



Sjøkrigsskolen

Bacheloroppgave

Sivile standardfartøy til bruk i Sjøforsvaret

Er sivile regelverk dekkende for militær virksomhet?

av

Jonathan Sjøvold Henning & Even Grindheim Eikeland

Leveret som en del av kravet til graden:

BACHELOR I MILITÆRE STUDIER MED FORDYPNING I LEDELSE OG
MARINEINGENIØR MASKIN

Antall ord: 15805

Innlevert: 12 2023

Godkjent for offentlig publisering

Publiseringsavtale

En avtale om elektronisk publisering av bachelor/prosjektoppgave

Kadetten(ene) har opphavsrett til oppgaven, inkludert rettighetene til å publisere den.

Alle oppgaver som oppfyller kravene til publisering vil bli registrert og publisert i Bibsys Brage når kadetten(ene) har godkjent publisering.

Oppgaver som er graderte eller begrenset av en inngått avtale vil ikke bli publisert.

Jeg (Vi) gir herved Sjøkrigsskolen rett til å gjøre denne oppgaven tilgjengelig elektronisk, gratis og uten kostnader	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nei
Finnes det en avtale om forsinket eller kun intern publisering? (Utfyllende opplysninger må fylles ut)	<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Nei
Hvis ja: kan oppgaven publiseres elektronisk når embargoperioden utløper?	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nei

Plagiaterklæring

Vi erklærer herved at oppgaven er mitt eget arbeid og med bruk av riktig kildehenvisning.

Vi har ikke nyttet annen hjelp enn det som er beskrevet i oppgaven.

Vi er klar over at brudd på dette vil føre til avvisning av oppgaven.

Dato: 03 – 12 - 2023

Kadett Jonathan Sjøvold Henning
Kadett Even Grindheim Eikeland

Forord

Bacheloroppgaven er skrevet av Jonathan Sjøvold Henning og Even Grindheim Eikeland i månedene september og november, 2023. Den er en del av studiene *Bachelor i militære studier med fordypning i ledelse og marineingeniør maskin*, ved Forsvarets Høgskole, Sjøkrigsskolen.

I oppgaven kartlegger vi noen av ulikhetene mellom sivile og militære regelverk, og drøfter hvorvidt et skip, konstruert på sivile regelverk har tilstrekkelig havarisikkerhet og overlevelsessevne for å tilfredsstille krigens krav. Dette er gjort for å reflektere over om nye standardfartøy bør basere seg på helt sivile regelverk, eller kombinere reglene med militære regelverk.

Vi ønsker å rette en stor oppmerksomhet og takk til Flaggkommandør (P) Geir Kilhus for god oppfølging og gode kommentarer knyttet til bachelorarbeidet. Hans bidrag med å finne kontaktpersoner gjennom bachelorperioden har vært uvurderlig. Videre ønsker vi også å gi honnør til Geir Tore Rise og Kristian Odland for deres verdifulle hjelp og kyndige veiledning. En stor takk til Stig-Esben Olsen fra FMA og Mads Eidem med DNV, for god hjelp med å forstå oppbygningen av, og historien bak de ulike regelverkene.

Bergen, Sjøkrigsskolen, 03-12-2023

Jonathan S. Henning

Henning, Jonathan Sjøvold

Even G. Eikeland

Eikeland, Even Grindheim

Sammendrag

Sjøforsvarets fartøyer skal løse komplekse oppgaver i et stadig skiftende operasjonsmiljø. For å gjennomføre dette sikkert og effektivt anbefaler forsvarssjefen, gjennom forsvarssjefens fagmilitære råd 2023, at Sjøforsvaret bør anskaffe nye standardfartøy. Disse skal fungere som multi-rollefartøy, med lik oppbygging, men ha varierende utrusting, alt etter hva oppdraget krever. Standardfartøyene vurderes å bygges så sivilt som mulig, etter sivile regelverk.

Regelverkene til DNV og INSA har forskjellige målgrupper innenfor sjøfart. Samtidig søker begge regelverkene sikring av liv og materiell på sjøen. Innholdet i regelverkene varierer, og det blir aktuelt å spørre hvilke regelverk som bør legges til grunn når et nytt militært fartøy skal konstrueres. I denne oppgaven vil vi se nærmere på disse sivile og militære regelverkene knyttet til konstruksjon av standardfartøy. Hensikten med oppgaven er å undersøke om aktive og passive havarisikkerhetstiltak er tilfredsstillende dekket når standardfartøy blir konstruert etter helt eller sivile regler og standarder.

Oppgaven er i hovedsak en litteraturstudie, hvor vi benytter komparativ metode og sammenlikning for å analysere enkelte av de viktigste forskjellene mellom det sivile regelverket DNV-RU-SHIP og det militære regelverket RUNA hva gjelder det kommer til havarisikkerhet og overlevelsessevne. Ved å utvikle ett fiktivt operasjonskonsept for nye standardfartøy, kan vi analysere regelverkene, og gå nærmere inn på relevante problemstillinger rundt redundans, konstruksjon og andre faremomenter.

De største likhetene mellom sivile og militære fartøy når det kommer til havarisikkerhet, er konsekvensen av vanninntrenging, brann og tap av elektrisk kraft. Unntaket er at militære fartøy opererer etter prinsippet «float-move-fight», og har spesielt fokus på det maritime begrepet «survivability», altså overlevelsessevne under kampavhandlinger eller i havarisituasjoner.

Noen konkrete funn vi har gjort har vært at militære regelverk stiller krav til å redusere tildekking av skott og himling med plater, overdimensjonering av elektriske anlegg, mindre seksjoner og inndelinger, «future growth margin», havaridekk, og fordeling av havarimateriell.

Samtidig er mye av redundans og stabilitet godt dekket av sivile regelverk.

Ut fra våre funn kan det tenkes at nye standardfartøy bør konstrueres på en kombinasjon av regelverk for å dekke svakheter og beholde styrker i begge regelverkene. På den andre siden kan det også tenkes at sivile regelverk kan bli anvendt, men at Sjøforsvaret kommer med oppjusteringskrav der hvor det sivile regelverket er utilstrekkelig. Dette kan gjøres for at fartøyene skal bli så sivile som mulig, men så militære som nødvendig.

Innholdsfortegnelse

Forord	ii
Sammendrag	iii
Innholdsfortegnelse	iv
Figurer	1
Tabell 2	
Nomenklatur	3
1 Innledning	4
1.1 Introduksjon	4
1.2 Bakgrunn for oppgavevalg.....	4
1.2.1 Sivile og militære regelverk.....	5
1.2.2 Havarisikkerhet	5
1.2.3 Vår motivasjon.....	5
1.2.4 Oppgaven	6
1.3 Bakgrunn for regelverkene.....	6
1.3.1 Regler og standarder	6
1.3.2 International Maritime Organization	6
1.3.3 Klaseselskapet og SOLAS.....	6
1.3.4 RAR	7
1.3.5 DNV	7
1.3.6 Naval Ship Code	8
1.3.7 RUNA	8
1.3.8 Oversikt over ulike klaseselskaper og regelverk	9
1.4 Målsetting og problemstilling	9
1.4.1 Hovedmålsetting	9
1.4.2 Bi-målsetting.....	9

1.5	Avgrensninger	10
1.6	Struktur	11
2	Teoretisk rammeverk	13
2.1	Årsaker til havari på skip	13
2.2	Aktiv og passiv havarisikkerhet	13
2.3	SOLAS og havaribekjempelse	15
2.4	Vanninntrenging / skroginnndeling	16
2.5	Redundans og separering	18
2.6	Intakt stabilitet vs. Skadet stabilitet	19
2.7	Rør / klaringer og konstruksjon / skottgjennomføringer.....	20
2.8	Faste anleggs lyd, og påvirkning fra vibrasjoner og sjokk	21
2.9	Krigsfartøys karakteristiske forskjeller	22
2.10	Operasjonskonsept	23
3	Metode.....	25
3.1	Komparativ metode.....	25
3.2	Gjennomføring	26
3.3	Fordeler og begrensninger	26
3.4	Fiktiv ConOps.....	27
4	Resultater og analyse	28
4.1	Elektrisk kraftproduksjon.....	30
4.1.1	Innledning	30
4.1.2	NSC.....	30
4.1.3	RUNA	30
4.1.4	DNV	30
4.2	Elektrisk fordeling	32
4.2.1	Innledning	32

4.2.2	NSC.....	32
4.2.3	RUNA	32
4.2.4	DNV	32
4.3	Rørsystemer	33
4.3.1	Innledning	33
4.3.2	NSC.....	33
4.3.3	RUNA	33
4.3.4	DNV	34
4.4	Stabilitet, oppdrift og skroginnndeling	34
4.4.1	Innledning	34
4.4.2	Forskrift 2 NSC.....	34
4.4.3	Forskrift 2 RUNA	35
4.4.4	Forskrift 3 NSC og RUNA	35
4.4.5	Forskrift 4 NSC.....	35
4.4.6	Forskrift 4 RUNA	35
4.4.7	DNV	36
4.5	Brann.....	36
4.5.1	Innledning	36
4.5.2	Forskrift 2 NSC – Strukturintegritet ved brann	36
4.5.3	Forskrift 2 RUNA – Strukturintegritet ved brann.....	37
4.5.4	Forskrift 4 NSC – Brannutviklingspotensiale.....	37
4.5.5	Forskrift 4 RUNA – Brannutviklingspotensiale	37
4.5.6	Forskrift 6 NSC – Røykspredningskontroll	37
4.5.7	Forskrift 6 RUNA – Røykspredningskontroll.....	38
4.5.8	Forskrift 8 NSC – Brannisolering	38
4.5.9	Forskrift 8 RUNA – Brannisolering	38
4.5.10	Forskrift 9 NSC – Brannbekjempelse	39
4.5.11	Forskrift 9 RUNA – Brannbekjempelse	39
4.6	Vibrasjoner og sjokk	39

4.6.1	Innledning	39
4.6.2	NSC og RUNA	40
4.6.3	DNV	40
4.7	CBRNE	40
4.7.1	Innledning	40
4.7.2	NSC og RUNA	41
4.7.3	DNV	41
5	Drøfting	42
5.1	Elektrisk kraftproduksjon	42
5.2	Elektrisk fordeling	43
5.3	Rørsystemer	43
5.4	Stabilitet, oppdrift og skroginnndeling	44
5.5	Brann	45
5.6	Vibrasjoner og sjokk	46
5.7	CBRNE	48
5.8	Helt eller delvis sivilt?	48
6	Avslutning	51
	Vedlegg (hvis slike finnes)	53
7	Bibliografi	54

Figurer

- Figur 1: Illustrasjon av hoveddekk, dobbeltbunn, sideskott og generell skottinndeling
(United States. Naval Damage Control Training Center, 1945, s. 137). 18
- Figur 2: Illustrasjon av begrenning av fri væske overflate ved bruk av skillevegger
(Rawson & Tupper, 2001, s. 146). 20
- Figur 3: Bilde som illustrerer «survivability», og hvilke faser som er definert under
«susceptibility», «vulnerability» og «recoverability» (Gamble, Suendermann,
Mathys, & Woolley, 2014, s. 2). 24
- Figur 4: Separering med RP (3, x) som viser hvordan fremdriftslinje og generatorsett er
redundante og separert med vanntett inndeling (DNV, 2023, s. 232). 31

Tabell

Tabell 1: Oversiktstabell regelverk	28
---	----

Nomenklatur

ANEP-77 – Allied Naval Engineering Publication 77

ConOps – Operasjonskonsept

DNV – Det Norske Veritas

DNV-GL – Det Norske Veritas Germanischer Lloyd

FN – Forente Nasjoner

HSLC – High Speed Light Craft

IMO – International Maritime Organization

INSA – International Naval Safety Association

ISM-koden – International Management Code for the Safe Operation of Ships and for Pollution Prevention

KNM – Den Kongelige Norske Marine

MGO – Marine Gas Oil

MSSD – Most similar system design

NRAR – The Royal Norwegian Navy Standard Requirements and Regulations

NSC – Naval Ship Code

RAR – Rules and Regulations of the Royal Norwegian Navy

RAS – Replenishment at Sea

SOLAS – Safety Of Life At Sea

UCL – University College London

1 Innledning

1.1 Introduksjon

Krigens natur byr på et komplekst og utfordrende operasjonsmiljø. Hvis Sjøforsvaret skal anskaffe nye fartøy, bør fartøyene være konstruert på militære regelverk, eller er de sivile regelverkene omfattende nok for å dekke de militære behovene? Dette har vi tenk å undersøke i denne oppgaven.

Den Kongelige Norske Marine (KNM) og Kystvakten har i en årrekke utført oppdrag med et bredt spekter av oppdrag. Dette har ført til en etterspørsel, og produksjon av fartøy med egenskaper tilpasset spesifikke operasjonsmiljø og oppdrag. En kjent problemstilling ved drift av slike fartøy er at det kreves en spesifikk type utdanning av mannskapet om bord på de ulike fartøysklassene, som nødvendigvis ikke lar seg overføre til andre typer fartøy. I tillegg kan det være vanskelig og kostbart å skaffe reservedeler og kompetanse, på grunn av fartøyenes sær-egenheter.

Forsvarssjefens fagmilitære råd i 2023 presenterte et nytt fartøyskonsept, hvor intensjonen er å ha større og mindre standardfartøy til bruk i Marinen og Kystvakten. Fartøyene skal kunne benyttes til et mangfold av oppgaver, såkalte multi-rollefartøy. Disse fartøyene baseres på helt eller delvis sivile standarder og regler. Fartøyene skal etter kunne utrustes med norske maritime løsninger, og med mest mulig bruk av hyllevarer på systemsiden (Forsvaret, 2023).

I den forbindelse, må regelverk og standarder hensyntas tidlig i prosessen, da disse vil være avgjørende både ved planlegging, konstruksjon, bygging og ved påfølgende drift. Hvilke regelverk som bør ligge til grunn for å oppnå en tilfredsstillende havarisikkerhet for et militært fartøy er utfordrende og sammensatt. Om man baserer konstruksjonen på utelukkende ett regelverk i anskaffelsesprosessen, vil det da gi større konsekvenser ved en framtidig havarisituasjon?

1.2 Bakgrunn for oppgavevalg

Med dette som utgangspunkt, vil vi i denne oppgaven se nærmere på moderne prosesser rundt planlegging og anskaffelser av marinefartøy. Problemstillingene Sjøforsvaret står ovenfor er spennende og nytenkende, samtidig som de er aktuelle. Vi ser det derfor som hensiktsmessig i denne oppgaven å både diskutere og analysere forskjellen mellom sivile og militære regelverk

i forbindelse med skipskonstruksjon, og se nærmere på vanlige tiltak som gjennomføres i forbindelse med havarisikkerhet.

1.2.1 Sivile og militære regelverk

Ved konstruksjon av fartøy er skipskonstruktører lovpålagt å følge en rekke regelverk. Dette gjelder også Sjøforsvaret som er juridisk bundet av flaggstaten Norge. Regelverkene er til for å sikre at konstruksjon av fartøy blir gjort riktig, slik at fartøyet kan seile på en trygg og sikker måte. Hvilket regelverk skipskonstruktøren skal følge avhenger av hvilket ambisjonsnivå fartøyet skal operere i. Dermed er fartøyets designerte arbeidsoppgave særlig viktig for å skille hvorvidt sivile eller militære regelverk skal følges. Resultatet av å velge feil regelverk vil kunne føre til konsekvenser, da det alltid skal gjøres en avveining mellom økonomi, sikkerhet og utrustning.

1.2.2 Havarisikkerhet

Det er anerkjent, både sivilt og militært, at havarisikkerhet er essensielt for å kunne operere på havet (Rawson & Tupper, 2001, s. 162). Likevel kan det hevdes at besetningen om bord på et militære fartøy må ha mer fokus på dette, da de skal ha som mål å operere etter «float-move-fight» prinsippet (DNV, 2023). I den forbindelse vil skipets overlevelsessevne, eller begrepet «survivability» (DNV, 2023) være relevant. Overlevelsessevnen vil kunne påvirkes i stor grad gjennom aktive og passive tiltak, og vi vil derfor trekke frem redundans, konstruksjon og faremomenter, som punkter for diskusjon, i forbindelse med havarisikkerhet. Vi vil sammenligne det vi definerer under de overordnede underkategoriene, med de regelverkene og standardene, både med hensyn til det militære, og sivile.

1.2.3 Vår motivasjon

Som kommende maskinister er det viktig å fundere på hvorfor fartøy er konstruert som de er. Ulike konstruksjonsløsninger kommer ofte av kompromisser mellom regelverk og faktiske krav. Å forstå de ulike løsningene og konsekvensen av disse, er viktige for å få en bedre forståelse av havarisikkerheten ombord. Å vinkle oppgaven mot kommende standardfartøy gjorde oppgaven mer fremtidsrettet og spennende.

1.2.4 Oppgaven

I denne oppgaven vil vi altså sammenlikne militære og sivile regelverk i forbindelse med konstruksjon av standardfartøy. Vi vil søke å belyse hvorvidt et standardfartøy kan konstrueres på helt eller delvis sivile regler og standarder med hensyn til aktive og passive havarisikkerhets tiltak.

1.3 Bakgrunn for regelverkene

Det finnes et hav av regelverk og standarder, utarbeidet av forskjellige flaggstater, organisasjoner og classeselskaper. Alle med hver sin historie og bakgrunn. Vi vil derfor i denne delen av oppgaven gå kronologisk gjennom relevante historiske regelverk, for å begrunne hvilke regelverk vi vil regne som aktuelle i dagens diskusjon.

1.3.1 Regler og standarder

Innledningsvis er det viktig å poengtere skillet mellom begrepene regler og standarder. Det kan enkelt defineres som at regler er noe man må oppfylle, og er obligatorisk ved fartøyskonstruksjon. Standarder derimot er et frivillig verktøy for å effektivisere et behov, eller for å enkelt kunne møte krav i et gitt regelverk (Standard Norge, 2023).

