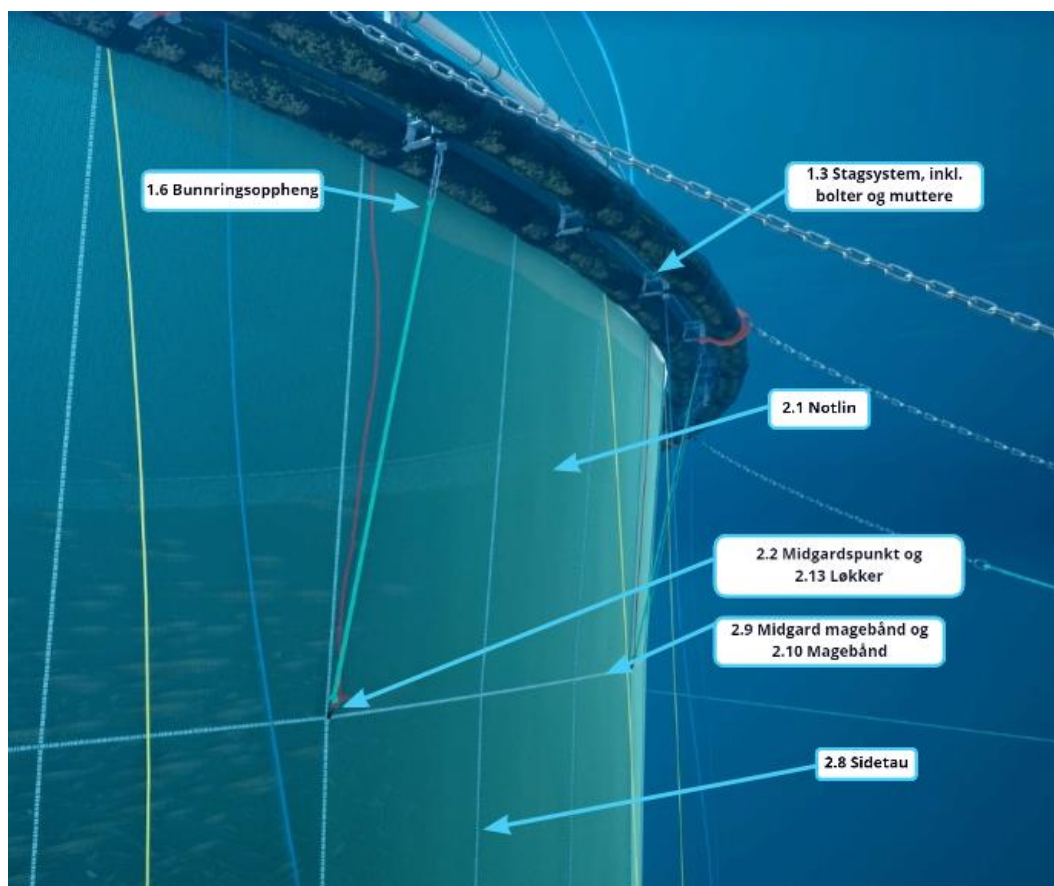
Tabell 2 - Enheter som inngår i analysen