1.3.2 International Maritime Organization

Den internasjonale maritime organisasjonen IMO (International Maritime Organization) er en organisasjon under FN (Forente Nasjoner). Organisasjonen fokuserer på sikkerhet til sjøs, samt å redusere miljøpåvirkningene av maritim virksomhet. IMO ble opprettet som følge av Titanic-forliset, og det omfattende regelverksarbeidet som ble gjort i ettertid (Simonsen, 2022, ss. 103-104). Organisasjonen er sjøfartens høyeste juridiske organ, og er gjeldende for all skipsfart under FN. I Norge er skipssikkerhetsloven og ISM-koden utarbeidet med bakgrunn i retningslinjen i IMO, og er derfor gjeldende for det norske sjøforsvaret i fredstid. Det finnes unntak, da Kongen kan gi forskrift om at skipssikkerhetsloven helt eller delvis ikke skal gjelde for Forsvaret (Skipssikkerhetsloven, 2007, s. § 2).

1.3.3 Classeselskapet og SOLAS

Typisk under flaggstaten tildeles ansvar til ulike classeselskaper, og i Norge er det sivile classeselskapet DNV (Det norske Veritas) mest brukt. Classeselskapets regelverk tar i hovedsak

for seg de tre underkategoriene sjødyktighet, skrog og maskineri (Aasmundseth, 2019, ss. 134-136). Kategorier som brannvern og livreddende tiltak er spesifisert i spesifikke traktater, men gjenspeiles også i klasseselskapenes regler og notasjoner (Aasmundseth, 2019, ss. 46-48). Et viktig og mye omtalt eksempel er den internasjonale traktaten vedrørende sikkerhet, SOLAS (Safety Of Life At Sea). Traktaten spesifiserer minimumskrav til utstyr, konstruksjon og operasjon av skip med hensyn til sikkerhet. Denne trådte i kraft i 1914, som en respons på Titanic ulykken. I senere tid har traktaten blitt endret og utvidet, og den refereres i dag til som SOLAS 1974 (IMO, 2023).

1.3.4 RAR

Siden 1960 har Den Kongelige Norske Marine (KNM) brukt RAR (Rules and Regulations of the Royal Norwegian Navy) i forbindelse med konstruksjon av overflatefartøy. Regelverket er basert på en grundig studie utført av det amerikanske forsvaret i 1946, hvor det ble gjennomført et omfangsrikt arbeid på stabilitet ved kraftige bølger og vind. Under andre verdenskrig opplevde amerikanerne en variert påvirkning fra tyfoner i Stillehavet. Det var betydelige forskjeller i hvorvidt skip sank, avhengig av ulike faktorer som konstruksjonen av fartøyene, besetningens kompetanse og tilstanden til lasten (Sarchin & Goldberg, 1963, ss. 419-420). KNM og amerikanerne begynte et samarbeid med en flåteplan i 1960, og etter dette ble det amerikanske regelverket adoptert av Sjøforsvaret under navnet RAR og videreutviklet med fokus på norske marine- og kystvaktfartøy (Forsvarets Logistikkorganisasjon/ Maritime kapasiteter, 2013, s. 3). Mot slutten av 1990 overførte KNM ansvaret for videreutvikling, verifisering og vedlikehold av regelverk til DNV. Oppdraget ble å utvikle et eget regelverk for militære fartøy med reglene fra RAR som utgangspunkt. Deretter ble standardene i RAR vedrørende konstruksjon av nye fartøy, videreført i en ny spesifisering NRAR (The Royal Norwegian Navy Standard Requirements and Regulations) (Forsvarets Logistikkorganisasjon/ Maritime kapasiteter, 2013, s. 4).

1.3.5 DNV

DNV ble sammenslått med det tyske Germanischer Lloyd (GL) i 2013, og fikk navnet DNV-GL. Etter sammenslåingen har klasseselskapet valgt å beholde både det tyske og norske varianten av det militære regelverket. Henholdsvis heter er det norske DNVGL-RU-SHIP, og det tyske DNVGL-RU-NAVAL. klasseselskapet DNV-GL valgte å beholde begge regelverkene,

framfor en sammenslåing. I 2021 gikk DNV-GL tilbake til å hete DNV, men da uten å endre på tekniske detaljer i regelverkene (DNV, 2023).

1.3.6 Naval Ship Code

FN organisasjonen IMO, har ikke tatt stilling til militære fartøy, og organisasjonens regelverk gjelder i utgangspunktet ikke for militære fartøy. Med unntak av MARPOL-notasjonene og SOLAS gjennom skipssikkerhetsloven kapittel 5 og 3 (Skipssikkerhetsloven, 2007). En sjømiliter styrke søker alltid å evaluere både sikkerhetsnivå og militære kapasiteter. Derfor er det ikke alltid mulig å følge SOLAS, siden traktaten er veldig preskriptivt, og militære fartøy har ofte behov for en annen løsning for å oppnå likt sikkerhetsnivå, uten at det går på bekostning av militære kapasiteter og medførte økte økonomiske kostnader. Det ble dermed synlig for flere sjøfarts nasjoner at en «militær SOLAS» var nødvendig. Derfor har en rekke NATO nasjoner fra 2004 – 2009 i samråd med International Naval Safety Association (INSA)-medlemmer og classeselskaper, utviklet regelverket Naval Ship Code (NSC). For NATO-nasjoner er det omtalt som Allied Naval Engineering Publication 77, forkortet ANEP-77 (INSA, 2023). Regelverket er strukturert i tre hoveddeler. Den innledende delen fokuserer på å beskrive kravene som må oppfylles, hvor minimumskravet er tilsvarende sikkerhetsnivået til SOLAS. Deretter følger en seksjon dedikert til presentasjon av løsninger som er utformet for å imøtekomme disse spesifikke kravene. Den tredje og siste delen gir en utfyllende forklaring og bakgrunn for valgene som er tatt i utviklingen av NSC, og hvordan disse valgene støtter opp under SOLAS-kravene. ANEP-77 offentliggjøres hvert 3. år og er helt identisk til INSAs NSC som henholdsvis revideres hvert år, hvor forskjellen er merkingen som tilsier at ANEP-77 er et NATO-dokument (INSA, 2023).

1.3.7 RUNA

Dagens regelverk for Sjøforsvaret er Rules for Ships in the Royal Norwegian Navy (RUNA), og er et nylig innfasert regelverk, gjeldende fra 2023. Regelverket er den norske ekvivalenten til INSA Naval Ship Code, edition H, versjon 1. RUNA er mer fleksibelt enn tidligere regelverk, og kan tilpasses hvert prosjekt basert på et operasjonskonsept (Benestveit Olsen, 2023). Forsvarsmateriell Maritimekapasiteter (FMA MARKAP) har som visjon å følge INSAs publiseringssyklus, slik at regelverket er à jour med utviklingen. Som tidligere nevnt skal NATO følge en publiseringssyklus hvert 3. år, men siden dette ikke har blitt gjort, forholder FMA seg utelukkende til INSA per dags dato. RUNA er tilpasset for å passe norske forhold, og justert

der FMA mente det var nødvendig med en strengere tilnærming. RUNA fungerer som en erstatning eller supplerer for del 2 (løsninger) i INSA NSC (Benestveit Olsen, 2023).

1.3.8 Oversikt over ulike classeselskaper og regelverk

Sivile regelverk og militære regelverk har forskjellige målgrupper innenfor sjøfart. De forskjellige målgruppene har forskjellige oppdrag og interesser. Likevel ønsker regelverkene å sikre liv og materiell på sjøen, i et komplekst og til tider utfordrende miljø. For å realisere dette, har flaggstater og classeselskaper utviklet forskjellige regelverk og standarder. De 6 anerkjente classeselskapene av sjøfartsdirektoratet er DNV, britiske Lloyd's Register, amerikanske American Bureau of Shipping, franske Bureau Veritas, italienske RINA S.p.A, og japanske Nippon Kaiji Kyokai (Sjøfartsdirektoratet, 2023). DNV har mange ulike regelverk som brukes til forskjellige fartøyer. Her kan det nevnes regelverk som RU-SHIP for lasteskip, RU-HSLC for hurtiggående fartøy, RU-INV for innenlands fartøy og RU-YACHT for yachter. I tillegg til dette finnes det flere tilleggsnotasjoner basert på faktorer som blant annet farvann, nyttelast og grad av redundans.

1.4 Målsetting og problemstilling

Formålet med denne oppgaven er å sammenlikne militære og sivile regelverk for å belyse hvorvidt standardfartøy kan konstrueres helt eller delvis etter sivile standarder og regler. Vi har valgt å fokusere vår analyse på havarisikkerhet og overlevelsessevne, og dermed se nærmere på tematikk vedrørende skrogkonstruksjon, redundans og faremomenter. Dette vil vi søke å oppnå gjennom å lage ett fiktivt operasjonskonsept som vil gi et grunnlag for hvilke regelverk vi skal sammenlikne.

1.4.1 Hovedmålsetting

Vår hovedmålsetting er formulert slik:

Analysere hvorvidt et sivilt regelverk er tilfredsstillende for å kunne konstruere et militært fartøy, uten at det går på bekostning av fartøyets havarisikkerhet og overlevelsessevne.

1.4.2 Bi-målsetting

For å svare på hovedmålsetningen, har vi utviklet tre bi-målsetninger:

- Analysere eksisterende aktive og passive tiltak tilknyttet havari.

- Drøfte mangler og utfordringer med sivile og militære regler og standarder innenfor tematikk vedrørende havarisikkerhet, og konsekvensene som kan medfølge
- Drøfte forskjeller mellom INSA's NSC, RUNA og DNV's standarder og regler

1.5 Avgrensninger

I denne oppgaven velger vi å legge hovedfokuset på DNV-RU-SHIP, RUNA og INSA's NSC. Vi velger å se nærmere på det nylig implementerte regelverket RUNA, og velger å se bort fra RAR, som historisk sett har vært styrende for Sjøforsvaret. Dette gjør vi for å holde oppgaven dagsaktuell og fordi det kan argumenteres for at RAR er for spesifikt for å kunne konstruere et bredt spekter av fartøy. RAR og NRAR er veldig detaljert og spesifikke, og kan argumenteres for å være et system spesifikkasjon som kan oppjustere regelstyrte krav, fremfor et fullverdig regelverk (Intervju LMG Marine, 2023). Vi tar utgangspunkt i at RAR og NRAR er systemspesifikasjoner, og utelukker disse fra oppgaven.

Tidligere i oppgaven ble det nevnt at vi kommer til å analysere INSA's NSC framfor ANEP-77, siden INSA er det regelverket som RUNA er basert på, og fordi regelverkene er tilnærmet identiske. Innledningsvis i INSA's NSC er det beskrevet hensikten med Naval Ship Code, hvor det blant annet blir poengtert at regelverket ekskluderer skader som er påført fra kamphandlinger. Slike skader blir ivaretatt gjennom operasjonskonsept, og reguleres gjennom ANEP'er som omhandler overlevelsessevne i strid (INSA, 2020, ss. Part 1-VII). Overlevelsessevne er en vesentlig faktor som bør ligge til grunn når det skal konstrueres et marinefartøy. Selv om regelverket ikke omhandler kapasiteter etter skade, så er det grunnleggende for fartøyskonstruksjon i freds- og sikkerhetsoperasjoner. INSA's NSC gir et rammeverk og er fundamentet til RUNA som sørger for at punkter ikke uteblir når det brukes flere regelverk. I tillegg er NSC ratifisert og implementert i Norge. Dermed er INSA's NSC et relevant regelverk å analysere og drøfte i denne oppgaven. INSA's NSC er en militærtilpasset SOLAS og vil være dekkende der hvor DNV ikke redegjør for brann, og dermed relevant i vår oppgave om havarisikkerhet. NSC redegjør også for livredning og livredningsutstyr, men dette er noe vi ikke vil se nærmere på. Vi vil bare se på havarisikkerhet og fartøyets overlevelsessevne, fram til fartøyet må forlates.

Standardfartøyene skal muligens konstrueres i to størrelser. Konkrete størrelser for fartøyene er ikke fastsatt, men det kan tenkes at den største typen vil være tilnærmet lik eller større enn en Jan Mayen-klasse kystvakt. Disse to vil ha forskjellige roller og fokusområder, med ulik

grad av beskyttelse og havarisikkerhet. Det kan derfor tenkes at de vil følge forskjellige regelverker. Basert på dette har vi valgt å bare se på den større fartøystypen. Regelverket vi kommer til å bruke er DNV-RU-SHIP, etter anbefaling fra DNV. I tillegg legger vi ved RP (3, x). Dette er en tilleggsnotasjon som øker krav til separering og redundans for fremdriftslinje, kraftproduksjon og fordeling, samt rør og vitale hjelpesystemer.

Det finnes flere avgjørende faktorer i forbindelse med havarisikkerhet og overlevelsessevne til maritime fartøy. En av disse er mannskapets trening og øving, samt offiserenes evne til å lede et havarilag. Dette er en erfaring gjort under Falklandskrigen (Brown, 2021, s. 254). I denne oppgaven vil vi ikke analysere og drøfte mannskapets innsats eller spesifikt havarimateriell, men heller fokusere på aktive og passive tiltak i forbindelse med havarisikkerhet.

I oppgaven tolker vi passive havaritiltak som skrogets konstruksjon og inndeling, og dets evne til stabilitet under intakt og skadet tilstand. Videre når aktive havaritiltak skal analyseres og drøftes vil vi se på fartøyets redundans, herunder elektrisk kraftproduksjon og fordeling, og fartøyets framdriftslinje. Aktive havaritiltak skal være dekkende hvis faremomenter skulle oppstå. Faremomenter vi legger til grunn i denne oppgaven er brann, vibrasjoner og sjokk, og til sist CBRNE-trusler.

Økonomi og pris vil alltid være avgjørende når nye fartøyer skal konstrueres og anskaffes. Denne oppgaven vil i all hovedsak drøfte de skipstekniske sidene ved regelverkene, ikke den konkrete økonomiske belastningen valgene medfører. Vi vil i oppgaven nevne hvis en løsning gir økte kostnader, men ingen konkrete tall vil bli presentert.

1.6 Struktur

Denne oppgaven vil i hovedsak fungere som en litteraturstudie som sikter på å analysere de tidligere nevnte regelverkene. Vi vil derfor i kapittel 2 redegjøre for relevant teori for aktive og passive tiltak innenfor havarisikkerhet, enda mer spesifikt det engelske begrepet «survivality». Vi vil som nevnt redegjøre for begrepene redundans, skrogkonstruksjon og faremomenter, og til slutt vil vi beskrive teori tilknyttet operasjonskonsept.

I kapittel 3 vil vi redegjøre for valg av metode for å besvare problemstillingen. Her vil vi beskrive teori om komparativ metode og hvordan vi har gjennomført metoden. Deretter vil vi drøfte problemstillinger og utfordringer vi må være observante på. Til slutt vil vi presentere ett fiktiv operasjonskonsept slik at vi lettere kan analysere relevante regelverk.

Vi vil så analysere de tre regelverkene INSA Naval Ship Code, RUNA og DNV-RU-SHIP. Analysen vil bestå av en sammenlikning av regelverkene, slik at vi videre kan drøfte om standardfartøyene kan konstrueres på helt eller delvis sivile regelverk med hensyn på havarisikkerhet. I vår drøfting vil vi diskutere mulig konstruktive løsningstiltak som vil bedre havarisikkerheten på fartøyet, og til slutt komme med en anbefaling hvilke regelverk og tiltak som bør ligge til grunn, sett i lys av det fiktive operasjonskonseptet.

2 Teoretisk rammeverk

I denne delen vil vi legge fram teorigrunnlaget oppgaven bygger på. Kapittelet vil innledningsvis nevne årsaker til havari, aktiv og passiv havarisikkerhet, samt teori om SOLAS. Deretter presenteres teori om havarimateriell, vanninntrengning, skroginnndeling, redundans og separasjon. Mot slutten vil vi legge frem teoretisk perspektiver på intakt stabilitet, skadet stabilitet, rørsystemer, sjokk og vibrasjoner på faste anlegg, før vi avslutter kapitelet med særegenheter hos krigsfartøy, operasjonskonsept og betydningen av dette når marinen går til anskaffelse av nye fartøy. Dette vil danne teorigrunnlaget som skal diskuteres senere i oppgaven.

2.1 Årsaker til havari på skip

I 1990 havarerte 230 skip i verden. Sett i sammenheng med den totale flåten på 76 000 kan det framstå som lite, men problemstillingen er i aller høyeste grad relevant for globale skipskonstruktører (Rawson & Tupper, 2001, s. 145). Ser man bort fra overlast, er det kun vanninntrengning som er årsaket til at et skip synker. Vanninntrengning kan oppstå ved kollisjon mellom to eller flere skip, for eksempel under operasjoner som RAS (Replenishment at Sea) eller navigering i trange farvann. Andre eksempler er ved brann eller at skip går på grunn. (Rawson & Tupper, 2001, ss. 165-167)

Et eksempel som i hovedsak kun gjelder for marinefartøy er at fartøyet blir beskutt. Marinefartøyets evne til overlevelse i kamp avhenger hvor mottakelig fartøyet er for treff, og hvor sårbart fartøyet er for effekten levert av ulike våpensystem. Et fartøy kan oppleve skadeeffekt fra luften ovenfra, langs skutesiden fra havet, og fra under vann. Det fleste våpenplattformene skader i form av sjokkbølger, fragmenter eller brann. Ingen av skadeomfangene er ønskelige, da det kan slå ut flere vitale funksjoner om bord i fartøyet, og kan være livstruende for mannskapet ved gjennomtrengning. (Rawson & Tupper, 2001, ss. 165-167)

2.2 Aktiv og passiv havarisikkerhet

Det finnes en rekke tiltak for å øke havarisikkerheten om bord i marinefartøy, disse defineres i kategoriene aktive og passive tiltak. Et passivt tiltak er eksempelvis skrogets konstruksjon, herunder skrogets vanntetteseksjoner og inndeling. Skroget må konstrueres med hensyn til et kompromiss mellom tilstrekkelige og lett tilgjengelige romareal, og vanntette seksjoner

(Bissel, Oertel, & Livingston, 1976, s. 89). Vanntette seksjoner vil teorien beskrive ytterligere i delen om vanninntrengning.

Brann og andre CBRNE-trusler vil også være sannsynlig både i krig, og i fredstid. I disse tilfellene er det fordelaktig at seksjonene er lufttette for å unngå spredning av røyk og gass. Nyere marinefartøy har CBRNE-ventilasjon med filtre installert. I dette systemet vil lufttette seksjonene skape et overtrykk. Dette gir en bedre gasstett integritet, og høyere sikkerhetsgrad for CBRNE-trusler (Sjøforsvaret, 2018, s. 23).

For å beholde vanntett og gasstett integritet er det også viktig at det er tett mellom seksjonene ved skottgjennomføring. Her skiller teorien mellom de engelske begrepene «closures and fittings».

«Closures» er til for å tilrettelegge transportruter som personell kan følge. Dette innefatter vanntette dører, svingskott, luker og deksler. Slike luker har generelt 6-12 lukkemekanismer rundt periferien for å forsikre et jevnt press og sikker lukking. «Fittings» er komponenter som er med på å opprettholde den vanntette integriteten til den aktuelle seksjonen. Slike finner man overalt i alle systemer som går gjennom større deler av skipet. Et eksempel på dette kan være skottgjennomføring av elektriske kabler, ventilasjon og rørsystemer med ventilsegmenter på hver side av et vanntett skott, og kabelgjennomføringer til de ulike faste anleggene (Bissel, Oertel, & Livingston, 1976, ss. 89-90).

For å opprettholde god nedstengningskultur om bord i et marinefartøy, har vaktstjef på fartøyet materiellsikringsgrader. Dette er med og bidrar til optimal sikring under alle forhold. Gradene brukt er; «X-ray», «Yankee» og «Zulu». Dette verktøyet er essensielt for å etablere et regime hele besetningen er kjent med, som bidrar til fartøyets vanntette integritet. «X-ray» er betegnelsen på den laveste materiellsikringsgraden, og er brukt til kai i fredstid. «Yankee» beordres før avgang og ved seiling i fredstid og er laveste grad i krigstid. Sistnevnte «Zulu» er den strengeste graden, og brukes ved seiling i krigstid eller ved havarialarm. Ved beordring av de ulike materiellsikringsgradene skal dører merket med henholdsvis X, Y og Z være lukket, og en lavere gradert dør skal aldri være åpen ved strengere grad (Sjøforsvaret, 2018, s. 18).

Utenom skrogkonstruksjonen, finnes det aktive tiltak for å ivareta havarisikkerhet. Aktive tiltak kan være å sørge for at vitale anlegg har redundans. Systemer med god redundans og backup-systemer er å foretrekke for å unngå katastrofale utfall ved tap av anlegg, eller ved be-

tydelig reduksjon i kraftforsyning (Watson, 1998, s. 288). En annen viktig faktor utenom besetningens nivå og innsats er havarimateriellet om bord. Her vil det kunne være faste anlegg og mobile komponenter som kan brukes ved en havarisituasjon.

2.3 SOLAS og havaribekjempelse

Som nevnt innledningsvis er SOLAS en av de viktigste internasjonale traktatene vedrørende sikkerhet om bord på maritime fartøy. IMO har inkludert følgende viktige overskrifter i SOLAS; konstruksjonsstandarder, vanntette seksjoner, skadeomfang, havarikontroll og brannvern (Rawson & Tupper, 2001, s. 159). Disse punktene er spesielt betydningsfulle for oppgaven, og det er av særlig viktighet å nøye vurdere i hvilken grad det ønskes å overstige de minimumskravene som er fastsatt av IMO

I boken *Basic Ship Theory Volum 1* skriver Rawson & Tupper (2001, s. 159) at brann er det farligste et maritimt fartøy kan bli utsatt for på sjøen. Ikke bare på grunn av høye temperaturer, men røykdannelsen og giftige gasser er hovedårsaken til at mannskap omkommer. Av denne grunn er brannsikkerhet svært avgjørende om bord, og flammer slukkes enten ved å hindre tilførsel av oksygen eller ved å senke temperaturen. Derfor er brannslanger og sprinkleranlegg med tilstrekkelig vannforsyning essensielle for å kjøle ned brannområder. I tillegg er oksygendepriverende midler svært effektive; her kan skum og gass benyttes for å kvele flammene. (Rawson & Tupper, 2001, ss. 159-160)

For å svare på problemstillingen i oppgaven, vil hovedfokuset i teorien være rettet mot materielle forhold. Likevel er det relevant å kort nevne viktigheten av besetningens innsats og ferdigheter i nødsituasjoner, og samtidig erkjenne kompleksiteten som kan oppstå ved en havarisituasjon for et marinefartøy i krig. Havarior organisasjonen om bord må kunne bekjempe CBRNE-trusler, eksplosjoner og vanninntrengning, muligens samtidig. Grunnet marinefartøyets mange vanntette seksjoner, både langskips, tverrskips og vertikale dekkinnndelinger, vil mannskapet lettere kunne isolere skadeomfanget ved en havarisituasjon. Utplassering av havaristasjoner er dermed viktig for å oppnå en effektiv havaribekjempelse. Om bord på et marinefartøy vil kommando og kontroll være plassert ved en sentral del av fartøyet. Herfra vil et ledelselement kunne distribuere ut havarilag dit hvor de ser det som mest hensiktsmessig ut ifra informasjonssystemene de har tilgjengelige (Rawson & Tupper, 2001, s. 162).

2.4 Vanninntrenging / skroginndeling

Det finnes tre potensielle uønskede hendelsesforløp som kan oppstå ved vanninntrengning. Første er når tap av oppdrift er så betydelig at skipet ikke lengre kan bære sin egen vekt, og dermed synker. Det andre scenarioet involverer utilstrekkelig tverrskipstabilitet, noe som kan resultere i at skipet kantrer. Det tredje tilfellet oppstår når den langsgående stabiliteten ikke er tilstrekkelig, og skipet synker med enten baugen eller hekken først (Tupper, 2013, s. 94). Fartøyets overlevelsessevne er essensielt knyttet til dets evne til å opprettholde oppdrift, spesielt når det gjelder håndtering av nødsituasjoner og havaribekjempelse. Oppdrift står sentralt i «float-move-fight» prinsippet, og er det grunnleggende elementet.

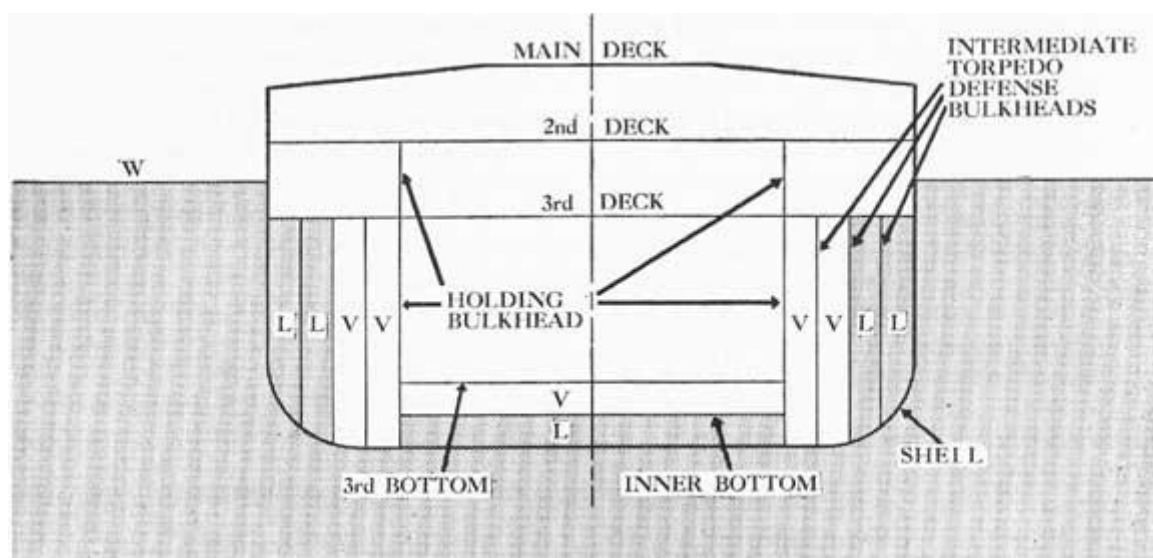
For å unngå synking av fartøy, stilles det krav til hvordan skroget skal deles inn i vanntette seksjoner langs skips og tverrskips, såkalte langskips- og tverrskippsskott. Dermed vil en vanninntrenging ha en redusert negativ effekt på skipets oppdrift. Hvor mange vanntette seksjoner et fartøy har, avhenger av størrelse og hvilket oppdrag fartøyet skal løse. Det vil naturligvis bli mer kostbart, og upraktisk å ha for mange vanntette seksjoner. Derfor må det alltid gjøres en økonomisk og sikkerhetsmessig vurdering ved konstruksjon av vanntettseksjoner. Eksempelvis vil et lasteskip ha større vanntetteseksjoner, enn et militært fartøy. Færre, men større vanntette seksjoner vil medføre økt tap av oppdrift, siden fartøy vil ta inn mer vann før det blir stoppet av en vanntett seksjon. Dette resulterer i at lasteskip har en tendens til å synke med baugen eller hekken først ved nedgang (Rawson & Tupper, 2001, ss. 145-146).

Som nevnt er det man ønsker å oppnå med vanntett seksjonsinndeling å begrense vanninntrengning. Her skiller det mellom vanntett og værtett inndeling. Vanntett er definert for å ikke la vann gjennomtrengre på begge sider av eksempelvis et skott, når skipet er intakt. Værtett er konstruert for å tåle værrets påkjenning og delvis nedsynking, men vil ikke kunne holde igjen store mengder sjøvann over tid (Marine Insight, 2023).

Et annet passivt tiltak er å konstruere dobbel skutebunn. En vanntett dobbeltbunn vil forsterke og redusere sjansen for vanninntrengning ved grunnstøting, eller ved sjokkpåkjenning fra omgivelsene. Dobbeltbunnen skal utstrekke seg over betydelige deler av skrogets bunn, og dette muliggjør økt kapasitet i tankene. Dette skyldes at dobbeltbunnen gir mulighet for lagring av ulike væsker, inkludert ferskvann, ballastvann eller olje (Meier-Peter & Bernhardt, 2009, s. 844).

Begrepene «bulkhead deck» og havaridekk er hyppig anvendt innenfor havarisammenhenger. Den øverste værtette dekkstrukturen, som er vanntett og tverrgående, defineres som «bulkhead deck», eller hoveddekk. Dette dekket plasseres normalt rett før overbygningen begynner (Tupper, 2013, s. 94). Under «bulkhead deck» finner man ofte havaridekket, som er dedikert til havaristasjoner og lagring av havarimateriell. Havaridekket utgjør det nederste dekket hvor det er mulig å bevege seg langsgående med skroget. I samsvar med RUNA skal havaridekket være vanntett dersom det er plassert under «bulkhead deck» (Forsvarsmateriell Maritime kapasiteter / Teknologivdelingen, 2023, s. 880).

Ved kollisjon er skipets baug særlig utsatt. Derfor er det påkrevd at de fleste skip har et kollisjonsskott. Ved skiplengde over 100 meter er det nødvendig med et påfølgende skott etter kollisjonsskottet. Ved kollisjonsskottet skal det være minst mulig skottgjennomføringer, og under den nedsenkbare grensen er det kun tillat med en rørgjennomføring. I tillegg må det være et skott som fungerer som en barriere mellom hoved framdriftsmaskineriet og andre områder. Hensikten er at disse skottene skal avlaste vanntrykket fra eventuelle skader, slik at skaden ikke påvirker framdriftslinjen. Marinefartøy kan også være utstyrt med skott som absorberer energi fra omgivelsene eller eksplosjoner. Dette oppnås ved å konstruere flere smale, vanntette seksjoner med væske eller luft, eller ved å plassere ekstra lagertanker langs skutesisiden. Implementering av dobbelhudplater eller lagertanker i skutesisiden reduserer risikoen for at prosjektiler kan trenge gjennom og skade fartøyets vitale installasjoner (Rawson & Tupper, 2001, ss. 146-147).



Figur 1: Illustrasjon av hoveddekk, dobbeltbunn, sideskott og generell skottinndeling (United States. Naval Damage Control Training Center, 1945, s. 137).

2.5 Redundans og separering

Sårbarhet og overlevelsessevne vil alltid være et tema sjøgående fartøyer. Ved en alvorlig feil på et system kan konsekvensene bli kostbare og katastrofale. Siden ingen teknologiske komponenter eller system har 100 % pålitelighet vil det alltid være en risiko for at noe går i stykker. Et enkelt grep for å øke påliteligheten til en komponent eller et system er å doble opp antallet av komponenten eller systemet. Dette kalles for redundans. Redundans blir ofte brukt på systemer som er viktige, for fartøyets drift og sikkerhet. Et eksempel er fartøyets strømproduksjon. Hvis et fartøy har to generatorer som produserer strøm, så vil noe av strømproduksjonen fortsatt opprettholdes, selv om den ene generatoren skulle slutte å fungere. Da unngår man at hele fartøyet blir mørklagt, også kjent som dødt skip eller «black ship» (Watson, 1998, s. 381). Det elektriske anlegget er med unntak av den vanntette inndelingen, det systemet som er viktigst for et fartøys overlevelsessevne.

Selv om et fartøy er utstyrt med to eller flere generatorer, gir det begrenset nytte hvis disse generatorene er plassert i samme rom ved en nødsituasjon. Det bør derfor være en målsetning å separere generatorene ved å plassere dem i ulike rom, på forskjellige dekk, eller i ulike seksjoner av fartøyet. Samtidig er det viktig å ta i betraktning at de elektriske tavlene bør være tilsvarende adskilt, med kabler som gjør det mulig for en generator å forsyne alle tavlene. Der som alle kabler til og fra tavlene går gjennom samme kabelgate, vil man igjen ha alle ressur-

sene samlet på et sted. Enhver modifikasjon for å oppnå denne separasjonen kan likevel resultere i økte kostnader og vekt for fartøyet. Det er derfor nødvendig å gjennomføre en økonomisk og sikkerhetsmessig vurdering for å avgjøre om slike tiltak er hensiktsmessige (Watson, 1998, s. 381).

2.6 Intakt stabilitet vs. Skadet stabilitet

Fartøyets intakte stabilitet er definert som evnen til å gjenopprette sin opprinnelige posisjon etter å ha blitt utsatt av utenforstående krefter. Slike krefter innenfor maritime forhold, kan inkludere påvirkning fra vind og bølger, eller fra hurtig endringer i fart og retning. Dersom fartøyet har dårlig stabilitet, kan slike krefter potensielt føre til at fartøyet kantrer. Dette er naturligvis noe man ønsker å unngå, og derfor er stabilitet et aspekt som kontinuerlig må vurderes og overvåkes. Faktorer som kan påvirke stabiliteten til et fartøy er blant annet lastekondisjonen, både lastens høyde og avstand fra senterlinjen vil kunne gi utslag. I tillegg vil frie væskeoverflate og fritthengende last bidra negativt på fartøyets stabilitet. Videre vil vanninntrengning ved skade påvirke stabiliteten på grunn av tapt oppdrift i vannfylte seksjoner. Det er derfor essensielt å ta hensyn til disse faktorene for å opprettholde en tilstrekkelig stabilitet og sikkerhet om bord i et marinefartøy (Rawson & Tupper, 2001, ss. 91-93, 127).

Effekten som oppstår når vann skaper et moment ved å bevege seg frem og tilbake, kalles fri væskeoverflate. Det å bære en halvfull bøtte med vann etter hanken kan være utfordrende, dersom vannet begynner å skulpe ukontrollert frem og tilbake. Den samme effekten skapes i tanker om bord på fartøy. Om bord er det mange ulike tanker med forskjellige væsker, alt fra hydraulikkoljer og Marine Gass Oil (MGO), til ferskvann og sjøvann. Hvis ikke tankene er helt fulle, eller helt tomme, vil fartøyet oppleve fri væskeoverflate. Dette vil påvirke stabiliteten. Effekten av fri væskeoverflate forblir uendret uavhengig av tankens plassering i fartøyet. For å minimere virkningen av fri væskeoverflate kan tanker deles inn i forskjellige seksjoner ved hjelp av skillevegger. Dette tiltaket bidrar til å begrense bevegelsen av væsken innenfor arealet til tanken, og dermed redusere uønskede svingninger som kan påvirke fartøyets stabilitet negativt (Rawson & Tupper, 2001, ss. 99-101, 146).

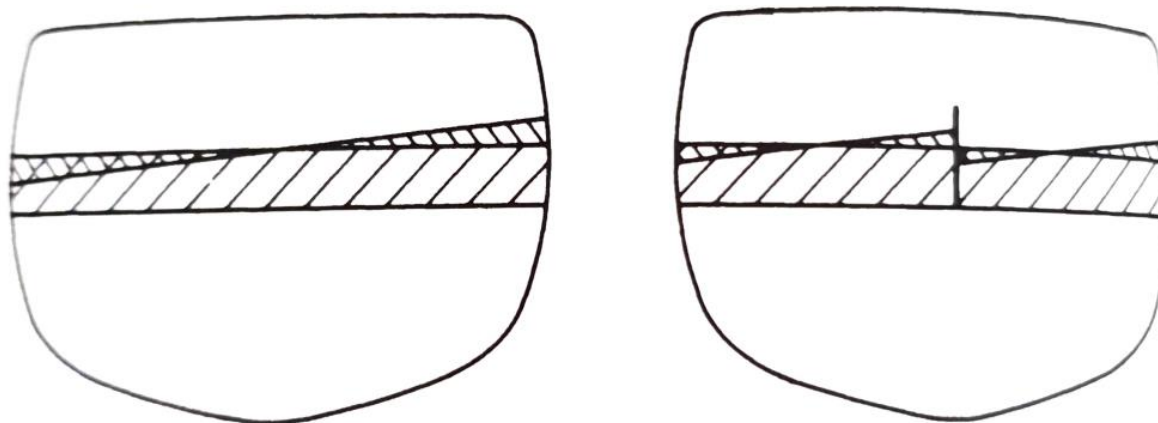


Fig. 5.1 Effect of a sill

Figur 2: Illustrasjon av begrensing av fri væske overflate ved bruk av skillevegger (Rawson & Tupper, 2001, s. 146).