Bilder av enhetene som inngår i analysen

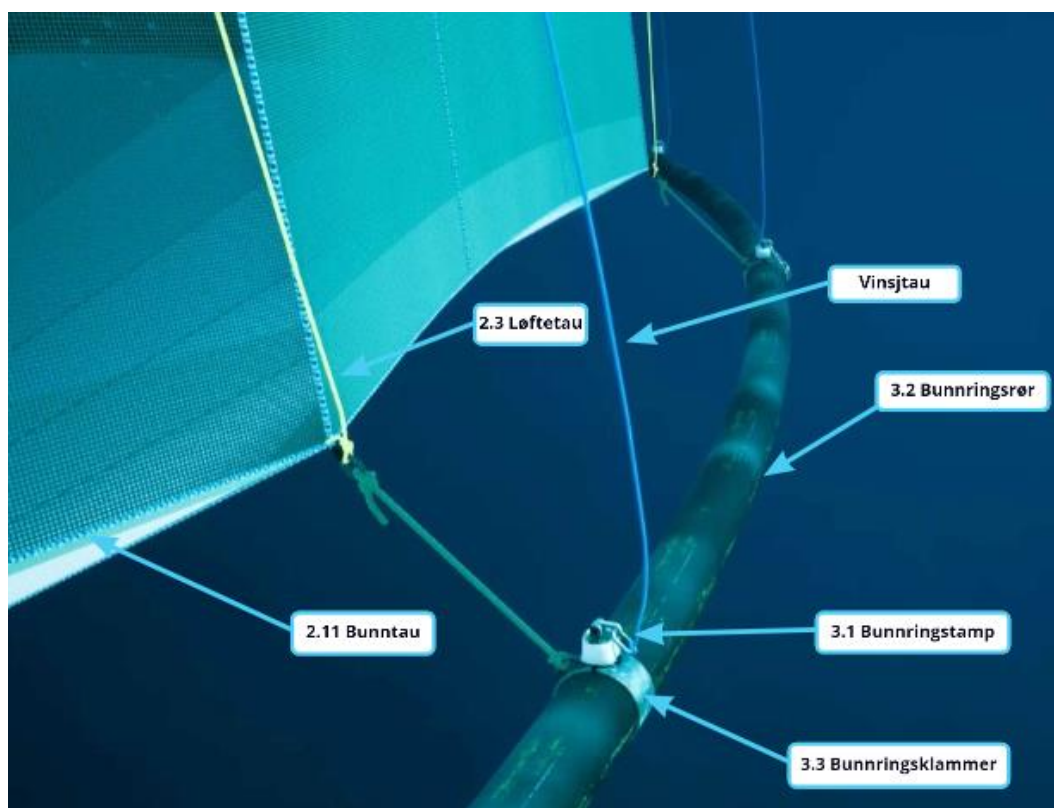
Figurene 1, 2, 3, 4 og 5 viser plassering til enhetene som inngår i analysen. Bildene er hentet fra ScaleWorld.



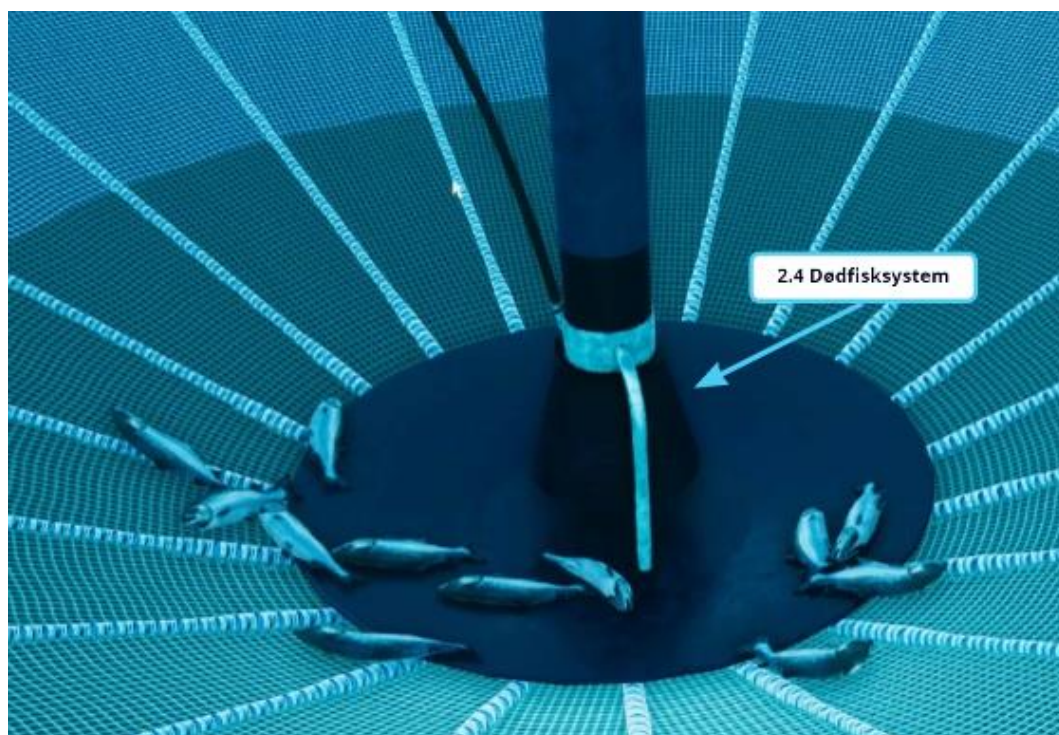
Figur 1 - Viser enhetenes plassering, del 1