En av de mest kritiske oppgavene under utformingen av et fartøy er å sikre at risikoen for havari reduseres betydelig. Samtidig er det like viktig å vurdere hvordan konsekvensene av et eventuelt havari kan begrenses når uhellet først inntreffer. Et av stegene for å gjennomføre dette er ved å se på skadet stabilitet. Skadet stabilitet oppstår når fartøyet har vanninntrenging og deler av fartøyets indre volum fylles med sjøvann. Ved hjelp av «tapt oppdriftsmetoden» eller «tillegg i vekt metoden» kan det beregnes hvordan stabiliteten blir påvirket, når forskjellige seksjoner blir fylt opp. I disse tilfellene er det viktig å ta hensyn til permeabiliteten, eller fyllingsgraden til seksjoner. Ved å regne ut dette på forhånd kan en om bord lett kartlegge når skadet stabilitet er så alvorlig at fartøyet burde evakueres (Rawson & Tupper, 2001, ss. 145-159).

2.7 Rør / klaringer og konstruksjon / skottgjennomføringer

For at et fartøy skal fungere optimalt, er det avhengig av et mangfold av rørsystemer. Dette innebærer transport av drivstoff og smøreolje til en rekke anlegg. I tillegg er fordelingen av vann til kjøling, varmtvannsforsyning og brannslukking en viktig oppgave til rørsystemet. Samtlige fluider om bord transporteres i et nettverk av rørsystemer (Rawson & Tupper, 2001, ss. 598-605).

Rørene vil naturlig nok gå gjennom de forskjellige vannrette seksjonene i fartøyet. Gjennomføringer i skottet skal holdes til et minimum, lavt i fartøyet, fordi dette vil bryte opp de vannrette seksjonene. Korrekte metoder for tetting må iverksettes, for å opprettholde vannrett integritet. For at seksjonen skal fortsette å være vannrett, vil det være en selvfølge at rørgjennomtrengningene er tilpasset, og tett med godkjent rørtetningsutstyr. (Tupper, 2013, s. 94).

Rørsløyfene vil alltid ha tilknytning til skroget, om det er hengende fra himlingen, festet til skottet, eller liggende på dørken. Ved en eventuell kollisjon eller treffer vil disse rørene være utsatt for sjokk og vibrasjoner, på grunn av energioverføring mellom skott og rør. Det er viktig at alle anlegg har en bestemt avstand mellom hverandre, slik at energioverføringen ikke forplanter seg videre ved sjokkutsettelse.

2.8 Faste anleggs lyd, og påvirkning fra vibrasjoner og sjokk

Om bord på et fartøy er det en rekke fastmonterte komponenter, noen av disse er mer sensitive enn andre, og særlig på et krigsfartøy. Det er ikke til å unngå at disse blir utsatt for vibrasjoner ved sjøgang, og i verste tilfelle sjokk fra en våpenplattform. Det er ønskelig å minimere vibrasjoner, da de over tid kan være ødeleggende for både systemer og komponenter. Tiltak for å redusere vibrasjoner vil være å sørge for at roterende komponenter er balansert. Det ønskelig å unngå resonans, så det må være et materiale som tåler operasjonsnormalen, det bør derfor ha blitt testet at hardheten på materialet er tilstrekkelig. Anlegg og komponenter kan også opplagres med vibrasjonsdempere, dempere er mye brukt på krigsfartøy (Tupper, 2013, s. 272).

Sjokk og vibrasjonsdemping av utstyr er som oftest knyttet til NATO-standarder (STANAGS). Det er rimelig å anta at kommersielle skip er konstruert for en transittfart og turtallsområde, og ikke tilfelle for militære fartøy. Militære fartøy vil være mer utsatt for påvirkninger av vibrasjoner siden de trolig operer over et større turtalls- og fartsområde. Dette vil skape flere resonansfrekvenser som kan gjøre slitasje og skade, dermed er vibrasjonsdemping særdeles viktig på militære fartøy (Rawson & Tupper, 2001, ss. 350-354).

Anlegg som genererer vibrasjoner er også primærkilden til lydproduksjon, sekundært er det fluider i rør, elektriske transformatorer og sjø som treffer skroget (Tupper, 2013, ss. 273-274). Senere i teoridelen vil viktigheten av signatur komme frem, det vil belyse viktigheten av lyd-begrensning.

Teorien har tatt for seg risikoen ved kollisjon, men i krigstid er det trolig høyere risiko for sjokkbølger, skapt av våpensystemer fra alle domener. Sjokkbølger fra en våpenplattform detonert under skutebunnen er desidert det farligste for overlevelsessevnen til et fartøy. Ved detonasjon under vann vil det skape pulserende trykkbølger som følge av detonasjon og implodering. Pulseringen vil kunne skape mye bevegelse i fartøyet, og voldsomme vibrasjoner vil kunne oppstå i store deler av skroget. En sjokkbølge fra en undervannseksplisjon har en tredjedel av den totale energien til eksplosjonen, denne bølgen vil bre seg gjennom vannet og deretter gjennom fartøyet. Om undervanns trykkbølgen treffer på en stor del av fartøyet, kan det oppstå en piskende bevegelse kraftig nok til å brette skipet (Tupper, 2013, ss. 274-275). Med krig som ytterste konsekvens, bør marinefartøy ha en bestemt bestandighet mot sjokkbølger, og dette er en viktig del av analysen under en konstruksjonsprosess.

2.9 Krigsfartøys karakteristiske forskjeller

Det norske regelverket NRAR baserer seg på amerikanske regelverk, men hvordan startet egentlig moderne havaribekjempelse? Ifølge en masteroppgave fra U.S. Army Command and General Staff College, så var tyskerne under første verdenskrig som viste seg å være særdeles kampeffektive. Under større sjøslag så klarte de å holde opp kampkraften på fartøyene. Selv etter å ha pådratt seg store skader, klarte de likevel å holde fremdriftslinjen intakt, slik at de kunne berge fartøyet. Dette gjorde at fartøyet kunne repareres hurtig, og raskt returnere til sjøen. Havariprinsippene til tyskerne ble implementert i den amerikanske marinen, derav ble det økt fokus på vanntette seksjoner, bedre lensekapasiteter, bedre organisering og trening på mannskapet (Schaub, 2014, ss. 2-3).

Tidligere ble det nevnt at en viktig faktor for et marinefartøy er hvor synlig det er for fienden, og hvor lett det er å detektere. Her vil skrogets design ha en påvirkning av signaturen, og vil derfor være et viktig poeng ved konstruksjon. Det er nærliggende å tro at et avansert skrogdesign vil være vanskeligere å detektere enn et kommersielt deplasement skrog.

Skipets signatur kan påvirkes, og dermed nedjustere sjansen for å bli detektert av fienden. Signaturer fra skroget kan være magnetisme, og et hyppig brukt detoneringsmekanisme på undervannsminer. Degaussing er effektivt for å redusere magnetisk signatur, hvor man setter strøm på kabler rundt om i fartøyet for å endre det opprinnelige magnetismen. I tillegg til magnetisme, vil alle fartøy også avgi trykkvariasjon ved passering av en mine, og dermed kunne sette av en trykksensor i en mine (Rawson & Tupper, 2001, s. 169).

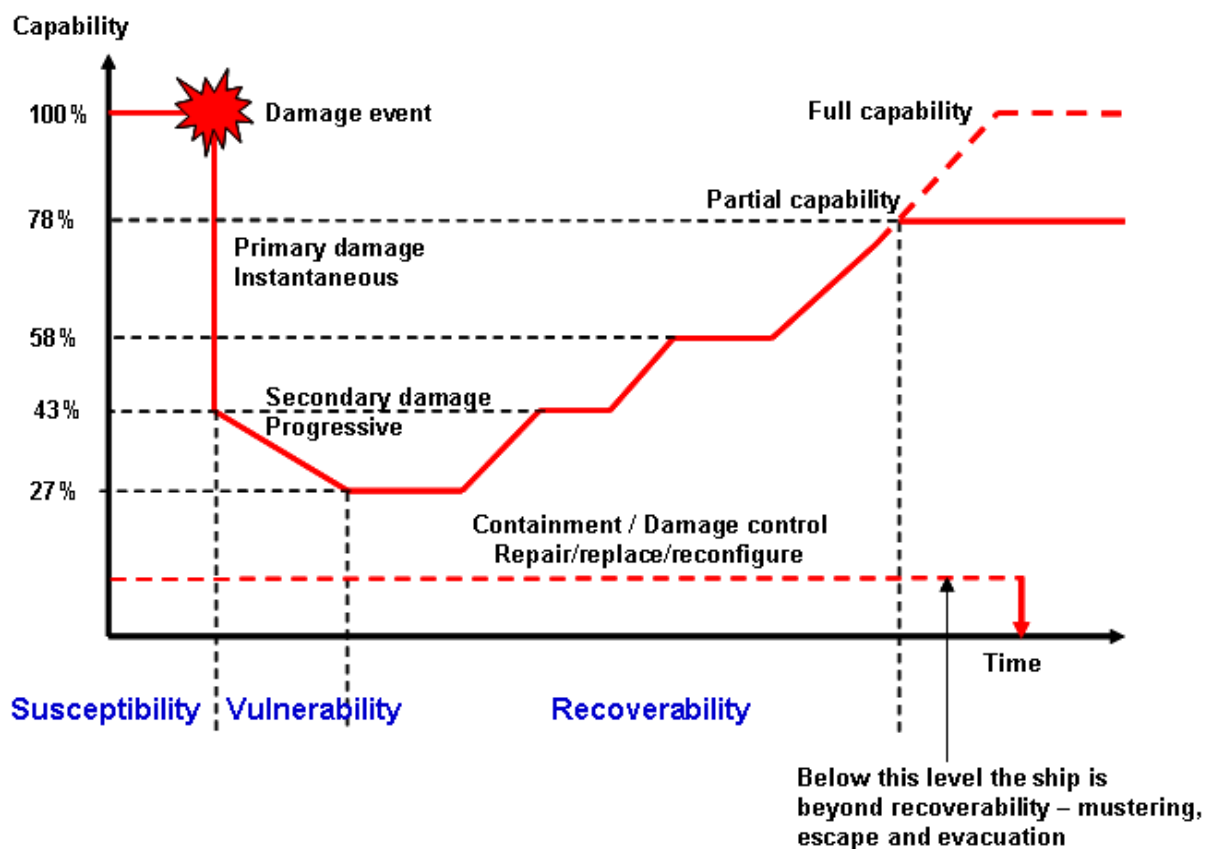
For å unngå varmesøkende missiler og deteksjon, vil det være særdeles viktig å redusere den infrarøde signaturen, samt radar og radio stråling. Alt dette kan brukes til å lokalisere et fartøy, for deretter å sende avanserte missiler og torpedoer basert på koordinater. Dette vil også gjelde undervannsstøy, og hydrodynamisk avtrykk, da det er viktig å tenke på signaturen som etterlates både over og under vann (Rawson & Tupper, 2001, s. 169).

2.10 Operasjonskonsept

I et hav av alternative regelverk og ulike standarder er det viktig å ha en ide om hvilke regler som burde velges. Regler er ofte et kompromiss mellom økonomiske hensyn og sikkerhets-hensyn, det er derfor ikke alltid lurt å velge det letteste. Også teknologiske utviklinger, nye konsept og operasjonelle mønster kan gjøre gjeldende minimumskrav utilstrekkelige (Tupper, 2013, s. 371). Derfor er det viktig å lage et grundig operasjonskonsept før fartøyet designes og konstrueres.

For å kunne sette spesifikasjoner og krav til tekniske standarder ved en fartøyskonstruksjon, så vil et tydelig operasjonskonsept ligge til grunn for å bedømme hvilken fartøyskode som skal benyttes i regelverkene. Operasjonskonseptet blir utviklet av eksempelvis Sjøforsvaret, hvor Sjøforsvaret kommer med en beskrivelse av hvilket oppdrag og operasjonsmiljø de ser for seg at fartøyet skal operere i. Det er essensielt at ambisjonsnivået til post damage capability er fastsatt, og at operasjonskonseptet er godt for å kunne anvende regelverkene effektivt og kostbesparende (Benestveit Olsen, 2023). Etter at et operasjonskonsept (ConOps) er lagt til grunn, så kan det tildeles hvilke regelverk og forskrifter Sjøforsvaret skal følge, vedrørende fartøyspesifikke regler og standarder. (NATO, 2016, ss. Part3-0B-3)

Som nevnt er ambisjonsnivået rundt operasjonsnivå til fartøyet etter skade essensielt å definere helt innledningsvis. Derfor er det viktig å definere de engelske begrepene innenfor overlevelsessevne; «susceptibility», «vulnerability» og «recoverability». Det er områder med funksjonelle krav, og alle er viktig for å opprettholde stridsevne over tid. «Susceptibility» omhandler hvor lett fartøyet blir detektert, identifisert og hvor sannsynlig det er at fartøyet blir utsatt for våpeneffekt. «Vulnerability» sier noe om hvor svekket fartøyet er etter å ha blitt utsatt for våpeneffekt. Og til sist er «Recoverability» som beskriver fartøyets evne til å gjenopprette stridsevne gjennom handling og bruk av utstyr (DNV, 2023, s. 16)



Figur 3: Bilde som illustrerer «survivability», og hvilke faser som er definert under «susceptibility», «vulnerability» og «recoverability» (Gamble, Suendermann, Mathys, & Woolley, 2014, s. 2).

3 Metode

Dette kapitlet skal gå nærmere inn på hvilken metode som ligger til grunn for å analysere de forskjellige regelverkene, konkret hvordan dette ble løst i oppgaven, fordeler og elementer vi skal være observante på med valgt metode, og til slutt det fiktive operasjonskonseptet.

For å gjøre vår sammenlikning av regelverk lettere, vil vi presentere ett fiktivt operasjonskonsept for standardfartøy. Dette vil legge grunnlaget for videre analyse av regelverkene. Vårt operasjonskonsept er delvis basert på en mal for operasjonskonsept, hentet i fra NSC.

3.1 Komparativ metode

Boken «The Comparative Method», som i all hovedsak relaterer til sosialkunnskap, beskriver den komparative metoden, bolsk kvalitativ sammenlikningsmetode. Forfatteren illustrerer hvordan en kan bruke «true» eller «false», for å representere kvalitativ data (Ragin, 2014, ss. 87-88). En kan argumentere for at dette er anvendbart i vår oppgave, hvor det kan settes opp et skjema hvor man skiller mellom likt og ulikt. Dermed kan man innhente kvalitativ data, og gjøre en kvantitativ analyse av hvilke regelverk som er dekkende.

Ved å sammenlikne flere forskjellige regelverk i forbindelse med en fartøyskonstruksjon vil det kunne gi noe kvantitativ informasjon i form av konkrete tall og generelle punkter. I tillegg vil det kunne innhente mye kvalitativ informasjon, den utdypende informasjonen som ligger bak tallene, og erfaringen som ligger til grunn for hvorfor det er ulikt mellom det sivile og det militære.

For å besvare oppgaven har vi valgt komparativ metode. Innenfor metodebruk er det kvalitativ og kvantitativ forskning to vesentlige tenkemetoder for å framskaffe informasjon til en analyse. Ofte er en kombinasjon av metodene gunstig, den kvalitativt legger vekt på forståelse, mens den kvantitative forholder seg til tall eller data fra tekst (Tjora, 2018, s. 12). Komparativ metode vil derfor være hensiktsmessig å bruke for å analysere regelverk.

Komparativ metode, eller sammenlikningsmetoden kan både være kvalitativ og kvantitativ. Innenfor komparativ metode så kan man enten sammenlikne svært like eller svært forskjellige tilfeller. Vi vil i denne oppgaven bruke den ofte anvendte MSSD (Most Similar Systems Design), eller sammenlikningsmetoden av svært like regelverk. Metoden handler om å lage ett eller flere konsepter som kan sammenliknes med hverandre. Denne komparative metoden er

godt egnet til å innhente informasjon om likheter og ulikheter. Når man skal analysere informasjonen i etterkant, er det mulig å se sammenheng og forskjeller i en større kontekst (NUPI, 2023). Eksempelvis vil vi i denne oppgaven utvikle et operasjonskonsept for fartøyet, for deretter å sammenlikne om det sivile regelverket DNV-RU-SHIP, og de militære regelverkene INSA NSC og RUNA er dekkende for vårt operasjonskonsept. Regelverkene bygger på IMO og SOLAS, og de har et felles mål som omhandler sikker skipskonstruksjon. Dermed vil vi trolig klare å belyse hvorvidt standardfartøy kan konstrueres på helt eller delvis sivile regelverk.

3.2 Gjennomføring

Vi skal gjennomføre den komparative metoden ved å bruke punkter fra vårt fiktive operasjonskonsept, samt punkter fra teoridelen, til å sette oss inn i regelverkene. Når informasjon er kartlagt i en oversiktstabell, kan vi videre analysere relevante ulikheter, for deretter å drøfte forskjellene og konsekvensene som medfølger.

3.3 Fordeler og begrensninger

Vi vil argumentere for at den valgte metoden er passende for å kunne svare på problemstillingen, da deler av regelverkene vi analyserer bygger på SOLAS, og søker å oppnå god havarisikkerhet på havet. Derfor vil vi kun kommentere og drøfte store forskjeller i regelverkene, som kan være utslagsgivende i en havarisituasjon. Dette gjør oppgaven konkret og tidseffektiv. På den andre siden kan det være utfordrende å finne alle de relevante forskjellene, siden regelverkene er store, omfattende og ukjente for oss. I tillegg ser oppgaven på et begrenset antall regelverk på grunn av tid tilgjengelig. Med mer tid til rådighet kunne vi med fordel også sett på andre regelverk, som for eksempel det britiske Lloyd's Register, amerikanske American Bureau of Shipping, franske Bureau Veritas, italienske RINA S.p.A, og japanske Nippon Kaiji Kyokai (Sjøfartsdirektoratet, 2023). En annen ting vi må være observante på, er at vi kan gå glipp av essensiell informasjon hvis ingen av regelverkene dekker et spesifikt område. Det kunne også blitt utviklet flere operasjonskonsepter over tid, i den hensikt å fange opp flere relevante forskjeller. I tillegg kunne vårt fiktive operasjonskonsept blitt erstattet med et detaljert konsept, slik at det ble fullstendig og presist, men det er ikke åpen informasjon per dags dato.

3.4 Fiktiv «ConOps»

- Våpenbærende kampfartøy
- Handtere trusler som torpedo, mine, missil
- Geografisk område i territorialfarvann, økonomisk sone og i farvann rundt Svalbard, Jan Mayen og Barentshavet, derav må fartøyet være is klasset, Polar(A) PC(2) eller PC(1) isklasse notasjon DNV
- Skal kunne løse oppdrag med internasjonale styrker som krever kapabiliteter i tropiske farvann i tillegg
- Fartøyet levetid skal være på minimum 30 år

- Fartøyet vil seile under norsk orlogsflagg
- Jan Mayen-klasse kystvakt størrelse
- Skal kunne operere i hastigheter fra 0 knop til over 30 knop, for å kunne seile med hangarskipgruppe

- Redundans på elektro – RP (3, x) notasjon
- Redundans på fremdriftslinje – RP (3, x) notasjon
- Skal kunne ta imot containerbasert utstyr

4 Resultater og analyse

Dagens militære regelverk, RUNA, bygger som nevnt på det som står i NSC, part 1. Det vil derfor i denne delen av oppgaven redegjøres for hva som står i part 1, og RUNAs løsning på dette. Videre vil det redegjøres for hva som står i DNVs regelverk for lasteskip med tilhørende tilleggsnotasjoner. Der dette ikke er dekkende har vi i tillegg hentet inn et regelverk fra «High Speed Light Craft» (HSLC), som dekker CBRNE.

Gjennom analysen utforsker vi relevante hovedoverskrifter. Vi begynner med å se på elektrisk kraftproduksjon og fordeling, deretter tar vi for oss rørsystemer. Videre vurderer vi stabilitet, oppdrift og skroginndeling, før vi ser nærmere på brann. Etter det retter vi oppmerksomheten mot vibrasjoner og sjokk, for til slutt å avslutte med CBRNE. På denne måten gir analysen en grundig gjennomgang av hvert aspekt, slik at vi kan forstå deres individuelle betydning og samspill.

En gjennomgående faktor i alle regelverkene er at «ConOps» er styrende. Innenfor hver av disse hovedpunktene eksisterer ulike grader av beskyttelse, og en dårlig «ConOps» kan resultere i unødvendige eller overdimensjonerte løsninger. Som nevnt har vi laget ett eget konsept, og basert på operasjonskonseptet har vi utarbeidet en oversiktstabell som viser hvilke kategorier som krever nærmere undersøkelser. Denne tabellen inkluderer også informasjon om hvilke regelverk som dekker hver kategori i vårt fiktive operasjonskonsept. I tillegg har vi inkludert korte kommentarer for å belyse forskjellen i RUNA, før vi går nærmere inn på detaljene senere i kapitlet.

Tabell 1: Oversiktstabell regelverk

Kategori	Sivilt/DNV	RUNA
Elektrisk kraftproduksjon	RU-SHIP Pt. 4 Ch. 8 RU-SHIP Pt. 6 Ch. 2 Sec 7 punkt 1.5 table 2, og punkt 4.2.2	RUNA Ch. IV Reg 10 Overdimensjonering
Elektrisk fordeling	RU-SHIP Pt. 4 Ch. 8 RU-SHIP Pt. 6 Ch. 2 Sec 7 punkt 4.5.1.1	RUNA Ch. IV Reg 13 Halogenfrie kabler. Minst en tavle over havaridekk
Rørsystemer	RU-SHIP Pt. 4 Ch. 3 Sec. 1 punkt 11.2 og 11.3,	RUNA Ch. IV Reg 6 Ventiler skal kunne stenges manuelt, lensepumper skal

	<p>RU-SHIP Pt. 3 Ch. 1 Sec. 2 punkt 3.1.6 og</p> <p>RU-SHIP Pt. 4 Ch. 6 Sec. 3 punkt 1.1.3</p> <p>RU-SHIP Pt. 6 Ch. 2 Sec 7 punkt 4.3</p>	<p>drives individuelt, kjølesystem med reservepumpe, egne krav til koblinger mellom rørkomponenter</p>
Stabilitet, oppdrift og skrog-inndeling	RU-SHIP Pt. 5 Ch. 13	<p>RUNA Ch. III Reg 2-4</p> <p>Hvilke vitale rom som skal ha beliggenhet innenfor vanntette soner. Ta høyde for «future growth margin»</p>
Isklasse	RU-SHIP Pt. 6 Ch. 6	Blir ikke kommentert, den strengeste isklassen til DNV bør være god nok.
Brann	SOLAS	<p>RUNA Ch. VI Reg 2, 6, 8, 9</p> <p>Havaridekk, spesifikke detaljer på materiell, brannsoner og røyk-soner</p>
Vibrasjoner og sjokk	<p>RU-SHIP Pt. 5 Ch. 13</p> <p>RU-SHIP Pt. 4 Ch. 3 Sec. 1, punkt 11.2 og 11.3</p>	«ConOps» skal spesifisere hvor mye sjokk og vibrasjoner fartøyet, og utstyret om bord, skal tåle
CBRNE	RU-HSLC Pt. 6 Ch. 8 Sec. 2	«ConOps» må kommentere hvor mye CBRNE fartøyet skal kunne beskytte seg mot, og at forskjellige system som ventilasjon og skroginn- deling bør ha CBRNE i tankene.
Propulsjon/fremdrift	<p>RU-SHIP Pt. 6 Ch. 2 Sec 7 punkt 1.5 Table 2</p> <p>RP(3,x)</p>	<p>RUNA Ch. IV, 4.4.1</p> <p>Spesifiserer bare at hjelpe- systemer til propulsjon skal være isolert fra elektrisk for- syning,</p>

4.1 Elektrisk kraftproduksjon

4.1.1 Innledning

Den elektriske kraftproduksjonen er særdeles viktig for et fartøy. Uten elektrisitet vil vitale funksjoner om bord på fartøyet bli redusert, og i ytterste konsekvens gi fatale konsekvenser for fartøyet og besetningen om bord. Å sørge for redundans i den elektriske kraftproduksjonen, er et aktivt havaritiltak som begrenser mulighetene for dødt skip.

4.1.2 NSC

NSCs krav er meget generelle, det spesifiseres kun at det skal være tilstrekkelig med elektrisk forsyning i alle operasjonsområder, uten å måtte bruke det elektriske nødanlegget. Ved havari så skal også nødanlegget være tilstrekkelig. I NSC stilles generelle krav som sier at det skal være tilgjengelig elektrisk forsyning av god kvalitet, og at det skal være tilstrekkelig for å gjenstarte essensielle sikkerhetsfunksjoner ved dødt skip (INSA Naval Ship Code, 2020, ss. Part1-IV-7).

4.1.3 RUNA

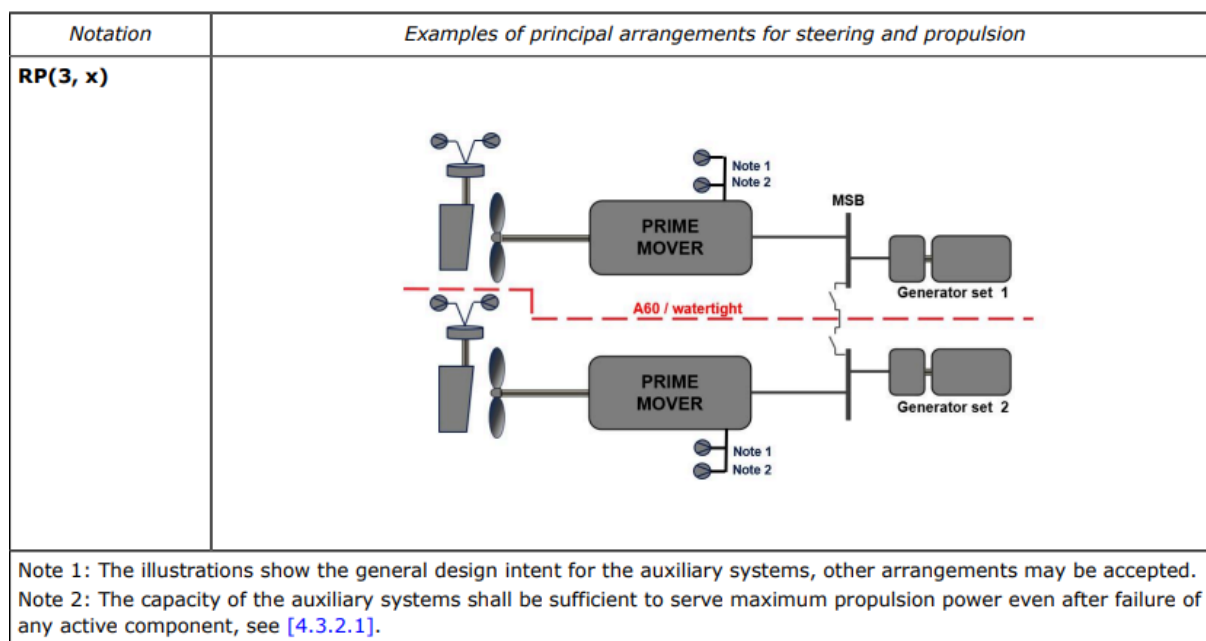
I RUNA stilles det strengere og mer spesifikke krav i forbindelse med elektrisk generering. Det skal ifølge regelverket være 25% mer generatorkapasitet enn det systemet normalt krever, dette for å ha tilstrekkelig elektrisk kraft ved framtidige oppgraderinger. Det stilles også krav til at det skal være generatorer i partall, slik at det oppnås tilstrekkelig redundans (Runa - Rules for Ships in the Royal Norwegian Navy, 2023, ss. 181-186).

4.1.4 DNV

Det sivile regelverket til DNV referer til SOLAS, og bemerker at det skal være tilstrekkelig strøm for å holde skipet operativt under normale tilstander. Ved en havarisituasjon så skal den elektriske forsyning være redundant på viktige systemer, og være kapabel til å gjenoppstarte etter dødt skip. Av viktige anlegg nevnes framdriftslinjen og andre sikkerhetskritiske anlegg som er nødvendig for å opprettholde nødvendige sikkerhetsfunksjoner, og ivareta et minimum av komfort. For å sikre redundans stilles det krav til å ha to hovedstrømkilder koblet til hver sin bryter. I tilfelle brann, vil det elektriske anlegget derfor fungere uavhengig av hverandre, og kan fortsette å forsyne fartøyet. I tilfelle hovedstrømmen kuttes, skal dimensjonerte nødge-

neratorer overta for å sikre driften av sikkerhetskritiske anlegg. DNV presiserer også at generatorene alltid skal kunne startes på kort tid under alle omstendigheter (DNV-RU-SHIP Pt. 4 Ch. 8, 2023, ss. 35-44).

Det finnes også noen tilleggskrav fra DNVs når det gjelder redundans og separering av kraftforsyning. Kravene øker basert på hvilken klassenotasjon som oppfyller operasjonskonseptet best. Den strengeste notasjonen er RP (3, x). Denne notasjonen sier at skipet skal ha to uavhengige generatorsett, to uavhengige tavler og to uavhengige fremdriftslinjer, med hvert sitt sett propulsorer. Det skal også være to uavhengige ror, med doble styresystemer. De to systemene skal være plassert på forskjellige dekk, og separert med vanntett inndeling, hvis det er plassert under «bulkhead deck». I tillegg er det kommentert i RUNA at det skal vurderes om hjelpesystemene til fremdriftslinjene skal kunne fungere, selv om det elektriske anlegget er ute av drift (DNV-RU-SHIP Pt.6 Ch.2, 2023, ss. 226-234).



Figur 4: Separering med RP (3, x) som viser hvordan fremdriftslinje og generatorsett er redundante og separert med vanntett inndeling (DNV-RU-SHIP Pt.6 Ch.2, 2023, s. 232).

4.2 Elektrisk fordeling

4.2.1 Innledning

Den elektriske fordelingen er også viktig, det har ingen nytte å ha flere generatorer hvis alt er styrt av en og samme tavle, eller at all elektrisitet går gjennom samme kabelgate. Å samle alt på et sted gir økt sårbarhet, og derfor er det viktig å fordele elektriske tavler og kabler på forskjellige steder i fartøyet. Dette kapitlet må sees i sammenheng med elektrisk kraftproduksjon, siden begge bygger på hverandre, og hvordan de sammen øker redundansen til fartøy gjennom aktive havaritiltak.

4.2.2 NSC

I NSC legges det generelt vekt på at det skal fordeles på en trygg og sikker måte til forbruker. Det er beskrevet i NSC at hoved- og nødforsyning skal splittes så langt det lar seg gjøre, samt at antall, størrelse og design av tavler skal være passende (INSA Naval Ship Code, 2020, ss. Part1-IV-9).

4.2.3 RUNA

Regelverket RUNA er derimot konkret og poengterer at elektrisk utstyr skal være halogenfritt, og ha en lav røyk- og brannfare. Dette av hensyn til sikkerheten til de om bord ved havari. Vedrørende plassering av hovedtavler er det også presisert at minst en av hovedtavlene skal være over havaridekket, slik at denne kan opereres manuelt ved en havarisituasjon. I tillegg stilles mange krav til kabler, montering og hvordan elektriske anlegg skal være om bord (Runa - Rules for Ships in the Royal Norwegian Navy, 2023, ss. 187-192).

4.2.4 DNV

DNV på sin side har krav til at den elektriske fordelingen av redundante systemer er fordelt på ulike seksjoner i en tavle, eller fordelt i forskjellige tavler (DNV-RU-SHIP Pt. 4 Ch. 8, 2023, ss. 56-62). Hvis klassenotasjonen RP (3, x) implementeres i tillegg, så er det krav til kabling i forskjellige kabelgater, med separering, på samme måte som nevnt i «elektrisk kraftproduksjon (DNV-RU-SHIP Pt.6 Ch.2, 2023, ss. 226-234).

4.3 Rørsystemer

4.3.1 Innledning

Rørsystemene berører både de aktive og passive havaritiltakene. Det er essensielt å ha rørsystemer over hele fartøyets lengde for å forsyne vitale anlegg, derfor er det viktig å ha rørsystemer med redundans. Samtidig er det nødvendig at rørsystemene ikke ødelegger fartøyets passive tiltak med å ødelegge den vanntette skroginnvidlingen ved skottgjennomføring.

4.3.2 NSC

For rørsystemene er kriteriet at det skal være konstruert slik at det kan opereres trygt, og slik at det kan transportere det fluidet som er tiltenkt i rørene. Dette innebærer et rørsystem i flammehemmet og korrosjonsbestandig materiale. Blant andre sikkerhetspunkter nevnt i NSC er det at rørgjennomføringer skal være med å sikre vanntett integritet, og alt av trykkavlastningskomponenter skal være hensiktsmessig plassert. Det poengteres at plasseringen ikke skal utsette personell for fare, dermed skal overtrykksventiler monteres der hvor det er minst sannsynlig at personell oppholder seg (INSA Naval Ship Code, 2020, ss. Part1-IV-5).

4.3.3 RUNA

Også i RUNA presiseres det at rørsystemet skal være etter godkjente standarder, og i RUNA er det referert til ISO-standarder. Det stilles krav til bruk av materiale, dimensjoner og rørkoblinger ut ifra hvilket fluid som skal transporteres. Herunder skal det tåle galvanisk- og spenningskorrosjon, og det er egne krav til koniskutforming ved opp- eller nedjustering av rørdimensjoner. I tillegg er det satt krav til maks hastighet for rørgjennomstrømning ved bruk av ulike legeringer. Det er også et helt eget punkt om installering og krav til merking, med konkrete avstander og krav til lik merking på begge sider ved skottgjennomføring.

Til slutt er det listet opp en del punkter i RUNA hvor det er spesifikke endringer fra DNVs regler, hvor viktige punkter som; ventiler skal kunne stenges manuelt, lensepumper skal drives individuelt, kjølesystem med reservepumpe, egne krav til koblinger mellom rørkomponenter, og krav til startluft cross-over på begge sider av et skott der hvor det er framdriftsmaskineri (Runa - Rules for Ships in the Royal Norwegian Navy, 2023, ss. 172-179).

4.3.4 DNV

Klasseselskapet DNV innleder kapitelet om rørsystem med å gå i detalj på hvilke materialer som bør benyttes, og hvilke styrker og svakheter materialene har. Fluidet som skal transporteres, og hvilken funksjon rørsystemet har, er det som avgjør materialkvaliteten på rørene. Videre er det krav at alt av ventiler og rørkoblinger skal plasseres ved start eller slutt på en rørlengde, på denne måten så oppstår ikke unødvendige spenningskonsentrasjoner (DNV-RU-SHIP Pt. 3 Ch. 1, 2023, s. 8), (DNV-RU-SHIP Pt. 4 Ch. 6, 2023, ss. 21-27, 29). Rørgjennomføringer er tillatt gjennom vann- og branntette seksjoner, men det skal være av godkjent type eller sveiset (DNV-RU-SHIP Pt. 4 Ch. 3, 2023, ss. 19-31, 44-59, 78-86). Hvis klassenotasjonen RP (3, x) brukes, så skal rør til redundante systemer separeres på samme måte som kabler (DNV-RU-SHIP Pt.6 Ch.2, 2023, ss. 226-234).