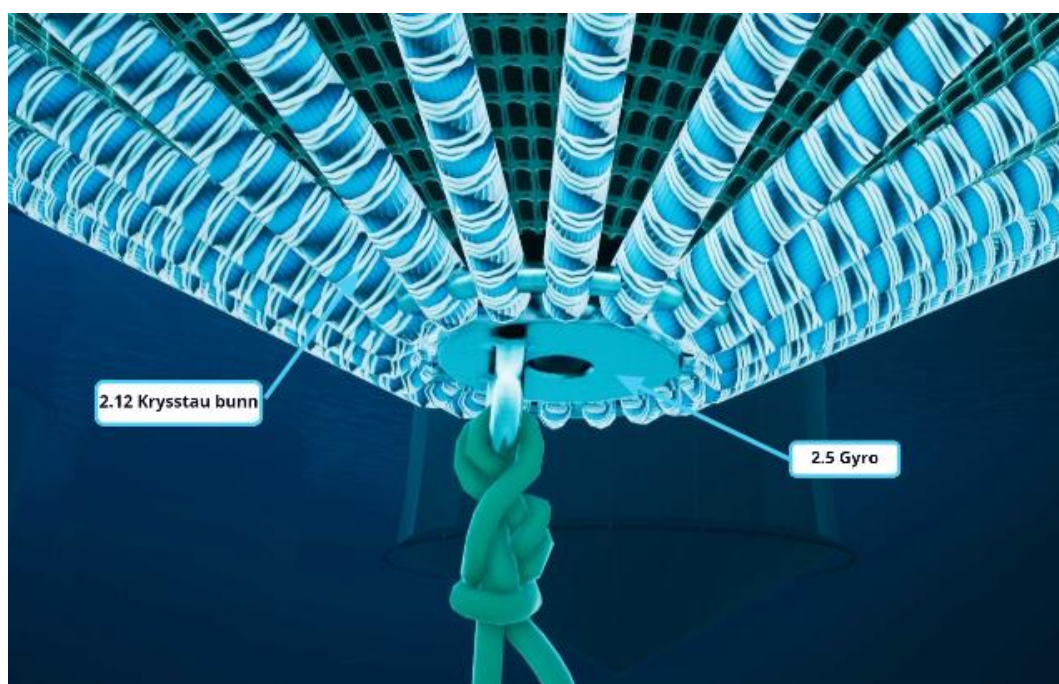
Figur 2 - Viser enhetenes plassering, del 2