Under rørsystemer er også lensepumper nevnt, det skal være minst to selvstendig drevne lensepumpeanlegg. Disse skal være driftssikre, og skal være uavhengig av andre rørsystem for å kunne lense tilstrekkelig. Pumpene skal være redundante, enkle i konstruksjon, og ha en plassering som gir lett tilgjengelighet. De kraftdrevne pumpene skal være uavhengig av hverandre, og kan også brukes til brannbekjempelse eller andre oppgaver som ikke innebærer pumping av brannfarlige væsker (DNV-RU-SHIP Pt. 4 Ch. 6, 2023, ss. 34-46).

4.4 Stabilitet, oppdrift og skroginnndeling

4.4.1 Innledning

Både i NSC og RUNA er det et eget kapittel med navn oppdrift og stabilitet, og deretter delt det inn i forskrifter på enkelte områder. Det som er relevant for oppgaven er forskrift 2-4, henholdsvis vanntett integritet (2), reserveoppdrift (3), og reservestabilitet (4). Alle disse punktene er med på å forsterke fartøyets passive havarisikkerhet, nemlig skrogkonstruksjonen.

4.4.2 Forskrift 2 NSC

I NSC beskrives hensikten med vanntett integritet som særdeles viktig for å unngå at uskadde seksjoner blir påvirket ved vanninntrengning, det er kun den/de berørte seksjonene som skal kunne bli oversvømt. Videre er det beskrevet at havaridekket skal være plassert over den nedsenkbare grensen til fartøyet, og havaridekk skal være vanntett.

Det er også en rekke forskrifter for bruk av «closures and fittings», at det skal være av godkjent type, det skal heller ikke være plassert under det første vanntette dekket over den nedsenkbare grensen, eller i kollisjonsskottet. Det er også nevnt spesifikke krav til skottgjennomføringer av rør og kabler, at gjennomføringen ikke skal gå på bekostning av den vanntette integriteten til seksjonen (INSA Naval Ship Code, 2020, ss. Part1-III-3-5).

4.4.3 Forskrift 2 RUNA

I RUNA finnes det en oversikt over hvilke vitale rom som skal ha beliggenhet innenfor vanntette soner, og at disse skal plasseres under «bulkhead deck». Blant disse står det at havari-dekk skal være vanntett om det er plassert under «bulkhead deck». Kabelgjennomføringer til rommene i vanntette seksjoner skal bli testet med ultralyd både under konstruksjon og ved oppgraderinger, det samme gjelder dører og luker, dette skal gjøres av sertifisert personell. Dører og luker skal i tillegg testet for overtrykk, og påføres kunstig røyk for å oppdage eventuelle lekkasjer. Slike tester gjøres etter konstruksjon og ved jevne mellomrom gjennom fartøys levetid (Runa - Rules for Ships in the Royal Norwegian Navy, 2023, ss. 163-164).

4.4.4 Forskrift 3 NSC og RUNA

Under reserveoppdrift er NSC tydelig på at det skal være tilstrekkelig fribord og oppdrift, og det skal forbli flytende i alle forespeilede operasjonsmiljø. I NSC sies det at den nedsenkbare grensen til fartøyet skal bli definert ut ifra skadet stabilitets beregninger. I denne forskriften refereres det i RUNA utelukkende til DNVs regler (INSA Naval Ship Code, 2020, ss. Part1-III-6). (Runa - Rules for Ships in the Royal Norwegian Navy, 2023, ss. 164-165).

4.4.5 Forskrift 4 NSC

For reservestabilitet er det kun beskrevet i NSC at fartøyet skal ha tilstrekkelig motstand mot å rulle og krenge i det tiltenkte operasjonsområdet. Det vil si at det stilles krav til at fartøyet har nok motstand- og gjenoppretningssevne ved påvirkning av forstyrrelser utenfra, slik at fartøyet ikke kantrer (INSA Naval Ship Code, 2020, ss. Part1-III-3-7).

4.4.6 Forskrift 4 RUNA

I RUNA refereres det igjen til DNV sitt regelverk, men har noen tilleggskrav. Fartøyet skal konstrueres med hensyn på «future growth margin», altså at fartøyet over tid vil øke i deplase-ment grunnet mer utstyr, begroing og oppgraderinger. Det skal også tas høyde for at fartøyets

vertikale tyngdepunkt (VCG) vil bli endret grunnet tilleggsutstyr, og det skal være en margin på minst 5% av opprinnelig margin, både med tanke på deplasementøkning og endring i VCG (Runa - Rules for Ships in the Royal Norwegian Navy, 2023, s. 165).

4.4.7 DNV

DNV går systematisk gjennom vanntette seksjoner, og forklarer hensikten med inndelingen. Det sivile regelverket setter fokus på skadebegrensning og opprettholdelse av gasstett integritet, men også hvordan det forsterker skroget mot spenninger fra omgivelsene. Videre er det kriterier til hvor mye skade fartøy i ulike lengder skal tåle. For et fartøy over 90 meter er det krav til å tåle en langsgående skade på 15% av fartøyets lengde eller 21 meter, uavhengig hvor skaden oppstår skal fartøyet tåle en slik vanninntrengning. Til slutt er det en egen del om overlevelseskriterier etter skade. Interessante punkter er at den endelige vannlinjen etter å ha tatt inn vann, skal uavhengig av senkning, helning eller trim være minst 0,3 meter under nedre kant av alle åpninger som kan føre til videre vanninntrengning. Fartøyet skal ikke synke så mye at væretette åpninger som luftinntak og ventilatorer bli neddykket permanent (DNV, 2023, ss. 25-33).

4.5 Brann

4.5.1 Innledning

Det aktive havaritiltaket brannvern er viktig både sivilt og militært, og som nevnt i teorien særdeles farlig for besetningen. Brannvern er delt inn i ulike forskrifter i både NSC og RUNA, hvor vi anser forskrift 2, 4, 6, 8 og 9 som relevante for oppgaven. DNV forholder seg til SOLAS når det gjelder brannvern og livredning, dermed blir de militære regelverkene viktig for å undersøke hvilke tiltak som tilfredsstillt kravene i SOLAS.

4.5.2 Forskrift 2 NSC – Strukturintegritet ved brann

Skrogets struktur, inkludert struktur som bærer dekk, overbygg og skrogets bjelker skal ikke kollapse ved brann. Derfor er det påkrevd at materialet er flammemotstandig og av slik materiale som ikke mister bærende egenskaper ved brann. I NSC stilles krav til at primærstrukturen ikke er i slikt materiale med mulighet for å deformeres, og dermed forhindrer nødutganger og annet sikkerhetsutstyr om bord (INSA Naval Ship Code, 2020, ss. Part1-IV-2-3).

4.5.3 Forskrift 2 RUNA – Strukturintegritet ved brann

Det samme kravet stilles i RUNA, og tilføyer at ved bruk av stålkomponenter eller andre strukturbærende konstruksjoner, så må disse isoleres slik at kjernen ikke overstiger 400 grader. Nødutganger, slukkeapparater og andre evakueringsmuligheter skal heller ikke bli påvirket av at strukturen deformeres. Slik bærende struktur må dermed isoleres slik at strukturens integritet opprettholdes (Runa - Rules for Ships in the Royal Norwegian Navy, 2023, ss. 229-232).

4.5.4 Forskrift 4 NSC – Brannutviklingspotensiale

Etter at en brann har startet, så ønsker mannskapet å begrense omfanget, derfor er det et krav brannspredning skal kunne begrenses til alle rom i et fartøy. Tiltak som å kutte lufttilførsel fra utsiden av et rom er et krav i henhold til NSC. Det samme gjelder tilførsel av brennbare væsker, og brennbart materiale skal begrenses til et minimum (INSA Naval Ship Code, 2020, ss. Part1-IV-4).

4.5.5 Forskrift 4 RUNA – Brannutviklingspotensiale

Krav om lett tilgjengelig begrensning av lufttilførsel er også et krav i RUNA, det skal være mulig å stenge fra utsiden av et rom, det skal være tydelig merket, og det skal kunne fjernopereres. Det er krav til at slike kontrollpanel er plassert ved flere ulike steder på fartøyet, og mulig å operere fra flere steder utenfor det aktuelle rommet. Det siste krav er mest med hensyn på CBRNE, men vil også være effektivt for å stenge av uten å være der fysisk. Det stilles også krav til at flammehemmende interiør og kledning. Møbler, dyner, senger o.l. skal alle være flammehemmende. Det står også spesifisert at kledning av skott og himling skal minimeres, slik at kabler, rør og andre komponenter, er synlige (Runa - Rules for Ships in the Royal Norwegian Navy, 2023, ss. 237-241).

4.5.6 Forskrift 6 NSC – Røykspredningskontroll

Røykutvikling er særdeles farlig for besetningen, og bør kontrolleres tidlig for å hindre at det sprer seg videre i fartøyet. I NSC er det derfor definert at det skal være mulig å kontrollere røykutvikling i soner som, ventilasjon, maskineri, kontrollstasjoner og rom som er spesielt utsatt for brann. Det er også et krav til å kontrollere spredningen av røyk til områder hvor mannskapet mønstrer og evakuerer (INSA Naval Ship Code, 2020, ss. Part1-IV-5).

4.5.7 Forskrift 6 RUNA – Røykspredningskontroll

Begrepet røyksoner er også brukt i RUNA, dette er soner som skal opprettes for å begrense spredning av røyk, dette gjøres ved å stenge av ventilasjonen som tidligere nevnt. Røyksonene skal ikke overskride 150 kvadratmeter, og skal være separert med flammemotstandig materialer og røyktette grenser. I tillegg er spesifisert at vitale områder ved brann slik som havaristasjoner og mønstringspunkt skal være røykfri. I RUNA stilles det også krav til hvordan det skal fjernes røyk ut fra fartøyet, og det er viktig å regulere trykk, ventilasjon og hindre at røyk blir trukket inn i fartøyet etter å ha blitt sluppet ut (Runa - Rules for Ships in the Royal Norwegian Navy, 2023, ss. 243-245).

4.5.8 Forskrift 8 NSC – Brannisolering

Under forskriften om brannspredning og isolering, er det i NSC tydelig beskrevet at en brann skal kunne isoleres der den oppsto. Dette gjøres ved å ha gode brannsoner, hvor det er et krav at den seksjonen med brannutvikling har en termisk robust og solid struktur. Her er det også viktig at skottgjennomføringer er motstandsdyktig mot brann for å opprettholde en god integritet (INSA Naval Ship Code, 2020, ss. Part1-IV-6).

4.5.9 Forskrift 8 RUNA – Brannisolering

Det er flere krav i RUNA, hvor det er spesifisert ut ifra hvilket materiale skroget er laget av, men oppgaven forholder seg til konstruksjon av stål. Igjen er det presisert at brann skal kunne isoleres og at brannsoner skal være fordelt rundt på fartøyet. Hvis «ConOps» er designet for etterforsyning av drivstoff (RAS), så stilles det strengere krav til forsterking av slike RAS-soner. Et annet konkret krav som stilles i RUNA er de ulike målene til brannsonene. Hvor det generelt ikke er tillat med mer enn 40 meter bredde og lengde i hver vertikal brannsoner, heller ikke overskride 1600 kvadratmeter på noen dekk. Det er maksimalt tillatt med 48 meter, men da skal det konstrueres for å passe mot de vanntetteseksjonene. Så langt det lar seg gjøre, bør brannisolerte soner være lik linje som de vanntetteseksjonene, dette for å gjøre det tilgjengelig fra havarisoner og isolasjon. Det er krav til at skottgjennomføringer er bestandig mot brann og røyk, på lik linje som nevnt i NSC (Runa - Rules for Ships in the Royal Norwegian Navy, 2023, ss. 249-271).

4.5.10 Forskrift 9 NSC – Brannbekjempelse

Under punktet om brannbekjempelse er det presisert at brannbekjempelsesutstyr skal være tilgjengelig i hele fartøyet. Valg av slukkemiddel og brannslukningssystem må defineres utfra hvilken type brann som kan oppstå, og hvilke komponenter som er i det aktuelle rommet. Dette vil gjelde ved fastmonterte anlegg og håndholdte apparater (INSA Naval Ship Code, 2020, ss. Part1-IV-7).

4.5.11 Forskrift 9 RUNA – Brannbekjempelse

Det er mye mer konkret og spesifikke krav i RUNA, blant annet krav til hurtig levering av vann, stabilt trykk, og selv ved tap av en pumpe så skal det være tilstrekkelig mengde og trykk som blir levert fra brannpumpen. Det er konkrete krav til lengden på brannslangene, mannskapet skal kunne nå alle steder på fartøyet fra to brannhydranter med kun en brannslangelengde. Hydranter skal være nærme dører, i begge ender av korridorer og 2-4 meter fra vanntette og gasstette dører. Maskinrom har også et eget krav til hydranter på utsiden i nærheten av trappen som fører ned, også inne i maskinrom nærme nødluker. Det er viktig at det er generelt er merket godt hvor hydrantene er plassert, og at det er tilgjengelig på alle dekk og trapper.

Brannpumpene har også krav om redundans, og skal være drevet separat fra hverandre. Det skal uansett situasjon være minst to brannpumper tilgjengelig. Ved flere brannsoner så skal brannpumpene ha tilstrekkelig kapasitet, for å dekke over de tapte pumpene i berørte brannsoner. Hver brannpumpe skal ha en kapasitet på minst 25 kubikk i timen. I tillegg så er RUNA veldig spesifikk på krav vedrørende brannslanger, håndslukningsapparater, faste slukkeanlegg og røykdykking (Runa - Rules for Ships in the Royal Norwegian Navy, 2023, ss. 272-286).

4.6 Vibrasjoner og sjokk

4.6.1 Innledning

Vibrasjon- og sjokkdemping vil inngå både som et aktivt og passivt havaritiltak. Blant aktive tiltak som finnes er det muligheten for å montere dempere på komponenter og anlegg, og dermed redusere vibrasjon- og sjokkbelastning. Skroget vil kunne konstrueres for å tåle vibrasjoner og sjokk, eksempelvis ved konstruksjon av dobbeltbunn eller flere små skottseksjoner langs skutesiden. Gjennom slike passive tiltak øker havarisikkerheten.

4.6.2 NSC og RUNA

Vibrasjoner og sjokk er en relevant problemstilling for alle fartøy, men sjokk påført av våpen-effekter hører mer til militære fartøy. Under dette området er både NSC og RUNA særdeles kortfattet, og informasjonen er veldig spredt. Eksempelvis er det i NSC kun nevnt noe om at flaggstaten kan kreve at utstyr skal være operativt etter å ha blitt utsatt for sjokk. Videre blir det nevnt under struktur kapitlet at fartøyets struktur skal kunne tåle krefter som oppstår fra eksplosjoner, dette innebærer både varme og sjokk. Fra RUNA sin side legges det opp til at «ConOps» er det som spesifiserer krav til sjokk (INSA Naval Ship Code, 2020, ss. Part1-I-3, Part1-II-5), (Runa - Rules for Ships in the Royal Norwegian Navy, 2023, s. 137).

4.6.3 DNV

Prinsipielt skal strukturen til fartøyet være motstandsdyktig mot spenninger og vibrasjoner, ifølge DNV. Vibrasjoner skal ikke ødelegge strukturen gjennom levetiden, ei heller skadelig for maskineri, rørsystemer og besetningen om bord. Det er kritisk at vibrasjoner ikke skal hindre mannskapet i å utføre tiltenkt arbeid om bord på en sikker og trygg måte. Vibrasjonsdempere skal monteres med den hensikt å dempe støy, vibrasjoner og sjokkbelastning. Leverandør av demper skal anbefale type demper som er nødvendig. Ved å gi riktige opplysninger til leverandøren kan de velge type demper som er nødvendig. DNV fokuserer mye på vibrasjonstesting av utstyr, og hvordan unngå resonansområder, men ikke på vibrasjoner og sjokk-påvirkning fra omgivelsene rundt fartøyet (DNV-RU-SHIP Pt. 4 Ch. 3, 2023, ss. 19-31, 44-59, 78-86).

4.7 CBRNE

4.7.1 Innledning

CBRNE-trusler vil bli bekjempet gjennom skrogets gasstette inndeling og integrerte vaskemuligheter, og disse tiltakene er hovedsakelig passive havaritiltak. Det er essensielt å kunne ha luft- og gasstette seksjoner slik at fartøyet kan begrense omfanget av en kontaminering. Ved kontaminering er det besetningens innsats som blir avgjørende, og dermed et aktivt tiltak gjennom ettervask og nedstengningskultur.

4.7.2 NSC og RUNA

Det er særdeles lite spesifikt i NSC om CBRNE, annet enn at det skal tas i betraktning ved inndeling og separering av fartøy, og ved konstruksjon av ventilasjon. Som nevnt ovenfor så er det «ConOps» som er styrende for hvilken grad av CBRNE-sikkerhet det skal konstrueres etter ifølge RUNA. Det ble også nevnt under ventilasjon, at ventilasjonen til fartøyet kan være konstruert for CBRNE. Dette gjelder også ved inndeling og separering, da det muligens skal konstrueres for CBRNE-soner. Det eneste konkrete i RUNA er at bro på fartøyet skal være beskyttet mot CBRNE-trusler (Runa - Rules for Ships in the Royal Norwegian Navy, 2023, ss. 137, 203, 249, 363).

4.7.3 DNV

CBRNE er godt beskrevet i DNV sitt militærspesifikke tillegg av regelverket HSLC (i regelverket kalles det for NBC, men omhandler det samme). Inndelingen av CBRNE-soner bør være delt inn likt som havari- og brannsoner. Under dette kravet er det en notasjon som spesifiserer at det er krav til minst 4 havari- og brannsoner på et fartøy av fregatt størrelse, og dermed vanskelig å få alle sonene til å passe sammen.