Figur 3 - Viser enhetenes plassering, del 3



Figur 4 - Viser enhetenes plassering, del 4

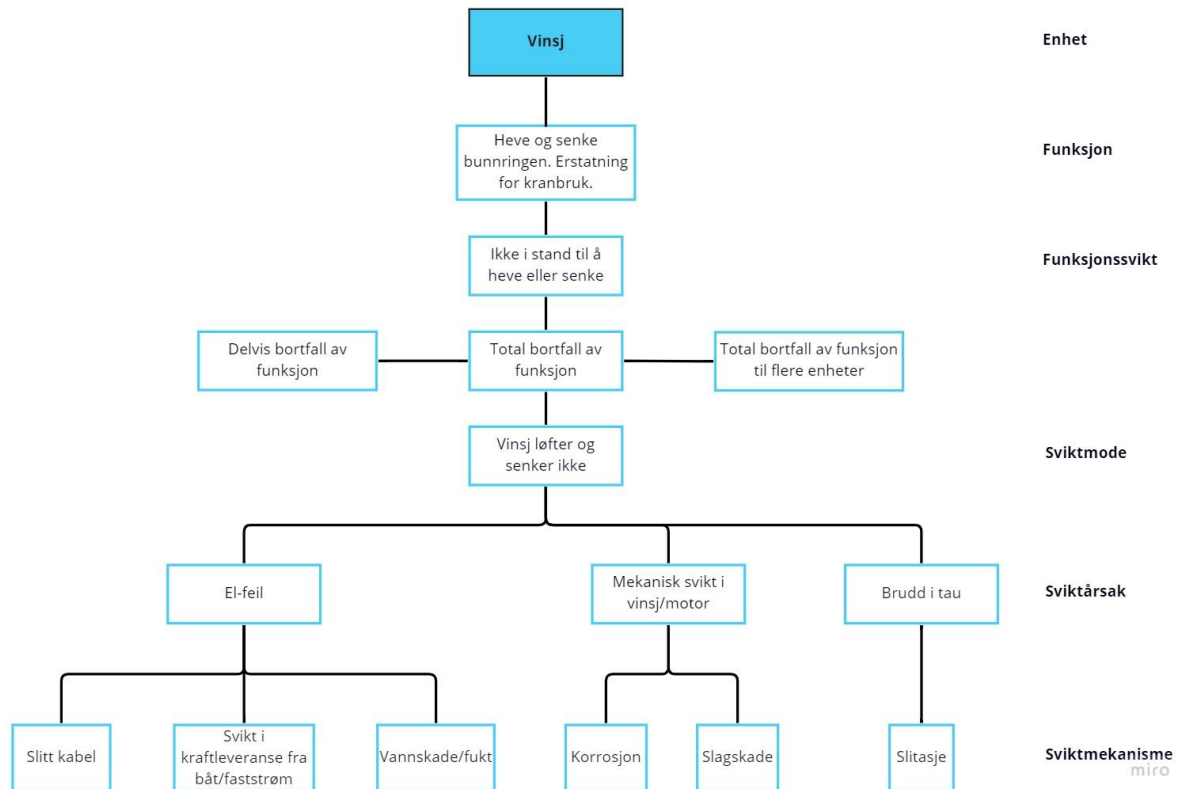


Figur 5 - Viser enhetenes plassering, del 5

Eksempel fra analysen

Figur 6 viser et flytskjema over hvordan svikt tilhørende enhet 4 *Vinsj* er blitt vurdert i analysen.

Figuren tar for seg kun total bortfall av funksjon.



Figur 6 - Flytskjema over hvordan en svikt er blitt vurdert i analysen

Hvordan kritikalitet ble bestemt i analysen

Kritikalitet til enhetene i analysen er satt etter Tabell 3 og Tabell 4. Hver svikt for enhetene i analysen har under kategoriene *personsikkerhet*, *rømningsfare* og *fiskevelferd* fått utdelt en konsekvens fra 1-4, der 4 er størst konsekvens. Kritikaliteten er basert på den høyeste konsekvensen som er gitt for enheten.

Der det er relevant å definere kritisk og ikke-kritisk, blir middels og høy kritikalitet definert som kritisk, og lav kritikalitet definert som ikke-kritisk.

Konsekvensmatrise				
	Ubetydelig konsekvens	Moderat konsekvens	Stor konsekvens	Alvorlig konsekvens
	1	2	3	4
Personsikkerhet	Ingen skade	Lettere skader	Store skader	Død
Rømningsfare	Liten rømningsfare	Moderat rømningsfare	Stor rømningsfare	Svært stor rømningsfare
Fiskevelferd	God fiskevelferd	En viss fare for dårlig fiskevelferd	Dårlig fiskevelferd	Svært dårlig fiskevelferd

Tabell 3 - Konsekvensmatrise

Kritikalitetsklasser	
Konsekvens	Kritikalitet
1	LAV
2-3	MIDDELS
4	HØY

Tabell 4 - Kritikalitetsklasser

Eksempel:

Figur 7 og Figur 8 viser at enhet 1.5 *Flyterør* har fått utdelt konsekvens 1-1-1 på delvis bortfall av funksjon, og kritikalitet lav. På total bortfall av funksjon har den samme enheten fått utdelt konsekvens 1-4-4, og kritikalitet høy.