Det er to ulike beskyttelsesgrader mot CBRNE, og det bestemmes av «ConOps». I tilfelle fartøyet blir kontaminering, så er det egne system som skal sørge for en forhåndsfukting og ettervask. Systemet skal være fjernoperert og dekkende for hele superstrukturen og dekket, slik at alle overflater får et lag på forhånd og mulighet for en påfølgende vask. Vaskesystemet har egne spesifikasjoner avhengig av beskyttelsesgrad som er påkrevd, det samme gjelder ventilasjon og bruk av CBRNE-filter. Det er krav til flere CBRNE-tilfluktsrom, og rommene må være gasstett ved dører og luftinntak. Det er spesifikt beskrevet hvilket overtrykk de ulike områdene skal ha, og hvordan gjøre innganger gasstett. I tillegg stilles det krav til avlesning av mengde karbondioksid, samt innkommende CBRNE-trusler. Rommene skal ha redundant kraftforsyning, og skal være dimensjonert for å sikre personellet om bord (DNV-RU-HSLC Pt. 6 Ch. 8, 2021, ss. 34-46).

5 Drøfting

I denne delen av oppgaven vil vi diskutere funnene fra analysen og det teoretiske rammeverket fra kapittel to for å svare på hovedmålsettingen, og våre bi-målsetninger. Kapittelets struktur er tilsvarende kapittel fire, hvor vi innledningsvis drøfter elektrisk fordeling og kraftproduksjon. Deretter vil vi diskutere rørsystemer, stabilitet, oppdrift, skroginndeling, brann, vibrasjoner, sjokk og CBRNE. Avslutningsvis vil vi avslutte med en oppsummerende del.

5.1 Elektrisk kraftproduksjon

Ett punkt som skiller seg ut i RUNA er at fartøyer skal konstrueres med 25 % ekstra elektrisk kraft. Overdimensjonering av fartøyets kapasiteter kan potensielt bidra til økt sikkerhet under bruk, samtidig som det sikrer at fartøyet er rustet til å imøtekomme fremtidige behov. Denne tilnærmingen kan vise seg å være strategisk, spesielt når man tar hensyn til fartøyets aldring, integrasjon av nytt utstyr og økende kraftbehov over tid. I tillegg vil kostbare ombygginger unngås siden kraftbehovet allerede er dekket. Det er ikke gitt at skipskonstruktører hensyntar dette, hvis det eneste de forholder seg til er tilstrekkelig kraft. Et annet perspektiv er at standardfartøy skal kunne utrustes ulikt, og ta imot nytt utstyr på kort varsel. Hvis kraftproduksjonen så vidt dekker dagens behov, kan det risikeres at nytt utstyr ikke kan tas om bord ved en senere anledning, da kraftproduksjonen ikke er tilstrekkelig. Noe som igjen vil gjøre at den operative evnen til krigsskipet svekkes.

Ett annet punkt som skiller seg ut i RUNA er at antallet generatorer skal være partall. Dette valget kan være motivert av et ønske om å sikre redundans. Det kan tenkes at i en situasjon der kraftbehovet er dekket av tre generatorer, så vil regelen gjøre at fartøyet blir konstruert med fire generatorer, noe som øker redundansen. Redundansen øker spesielt hvis de fire generatorene er plassert i forskjellige rom, på forskjellige dekk, i forskjellige deler av skipet. På den andre siden vil klassenotasjonen RP (3, x) fra DNV, sikre redundans, selv om DNVs regler ikke presiserer at det må være et partall med generatorer, fordi DNV har strenge separeringskrav. Uansett vil fartøyets «vulnerability» bli redusert, da konsekvensen av tap av en generator ikke vil ha like mye å si. Samt at «recoverability» vil øke, fordi mer flere generatorer vil være operative. På den andre siden er også to generatorer et partall. Dette ville i så fall redusere redundansen og fartøyets «recoverability», samt øke «vulnerability». Et annet motargument er at med flere separerte, overdimensjonerte generatorer, vil skipets kostnad og deplassement øke betraktelig.

Samlet sett er kan det hevdes at sivile og militære regelverk i dette tilfellet er ganske likestilte, der «vulnerability» og «recoverability» blir ivaretatt. RUNA har et godt poeng ved å legge inn en overdimensjonering, for å dekke for fremtidige kraftbehov. På den andre siden er krav om ett partall generatorer noe underlig, og det er ikke sikkert dette treffer sin hensikt hvis redundansen blir redusert.

5.2 Elektrisk fordeling

For å sikre strømtilførsel, og dermed øke overlevelsessevnen til et fartøy, bør det være flere elektriske tavler om bord, plassert i forskjellige rom, på forskjellige dekk, som nevnt i RUNA krever. I tillegg er det lurt å skille kablene som strømmen blir distribuert i, slik NSC til dels krever, med den hensikt å unngå at en skade tar ut alle ledningene som leverer strøm. Dette kan også dekkes av DNV, med klassenotasjon RP (3, x).

Med flere tavler og ledninger vil deplasement og kostander sannsynligvis øke. Det kan på den andre siden argumenteres for at en enkel tavle om bord, ikke gir tilstrekkelig redundans for et militært fartøy, selv om tavlen er speilet og kan splittes. Hvis det skulle oppstå en brann eller vanninntrenging i det eneste tavlerommet om bord, vil sannsynligheten for «recoverability», når havarisituasjonen er under kontroll, reduseres betraktelig. I tillegg vil «vulnerability» være større, med ett enkelt tavlerom.

Generelt sett kan det argumenteres for at et fartøy oppnår tilsvarende god redundans når det er basert på DNVs RP (3, x) klassenotasjon, i sammenligning med alternativene RUNA og NSC. DNVs RP (3, x) klassenotasjon indikerer at fartøyet er utformet med redundans i henhold til spesifikke krav satt av DNV, og denne klassenotasjonen er utviklet for å sikre høy sikkerhet og pålitelighet i skipets systemer.

5.3 Rørsystemer

En fellesnevner for alle regelverkene, sivilt som militært, er at rørsystemene skal være konstruert for å transportere det tiltenkte fluidet på en trygg og sikker måte. I vår analyse av regelverkene ser vi ingen særskilte forskjeller på krav mellom militære og kommersielle fartøy når en ser på bruk av materialer og dimensjoner. Det refereres til standarder ut fra hvilke fluid som transporteres, og materialet skal ikke utsettes for unødvendig korrosjon eller spenningskonsentrasjoner. Materialkvaliteter er trolig veldig kjent, og like tilgjengelig for kommersielle og mi-

litære skipskonstruktører. En viktig overveielse kan være materialvalg med hensyn på deplasement og signatur. Et kommersielt fartøy trenger ikke konstrueres med hensyn på «susceptibility», men for et militært fartøy er det viktig å vurdere at bruk av tyngre materialer kan føre til økt deplasement, som igjen kan medføre redusert hastighet og endrede signaturer.

En annen likhet er skottgjennomføringer. Når et rørsystem må rekke over hele fartøyets lengde, er det klart at skottgjennomføringer ikke må gå på bekostning av fartøyets vanntette integritet. De vanntette seksjonene er ifølge regelverkene viktige for å kunne isolere et potensielt skadeomfang, og beskytte vitale deler som framdriftsmaskineri fra skader.

Under kapitelet om rørsystemer er det i RUNA listet opp en rekke unntak fra DNVs regelverk, og presiserer trolig at militære fartøy har langt flere besetningsmedlemmer enn kommersielle, sivile fartøy. Det er for eksempel krav om at ventiler skal stenges manuelt i en havarisituasjon, i tillegg til at de skal kunne være fjernstyrt. I tilfelle havari, vil det derfor alltid være mulig å stenge ned et militært fartøy manuelt, og med flere besetningsmedlemmer vil det forhåpentligvis være kapasitet nok til å kunne betjene alle ventiler manuelt. Et annet krav til rørsystemets redundans, er implementeringen av startluft cross-over løsninger på begge sider av skott med framdriftsmaskineri. Dette er ikke et krav i sivile regelverk, og gjenspeiler konseptet at et militært fartøy fortsatt skal kunne fungere selv med svekket stridsevne.

Med tanke på redundans er det relativt like krav som stilles til lensepumper om bord på militære og sivile fartøy. Pumpene skal være enkle og driftssikre i alle situasjoner, og det stilles strenge krav til redundans for lense-systemer. Fellesnevneren er at man ønsker å opprettholde fartøyets flyteevne slik at det ikke synker, og i sivil sammenheng er det trolig tilstrekkelig å bare opprettholde flyteevne. Samtidig opererer Sjøforsvaret etter «float-move-fight», og kan man da forsvare at det bare er lensepumpene som skal ha krav om redundans?

5.4 Stabilitet, oppdrift og skroginnndeling

Hovedfunksjonen til skroginnndelingen og den vanntette inndelingen er å begrense skadeomfang ved havari eller trefning. I kommersielle regelverk er kravene mindre strenge når det kommer til vanntette seksjoner, og dette er for å få utnyttet mest mulig rom til nyttelast som skal fraktes fra en destinasjon til en annen. Det er både kostbart og plassreducerende å ha mange vanntette seksjoner. Et rederi i kommersiell skipsfart er presset på nettopp disse to punktene, og vil frakte mest mulig til lavest mulig kostnad. Sivil skipskonstruksjon er mye rimeligere, og krever mye

mindre konstruksjonstid (Birkler, et al., 2005, ss. 31-35). Dette er en vesentlig fordel om det er tiltenkt å bygge mange like fartøy.

Et militært fartøy må derfor konstrueres på andre premisser. De militære fartøyene er ofte mindre, noe som fremhever viktigheten av å utnytte plassen om bord effektivt. Selv med mye utstyr, skal det også være flere vanntette seksjoner som muliggjør at fartøyet kan fortsette selv ved en trefning (Watson, 1998, ss. 386-387). Med flere vanntette seksjoner vil også effekten av fri væskeoverflate reduseres. Dette gjenspeiles også i de militære regelverkene, hvor det stilles strengere krav til størrelse på seksjonene, samt inspeksjon og kontroll av fartøyets bærende struktur. Et militært fartøy skal ha en lang levetid, ofte opp til 20-30 år (Rawson & Tupper, 2001, ss. 667-668). Med lang levetid som utgangspunkt, og mye avansert utstyr om bord, vil det trolig være viktig for et militært fartøy å holde utstyret oppdatert i henhold til nyeste teknologi. I RUNA er det spesifisert at det skal legges inn en «future growth margin», og dette vil kunne dekke framtidige oppdateringer.

Begrepene «vulnerability» og «recoverability» er kun nevnt i militær regelverkssammenheng, og det er lite som er dekkende i det sivile regelverket. I ett studium gjort av UCL (University College London), ble nettopp dette belyst. Studiet sammenliknet et fartøy på størrelse med en fregatt, mot et offshore forsyningsfartøy. Det sivile fartøyet hadde bedre «vulnerability» grunnet sin store størrelse og romareal, og var mer robust mot trefningen. På den andre siden tydet det på at fartøyets «recoverability» var vesentlig bedre hos det militære fartøyet (Bradbeer & Andrews, 2010). Dette var ett studium basert kun på trefning, og sier lite om forskjellen på å detektere et sivilt og et militært fartøy. En kan argumentere hvorvidt det militære fartøyet hadde blitt detektert med tanke på signatur i forhold til det sivile fartøyet.

5.5 Brann

I likhet med den vanntette skroginndelingen er et skip også delt inn i ulike brannsoner og røyksoner. Hensikten her er lik som med skroginndelingen. Sonene skal begrense skadeomfanget og sannsynligheten for at brann og røyk sprer seg i fartøyet, og gjør havaribekjempelsen vanskeligere. Brannsonene i RUNA er definert med et maksimumsvolum på 1600 kvadratmeter, med maksimum 40 meter i bredde eller 48 meter i lengde. Ved å definere slike grenser vil sannsynligvis havaribekjempelsen bli lettere, da området brannen og røyken kan spre seg på er mindre. Et annet tiltak som er gjort i RUNA for å unngå brann- og røykspredning er krav til flammehemmende møbler, senger, dyner o.l., samt et krav om at rør og kabler ikke

skal tildekkes med skottplater. Ved å ikke dekke til elektriske kabler og rør vil mannskapet lett kunne se om noe er skadet, lekker eller ryker. Dette gjør det mulig å oppdage tilløp til brann og lekkasjer hurtigere.

I røyksoner skal det også være mulig å regulere trykk, ventilasjon, ventiler og spjeld. Hensikten med dette er at mannskapet om bord skal slippe å trekke inn røyk som de akkurat har evakuert fra en røyksone. Det er også krav til att disse kan fjernopereres. Dette vil gjøre det mulig å drive med brannbekjempelse og røykevakuering, uten at mannskapet manuelt opererer gjør det i sonen, noe som øker tryggheten til mannskapet.

Det er også gjort unntak som sier at brann- og røyksonene skal passe med de vanntette seksjonene. Dette vil nok kunne gjøre konstruksjonen billigere, da du trenger ett skott som er vanntett, brannsikkert og røyktett, i stedet for flere ulike skott etter hverandre. I tillegg vil du redusere antall skott, noe som reduserer deplasementet og gjør forflytning inne i fartøyet lettere.

Intensjonen med havaridekket er å gjøre havaribekjempelse lettere ved å gi mannskapet mulighet til å enkelt bevege seg ned i de ulike seksjonene i skipet. Det er fordelaktig at det finnes et sentralt dekk dedikert til havaribekjempelse. Dette gjør havaribekjempelsen lettere og mer effektiv for mannskapet. På havaridekket skal også mye av havarimateriellet være fordelt, slik at det er lett tilgjengelig.

I RUNA er de spesifisert at materiell som brannpumper skal være redundante og store nok til å gi tilstrekkelig og stabilt trykk. Det er også spesifisert konkret lengde på brannslanger og generelle plasseringer til hydranter. Det er rimelig å anta at disse reglene er så spesifikke for å forsikre seg om at alt av materiell og utstyr kan bli brukt overalt i fartøyet på en enkel og hensynsfull måte, men dette kan også øke kostnadene til fartøyet. Ved å ikke ha så spesifikke regler er det fornuftig å hevde at det kan være områder som ikke blir dekket av havarimateriell. På den andre siden kan man aldri være helt sikker på at alle områder blir dekket, uten å teste dette med forskjellige øvelser.

5.6 Vibrasjoner og sjokk

Et skip vil alltid være utsatt for vibrasjoner. Det kan være forårsaket av ulike maskiner, pumper og annet utstyr, eller i militær sammenheng av missiler, torpedoer og miner som er fyrt av eller lagt ut av fienden.

For et sivilt skip vil skipet, og utstyrets levetid, komfort, og eventuelle passasjerer, være faktorene som i størst grad påvirkes av vibrasjoner. Dette ser vi igjen i regelverket til DNV, hvor

det vises til at vibrasjoner ikke skal påvirke skrogets struktur, ødelegge utstyr, eller hindre mannskapet fra å jobbe trygt og effektivt.

For militære fartøyer vil også «survivability» og «recoverability» etter trefninger være viktig. I tillegg kan det argumenteres for at unødvendig mye vibrasjoner vil øke støy og dermed signaturen til et fartøy, som igjen vil redusere «susceptibility». I NSC presiseres det at utstyr skal være operativt etter sjokk, og at strukturen skal tåle krefter etter en eksplosjon, derav varme og sjokk. Likevel kan vi lese i innledningen til NSC at regelverket utelukket skader forårsaket av «ekstreme trusler» og «kampoperasjoner» (INSA, 2020, ss. Part 1-VII). Dette kan være en av grunnene til at det står lite om hva som konkret kreves for at utstyr er operativt etter en eksplosjon.

Sjøforsvaret har i RUNA bare kommentert at det er operasjonskonseptet som må presisere hvor mye sjokk og vibrasjoner fartøyet skal tåle. Det kan være klokt å følge denne strategien for de nye standardfartøyene, da det er tiltenkt at like skrog skal gjennomføre forskjellige arbeidsoppgaver. Det er rimelig å anta at fartøyer med forskjellige arbeidsoppgaver og oppdrag, vil ha forskjellige trusler fra luft, sjø, land og under havoverflaten. Det kan derfor være hensiktsmessig at det er det individuelle operasjonskonseptet som avgjør hvor mye sjokk og vibrasjoner et fartøy skal tåle, basert på trusselbildet. På den andre siden kan det hevdes at en del av tanken bak standardfartøyene er at fartøyene skal være så like som mulig, og ha en høy grad av fleksibilitet og omstilling. Derfor kan det også argumenteres for at det burde vært utviklet et mer konkret regelverk for sjokk og vibrasjoner, slik at alle fartøy har minimumsstandarder å forholde seg til når det kommer til sjokk og vibrasjoner. Dette kan øke konstruksjonskostnadene totalt sett, men det vil og sikre bedre «survivability» og «recoverability», i møte med ulike eksterne trusler. Det vil også sikre at fartøyets struktur og opplagring av utstyr blir mer lik, uavhengig av hva gjeldende «ConOps» krever.

Samlet sett ser vi at kommersielle regelverk fokuserer mest på utstyr og mannskapet med tanke på vibrasjoner fra utstyr. I RUNA legges operasjonskonseptet til grunn, for å kunne velge passende sjokk- og vibrasjonsdemping. Dette er nok smart, for å presisere at det bør gjøres opp noen vurderinger rundt faren for sjokk og vibrasjoner. På den andre siden burde det kanskje vært noen minimumskrav og standarder, slik at alle fremtidige fartøyer er beskyttet mot noe form for sjokk og vibrasjoner. Dette kan være med på å øke fleksibiliteten av oppdrag og trusler fartøyet kan håndtere.

5.7 CBRNE

Denne typen trussel vil naturligvis være et militærspesifikt krav. Ved CBRNE-kontaminerte områder, så vil et sivilt fartøy bare forsøke å unngå området, dette er ikke alltid tilfelle for et militært fartøy. Det kan oppstå krise- og krigssituasjoner som tvinger et militært fartøy til å operere i kontaminerte soner. Enten for å rydde opp CBRNE-stoffer, eller av taktiske årsaker (Birkler, et al., 2005, s. 36). Derfor er det rimelig å anta at dette er grunnen for hvorfor det ikke finnes så mye om CBRNE i DNVs regelverk, annet enn i den militærspesifikke delen.