1.5	Flyterør	Oppdrift	Flyterøret sørger ikke for oppdrift	<i>Delvis bortfall av funksjon</i>	Knekk i flyterør
				<i>Total bortfall av funksjon</i>	Punktering

Figur 7 - Utklipp fra analysen, del 1

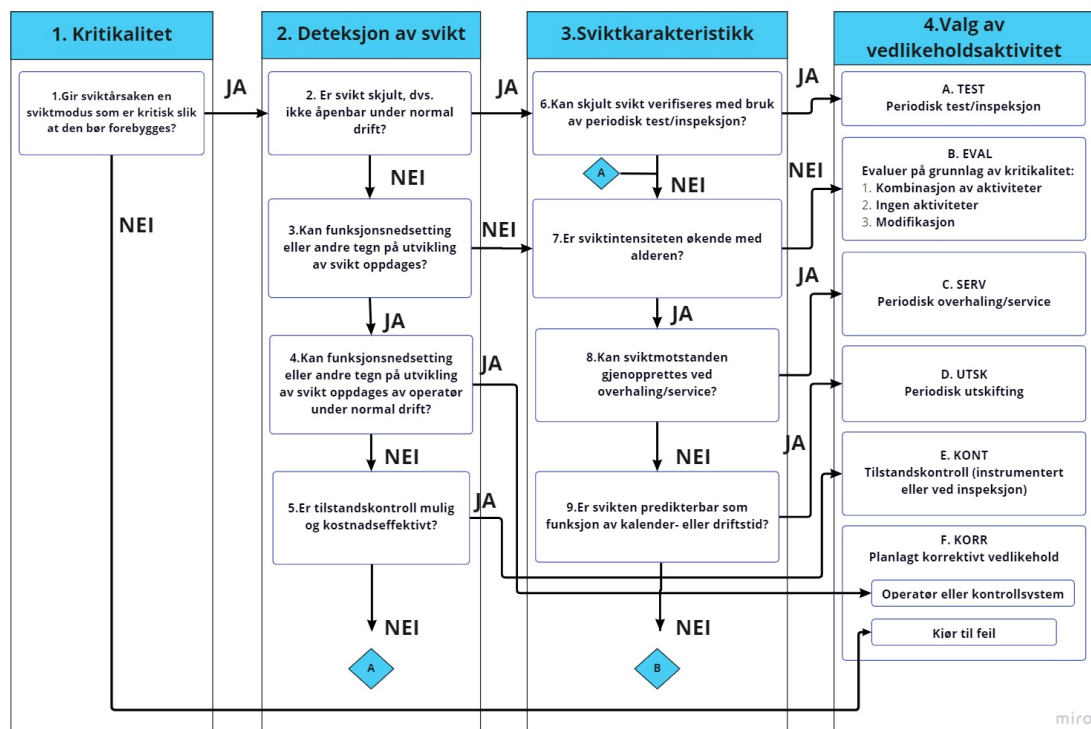
Påkjørsel av båt	Overlast	Redusert oppdrift	Synlig	1	1	1	Lav
Svikt i sveis	Overlast	Redusert oppdrift	Synlig	1	1	1	Lav
Tap av isopor	Skade	Tap av oppdrift	Skjult	1	4	4	Høy

Figur 8 - Utklipp fra analysen, del 2

Bestemmelse av vedlikeholdsaktivitet

For å bestemme vedlikeholdsaktivitet til hver svikt, ble beslutningstreet som vist i Figur 9 brukt.

Resultatet av dette vises i kolonne 12. Vedlikeholdsaktivitet i RCM-analysen.



Figur 9 - Beslutningstre brukt for å bestemme vedlikeholdsaktivitet

Bestemmelse av oppgaveintervall

For å bestemme oppgaveintervall benyttes fremgangsmåte/formlene i høyre kolonne i Tabell 5.

Disse kommer fram i kolonne 13. Oppgaveintervall i RCM-analysen. Oppgaveintervallene man kommer fram til kan med fordel rasjonaliseres.