Dette forsterker argumentet om at den kommersielle skipsfarten ikke er konstruert for å operere etter begrepet «vulnerability». Hvis et fartøy seiler inn i et kontaminert område uten noe form for CBRNE-beskyttelse, så vil fartøyets operasjonsevne bli betydelig svekket.

På den andre siden er det heller ikke selvsagt at et militært fartøy har god CBRNE-beskyttelse. Det blir i alle regelverk presisert at «ConOps» er det som er utgangspunktet for hvilken beskyttelsesgrad fartøyet innehar. En forhøyet beskyttelsesgrad er dyrere, og hvis trusselen ikke er eksisterende, så vil det ikke være noe utbytte av å ha en god CBRNE-beskyttelse.

5.8 Helt eller delvis sivilt?

I denne oppgaven søker vi å belyse hvorvidt de nye standardfartøyene skal være konstruert etter helt eller delvis sivile regler. Og for å svare på dette er det naturlig å drøfte fordeler og ulemper med et fartøy konstruert på helt sivile regler, og et fartøy konstruert på delvis militære og sivile regler.

I en undersøkelse gjort på vegne UK Ministry of Defence, ble det belyst mange forskjeller mellom militær og kommersiell skipskonstruksjon. Blant annet persepsjonen av at marinefartøy er konstruert etter langt bedre kvalitetsstandarder. Kvalitetsskillet er ikke like stort i dagens skipskonstruksjon, skillet ligger heller i detaljfokuset på grunn av alt utstyret som skal integreres om bord på et militært fartøy (Birkler, et al., 2005, s. 40). På bakgrunn av dette kan man argumentere for at skipets skrogkonstruksjon ikke vil være av dårligere kvalitet om det konstrueres på helt sivile regelverk.

Et militært fartøy har en mye mer kompleks utfordring hva gjelder innlemmelse og samkjøring av ulike systemer, anlegg og komponenter. Det er viktig at de ulike teknologiene fungerer sømløst slik at fartøyet kan utføre den tiltenkte arbeidsoppgaven i en krigssituasjon. Det er helt klart tiltenkt et mye bredere spekter av oppdrag når det skal brukes militære fartøy, og det skal ikke konstrueres for å løse et spesifikt oppdrag slik som et kommersielt fartøy. Er det i det hele tatt mulig å konstruere et fartøy tiltenkt en krigssone, uten et grunnlag som baserer seg delvis på militære regelverk?

På den andre siden, så er det vesentlig raskere og billigere å konstruere sivile fartøy (Birkler, et al., 2005, ss. 34-35). Hvis målet er å få bygget opp en stor flåtestyrke raskt, så kan det være en god løsning å gå for helt sivile regelverk. Det samme gjelder det økonomiske aspektet, det kan iverksettes en masseproduksjon over flere verft samtidig, og dermed gi flere fartøy for en lavere kostnad. Et annet viktig argument for å konstruere etter helt sivile regelverk er at det ikke trengs ekstra sikkerhetsklarering av personell som jobber med konstruksjonen.

Når vi har analysert de tre regelverkene, har vi sett på allerede eksisterende aktive og passive tiltak som kan øke fartøys «survivability» og «recoverability». Det vi har sett er at det finnes gode tiltak, og det stilles relativt like krav til passive tiltak gjennom konstruksjon. Det er krav om kollisjonsskott, vanntette, brannsikre og røyktette seksjoner, og dobbelt bunn er heller ikke et fremmed konstruksjonsfenomen i det kommersielle virket. Det er også vanlig å spesifisere hvor mye sjokk og vibrasjoner et sivilt skip skal tåle, for så å la leverandøren av dempere bestemme hva som er nødvendig. Dette gjør også Sjøforsvaret med militære fartøy, når de presiserer at det er operasjonskonseptet som er styrende for hvor mye sjokk og vibrasjoner et fartøy skal tåle. Operasjonskonseptet er også styrende for CBRNE beskyttelsen, ifølge RUNA. Her har DNV gått et ekstra steg, og utviklet et helt eget regelverk for CBRNE, riktignok som en «Naval» tilleggsnotasjon til HSLC regelverket. Følges dette regelverket kan systemer som soneinndeling og ventilasjon få økt redundans. Legges det ved den sivile klassenotasjonen RP (3, x) vil også redundansen øke på kraftproduksjon og fordeling, samt fremdrifts-linjen.

Det som er et bekymringsverdig faktum med sivile regelverk, er at det ikke er noen konkrete krav til «future growth margin», overdimensjonering av elektrisk anlegg, mindre seksjoner, havaridekk, og fordeling av havarimateriell i samme grad som i de militære regelverkene. I tillegg nevner ikke sivile regelverk noe om tildekking av skott og himling, for å kunne monitører branntilløp, røykutvikling og lekkasjer. Ved å implementere disse kravene kan fartøyet spare framtidige kostnader og øke havarisikkerheten. På den andre siden kan flere ulike soner,

skott, ledninger og rør, og flere redundante systemer føre til økt deplasementet. Det økte deplasementet kan påvirke hastigheten og signaturen til fartøyet, og dermed redusere fartøyets «susceptibility».

Det militære tankesettet vil trolig alltid være ulikt det sivile, dette kan vi se i Sjøforsvarets håndbok om havarivern. En egen håndbok hvor blant annet nedstengningsgrader er med på å sikre god vanntett integritet. Slike holdninger bør uansett ikke bortkomme selv om fartøyet er konstruert etter sivile regler og standarder.

Det er dermed nærliggende å tro at det må bli en kombinasjon av regelverk, slik at det blir naturlig og tilrettelagt for å drive havaribekjempelse om bord. På den andre siden kan det også tenkes at fremtidige standardfartøy kan bli konstruert på helt sivile regelverk med spesifikke tilleggskrav, for eksempel hentet fra RUNA, for å forbedre overlevelsessevnen der sivile regelverk ikke strekker til.

6 Avslutning

Sjøforsvarets fartøy opererer i et komplekst operasjonsmiljø. De løser et bredt spekter av oppgaver, både innaskjærs og utaskjærs. Sjøforsvaret skal i fremtiden anskaffe nye fartøy. Tanken bak fartøyskonseptet, er at nye fartøy skal bygges med systemer som er mest mulig hyllevere. Standardfartøy skal baseres på helt eller delvis sivile regler og standarder. I denne oppgaven har vi undersøkt hvorvidt et standardfartøy bør baseres på helt eller delvis sivile regler og standarder med tanke på aktive og passive havarisikkerhetstiltak. Dette har vi gjort ved å utføre en sammenligning av militære og sivile regelverk. Formålet er å utforske om sivile regler klarer å dekke militære behov.

Ved bruk av komparativ metode kunne vi kombinere kvantitativ innhenting av data med kvalitativ analyse. Dette satte oss i en fin posisjon til å sammenlikne regelverkene. Ved å utarbeide ett fiktivt operasjonskonsept for standardfartøy, kunne vi lettere bestemme oss for et sivil regelverk, og hvilke hovedtemaer vi burde se nærmere på i analysen.

Etter å ha analysert DNV-RU-SHIP ser vi at mye kan dekkes av det sivile regelverket. Legges tilleggsnotasjonen RP (3, x) ved vil et standardfartøy oppnå god redundans på kraftproduksjon og fordeling. Med denne tilleggsnotasjonen vil også krav om separering av kabler og rør, på redundante systemer gjøre fartøyet mer havarisikkert. Også isklasse er godt dekket, og i tillegg går ikke RUNA spesifikt inn på dette temaet. CBRNE er tilfredsstillende dekket, hvis HSLC-regelverket, og «Naval» tilleggsnotasjon, blir lagt til grunn. Der hvor det sivile regelverket kommer til kort er fokus på sjokk og vibrasjoner, og størrelsene på de vanntette og branntette seksjonene, samt krav til havaridekk og havarimateriell.

Også i RUNA er det lite fokus på vibrasjoner og sjokk. På den andre siden er regelverket veldig konkret og restriktiv når det kommer til størrelsen på vanntette og branntette seksjoner. I RUNA stilles det også strengere krav til brannvern og brannspredning. I tillegg er det krav om havaridekk og fordeling av havarimateriell, noe som gjør havaribekjempelse lettere. Regelverket bygger også på de sivile kravene med overdimensjonering, «future growth margin» og halogenfrie kabler. Samtidig har RUNA et noe tvetydig krav, med tanke på ett partall generatorer.

Skal Sjøforsvaret anskaffe seg en stor, ny flåtestyrke hurtig, så kan det være en god ide å konstruere standardfartøy på helt sivile regelverk. Dette vil muliggjøre for en masseproduksjon på flere verft, siden det ikke trengs noe spesiell kompetanse eller sikkerhetsklarering på personell. På den andre siden er et nytt våpenbærende fartøy komplekst, med mange ulike systemer, anlegg og komponenter tilpasset for krigsfartøy. Dette må fungere sømløst, for at fartøy skal kunne utføre tiltenkte oppdrag, da disse militære tilpasningene ikke er dekket av sivile regelverk. Spesielt størrelsen på sivile skroginnndelinger, og mindre tilretteleggingen for havaribekjempelse ved å ikke ha krav til havaridekk og jevnt fordelt havarimateriell, er noen av punktene som er verdt å merke seg. Også «future growth margin» og overdimensjonering av det elektriske anlegget er viktige punkt som blir borte med et sivilt regelverk. Ved å kombinere de sivile og militære regelverkene vil styrker bli beholdt, og svakheter dekket over. «Dette kan da gjøres ved å gjøre fartøyene så sivile som mulig, men så militære som nødvendig» (Forsvaret, 2023, s. 69). En annen mulighet er å basere fartøyene på helt sivile regelverk, med spesifikke tilleggskrav fra Sjøforsvaret, i den hensikt å øke «survivability».

Anbefaling for videre studier kan være å jobbe videre med denne analysen. Livredning og rømningsveier er et tema som kan ha store ulikheter sivilt og militært. Det er også mulig å se nærmere på de mindre fartøyene. Vil samme sivile regelverk være gjeldende for et mindre fartøy med en annerledes «ConOps», og hvordan måles eventuelt et annerledes regelverk seg med RUNA? En annen mulighet er å se på regelverk levert av andre klasseselskaper, for å utvide horisonten. Kanskje Lloyd's Register Groupe eller American Bureau of Shipping har vesentlige forskjeller som ikke er tatt høyde for i RUNA eller DNV?

Vedlegg

Vedlegg 1: Godkjenning fra SIKT.

7 Bibliografi

- Benestveit Olsen, S.-E. (2023, 11 30). *Bestemmelse om tekniske sikkerhet for militære skip og RUNA: Intranett*. Hentet fra Intranett:
intranett2.mil.no/fag/Logistikk/maritimtmateriell/regelverk/Sider/RUNA1.aspx
- Birkler, J., Rushworth, D., Chiesa, J., Pung, H., Arena, M. V., & Schank, J. F. (2005). *Difference between military and commercial shipbuilding: implications for the United Kingdom's Ministry of Defence*. Cambridge: RAND Europe.
- Bissel, A. M., Oertel, J. E., & Livingston, D. J. (1976). *Shipboard Damage Control* (7.. utg.). Maryland: United States Naval Institute Press Annapolis.
- Bradbeer, N., & Andrews, D. (2010). Vulnerability of a low-cost combatant converted from a commercial ship. (ss. 548-561). Portsmouth: Institute of Marine Engineering, Science and Technology.
- Brown, P. (2021). *Abandon ship*. Dublin: Osprey Publishing.
- DNV. (2021). *DNV-RU-HSLC Pt. 6 Ch. 8*. DNV AS.
- DNV. (2021). *DNV-RU-SHIP Pt. 5 Ch. 13*. DNV AS.
- DNV. (2023, 10 12). *About us: Webområde for DNV*. Hentet fra Webområde for DNV:
<https://www.dnv.com/about/index.html>
- DNV. (2023). *DNV-RU-SHIP Pt. 3 Ch. 1*. DNV AS.
- DNV. (2023). *DNV-RU-SHIP Pt. 4 Ch. 3*. DNV AS.
- DNV. (2023). *DNV-RU-SHIP Pt. 4 Ch. 6*. DNV AS.
- DNV. (2023). *DNV-RU-SHIP Pt. 4 Ch. 8*. DNV AS.
- DNV. (2023, 11 30). *DNV-RU-SHIP Pt.5 Ch.13* (Juli 2021. utg.). DNV AS. Hentet fra Webområde for DNV:
<https://standards.dnv.com/explorer/document/12FB03414CC84FFF84E7B03FC45C934A/9>
- DNV. (2023). *DNV-RU-SHIP Pt.6 Ch.2*. DNV AS.
- Forsvaret. (2023, 11 30). *Forsvarssjefens fagmilitære råd 2023: Webområde for Forsvaret*. Hentet fra Webområde for Forsvaret: <https://www.forsvaret.no/aktuelt-og->

presse/publikasjoner/fagmilitaert-rad/bilder-og-video/Forsvaret-FMR-2023.pdf/_/attachment/inline/c9147b67-7913-48ef-ac78-e61a2805f9a0:fd23bf41d3431040024613dfb377c033d84e2796/Forsvaret-FMR-2023.pdf

Forsvarets Logistikkorganisasjon/ Maritime kapasiteter. (2013). *The Royal Norwegian Navy Standard Requirements and Regulations Part 0: General Information and Requirements*. Bergen: FLO Maritime kapasiteter.

Forsvarsmateriell Maritime kapasiteter / Teknologiavdelingen. (2023). *Runa - Rules for Ships in the Royal Norwegian Navy*. Bergen: Sjef Forsvarsmateriell Maritime kapasiteter.

Gamble, G., Suendermann, B., Mathys, Z., & Woolley, A. (2014). *Fire Modelling and Event Tree Analysis for Naval Platform Fire Incidents*. London: The Royal Institution of Naval Architects. Hentet fra https://www.researchgate.net/publication/327390980_Fire_Modelling_and_Event_Tree_Analysis_for_Naval_Platform_Fire_Incidents

IMO. (2023, 10 12). *International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), 1974: Webområde for IMO*. Hentet fra Webområde for IMO: [https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-\(SOLAS\),-1974.aspx](https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-(SOLAS),-1974.aspx)

INSA. (2020). *INSA Naval Ship Code* (Edition H, Versjon 1. Part 1. utg.). Bristol: International Naval Safety Association.

INSA. (2023, 10 28). *The Naval Codes: Webområde for International Naval Safety Association*. Hentet fra Webområde for International Naval Safety Association: <https://www.navalshipcode.org/publiccodes>

Marine Insight. (2023, 11 19). *Watertight Doors on Ships: Types, Drills, Maintenance & SOLAS Regulations: Webområde for Marine Insight*. Hentet fra Webområde fra Marine Insight: <https://www.marineinsight.com/marine-safety/watertight-doors-on-ships-a-general-overview/>

Meier-Peter, H., & Bernhardt, F. (2009). *Compendium Marine Engineering*. Hamburg: Seehafen Verlag.

- NATO. (2016). *ANEP-77 Naval Ship Code* (G.. utg.). Brussel: NATO - North Atlantic Treaty Organization.
- NUPI. (2023, 10 20). *Komparativ Metode: Webområde for Norsk Utenrikspolitisk Institutt*. Hentet fra Webområde for Norsk Utenrikspolitisk Institutt: <https://www.nupi.no/vaar-forskning/temaer/teori-og-metode/komparativ-metode>
- Odland, K. (2023, 11 17). Intervju LMG Marine. (J. S. Henning, & E. G. Eikeland, Intervjuere) Bergen.
- Ragin, C. C. (2014). *The Comparative Method, Moving Beyond Qualitative and Quantitative Strategies*. Oakland: University of California Press.
- Rawson, K. J., & Tupper, E. C. (2001). *Basic Ship Theory Volume 1* (5.. utg.). Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Rawson, K., & Tupper, E. (2001). *Basic Ship Theory Volume 2* (5.. utg.). Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Sarchin, T. H., & Goldberg, L. L. (1963). *Stability and buoyancy criteria for U.S. naval surface ships*. New York: Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Schaub, J. P. (2014). *U.S. NAVY SHIPBOARD DAMAGE CONTROL: INNOVATION AND IMPLEMENTATIONAN DURING THE INTERWAR PERIOD*. Fort Leavenworth: U.S. Army Command and General Staff College.
- Simonsen, S. (2022). *Skipssikkerhetsrett* (1.. utg.). Bergen: Vigmostad & Bjørke AS.
- Sjøfartsdirektoratet. (2023, 12 1). *Anerkjente klasseselskaper: Webområde for Sjøfartsdirektoratet*. Hentet fra Webområde for Sjøfartsdirektoratet: <https://www.sdir.no/sjofart/fartoy/tilsyn/anerkjente-klasseselskap/>
- Sjøforsvaret. (2018). *SMP-17 (B) Håndbok for brann og havariverntjenesten i Sjøforsvaret*. Bergen: Sjef Marinen.
- Skipssikkerhetsloven, 2. (2007). *Lov om skipssikkerhet (skipssikkerhetsloven)* (LOV-2022-12-20-122. utg.). Oslo: Nærings- og fiskeridepartementet.
- Standard Norge. (2023, 10 27). *Standarder og regelverk: Webområde for Standard Norge*. Hentet fra Webområde for Standard Norge: <https://standard.no/standardisering/standarder-og-regelverk/>

Tjora, A. (2018). *Viten skapt, Kvalitativ analyse og teoriutvikling*. Oslo: Cappelen Damm AS.

Tupper, E. C. (2013). *Introduction to Naval Architecture* (5. utg.). Oxford: Elsevier Ltd.

United States. Naval Damage Control Training Center. (1945). *Handbook of Damage Control*. Philadelphia: U.S. Government Printing Office. Hentet 12 03, 2023 fra <https://maritime.org/doc/dc/part4.php>

Watson, D. G. (1998). *Practical Ship Design*. Oxford: Elsevier.

Aasmundseth, P. (2019). *Sjørett og økonomi* (3.. utg.). Sandefjord: Læremiddelforlaget AS.