Vedlikeholdsaktivitet	Forklaring av vedlikeholdsaktivitet	Formel for utregning av oppgaveintervall
A - Periodisk test/inspeksjon	Ved denne vedlikeholdsaktiviteten skal det vurderes hvor ofte man bør teste/inspisere utstyret med skjult svikt for å ha tilstrekkelig sikkerhet for at det virker når det skal virke. En høy kritikalitet og lite driftsikkert utstyr vil naturlig nok medføre et kortere testintervall.	$Intervall = \frac{(2 * MFDT)}{\lambda}$ $der: \lambda = \frac{1}{MTTF}$ <p>MTTF (Mean Time To Failure) er tiden mellom en enhet svikter.</p> $MTTF = \frac{Tid\ operasjonell}{Antall\ enheter} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_i$ <p>MFDT (Mean Fractional DownTime) er tiden det tar fra en svikt oppstår til svikter er reparert og enheten er tilbake i drift.</p>
B - Evaluering	Her bør evaluering skje på grunnlag av kritikaliteten til utstyret. Tiltak som bør vurderes nærmere er f.eks. om det kan være mulig å kombinere ulike vedlikeholdsaktiviteter, foreta nødvendige modifikasjoner, vurdere bruk av redundans eller at det ikke skal innføres noen vedlikeholdsaktivitet.	Ingen formel for utregning av intervall. Her må intervallet evalueres individuelt for hver svikt.
C – Periodisk overhaling/service	Ved denne aktiviteten skal man komme i forkant av en sviktutvikling og gjenopprette utstyrets sviktmotstand. Det må vurderes hvor lag tid det vil ta før utstyret svikter på grunn av svekket tilstand. Denne tiden beregnes som MTTF. Ved stor usikkerhet i MTTF og høy kritikalitet bør intervallet for periodisk overhaling eller service gjøres vesentlig kortere.	<p>Det er fire ulike formler for å regne ut intervall for periodisk forebyggende vedlikehold (PFV). Disse avhenger av om enheten er kritisk eller ikke, og hvilken feilkarakteristikk den har.</p> <p>Feilkarakteristikker:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Etter en tid vil sviktintensiteten øke drastisk. Dette er en typisk type slitasjesvikt som oppstår når enheten er utslitt. 2. Sviktintensiteten øker etter hvert som tiden går, men det er ikke noe tidspunkt der svikten viser noen drastisk økning i tendensen til å oppstå som følge av slitasje. <p>Feilkarakteristikk type 1 og ikke-kritisk:</p> $PFV = 50\% * MTTF$

		<p>Dette forutsetter å gi 90-95% sikkerhet for at svikten ikke oppstår.</p> <p>Feilkarakteristikk type 1 og kritisk:</p> $PFV = 25\% * MTTF$ <p>Dette forutsetter å gi 99% sikkerhet for at svikten ikke oppstår.</p> <p>Feilkarakteristikk type 2 og ikke-kritisk:</p> $PFV = 25\% * MTTF$ <p>Dette forutsetter å gi 90-95% sikkerhet for at svikten ikke oppstår.</p> <p>Feilkarakteristikk type 2 og kritisk:</p> $PFV = 10\% * MTTF$ <p>Dette forutsetter å gi 99% sikkerhet for at svikten ikke oppstår.</p>
D - Periodisk utskifting	Ved denne aktiviteten skal enheten byttes ut før den forventes å svikte.	Intervall vurderes på samme måte som for C - periodisk overhaling og service. Forskjellen er at her består vedlikeholdet i å bytte ut utstyret eller deler av det og ikke gjøre en overhaling eller service.
E - Tilstandskontroll	For å estimere intervallet for denne typen vedlikeholdsstrategi, må det gjøres en vurdering av hvor lang tid det tar fra en potensiell svikt kan oppdages ved tilstandskontroll, til den vil gi en svikt på enheten. Dette tidsintervallet kalles for PF-intervallet.	Et anbefalt utgangspunkt for å fastsette intervallet for tilstandskontroll er å la dette intervallet være halvparten av PF-intervallet.
F – Planlagt korrektivt vedlikehold	Hvis svikten som oppstår ikke er kritisk, vil man i utgangspunktet velge planlagt korrektivt vedlikehold (kjør til svikt inntreffer). Hvis operatør registrerer at en sviktutvikling er på gang, og sviktmoden er kritisk, vil man kunne overvåke og kontrollere sviktutviklingen.	Ingen intervall – Kjør til svikt.

Tabell 5 - Forklaring over vedlikeholdsaktiviteter og formel for utregning av oppgaveintervall