



Sjøkrigsskolen

Bacheloroppgave

Sivil tonnasje til militært bruk
– Et nytt luftvernskonsept –

av

Rasmus Fløgstad & Fredrik Darell Lurvik

Lvert som en del av kravet til graden:

BACHELOR I MILITÆRE STUDIER MED FORDYPNING I MASKINFAG

Innlevert: Mai 2018

Godkjent for offentlig publisering

Publiseringsavtale

En avtale om elektronisk publisering av bachelor/prosjektoppgave

Kadettene 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.

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 vårt 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: 25 – 05- 2018

RASMUS FLØGSTAD
Kadett navn

Rasmus Fløgstad
Kadett, signatur

FREDRIK LURVIK
Kadett navn

Fredrik Lurvik
Kadett, signatur

Forord

Dette er en bacheloroppgave i militære studier med fordypning i maritime maskinfag, skrevet av Rasmus Fløgstad og Fredrik Lurvik ved Sjøkrigsskolen. Arbeidet med oppgaven påbegynte ved semesterstart, januar 2018 og varte til slutten av mai 2018. Arbeidet med oppgaven har gitt oss mulighet til å bruke kunnskap opparbeidet gjennom 3 år på Sjøkrigsskolen samt tilegne oss ytterligere kunnskap.

Oppgaven hadde ikke kunne blitt gjennomført uten hjelp fra rederiet SolstadFarstad, og en stor takk rettes herved til Morten Tangen for tilgang på data, svar på spørsmål og henvisninger videre til andre. Takk også til Kaptein Steinar Bolli ved SolstadFarsatd og mannskap om bord på Normand Arctic for stor imøtekommenhet og erfaringsdeling ved besøk av fartøyet. Vi vil også rette en stor takk til lærere ved Sjøkrigsskolen Ståle Ulriksen og Gisle Strand. Vi har til tider okkupert kontorene deres, for hjelp til utfordringer knyttet til løsning av oppgaven. Takk rettes også til familie og venner som har hjulpet med korrekturlesning og bidratt til løsning av oppgaven.

Til slutt vil vi også takke vår veileder Per Arild Bottolvs ved Forsvarsmateriell, for god veiledning gjennom perioden.

Bergen, Sjøkrigsskolen, 25-05-2018

Rasmus Fløgstad

Fredrik Lurvik

Oppgaveformulering

Oppgave:

Kadettene skal gjennomføre en markedsundersøkelse på et OSV fartøy (PSV eller AHTS med god restlevetid). Et egnet eksempel velges ut for å prosjektere de nødvendige tilpasninger for militær utnytting. Krav til løsningen utarbeides i samarbeid med Marinen. Det skal prosjekteres en løsning hvor funksjonalitet, stabilitet, styrke, effektbehov, drift og vedlikeholdsproblematikk gjennomgås. Eventuelle personellbehov og deres kompetanse er også et område som bør undersøkes. Oppgaven skal gi marinestaben et underlag for videre arbeider innen området.

Problemstilling:

Bruk av sivil tonnasje som er i drift (STUFT, Ships Taken Up From Trade) til militært bruk er tiltak som er nyttet av noen nasjoner i forskjellige sammenhenger. Marinen ønsker å studere hvilke muligheter et OSV fartøy kan gi og hvilke skipstekniske tiltak som må til for å realisere en utnyttelse til militært bruk.

Sammendrag med konklusjon

Denne oppgaven har som formål å undersøke et nytt konsept beskrevet av Sjøf utviklingsavdelingen i Sjøforsvarsstaben. Det ses på muligheten for å anskaffe fartøy fra det sivile markedet, foreta minimale, men nødvendige ombygging og gjøre disse fartøyene til våpenbærere for en langtrekkende luftvernkapasitet. Dette løses ved først å utrede operasjonelle betraktninger som gir grunnlag for utarbeidelse ytelseskrav for luftvernkapasiteten. Ytelseskravene kan videre brytes ned i krav til tekniske egenskaper for fartøy tiltenkt som våpenbærere. Dette utredes ved å bruke deler av Forsvarets anskaffelsesmodell. På bakgrunn av dette velges våpensystem (MK 41 VLS og Standard Missil 6) og fartøyssegment (PSV).

I oppgaven gjøres tekniske beregninger på ulike egenskaper til våpensystemet og PSV-fartøyet Normand Arctic. Resultatene av beregningene vurderes opp mot de utarbeidede kravene og gir grunnlag for å vurdere konseptets gjennomførbarhet. En analyse av stabilitetsegenskaper, kraftoverskudd, drivstofforbruk og sjøgående egenskaper, tilsier at PSV fartøy er et godt valg som våpenbærer for tiltenkt luftvernkapasitet med operasjonsområde langs norskekysten. Fastsatte krav til redundans og hastighet oppfylles ikke, men det finnes muligheter som gjør at disse kan tilfredsstilles

Det er også foretatt en grov analyse av kostnader for å kunne vurdere konseptets verdi i form av et kost/nytte spørsmål. Resultatene av analysen viser at investering i et slikt konsept kan være en rimelig måte å skaffe mye ildkraft på. Det totale kostnadsbilde er ikke kartlagt, og anbefalt videre arbeid er å se nærmere på kostnader tilknyttet installasjon av våpensystemer og vedlikehold.

Konklusjonen fra et teknisk perspektiv, basert på analyser som er gjort i denne oppgaven, tilsier at bruk av sivile fartøy som våpenbærere i et langtrekkende luftvernkonsept er gjennomførbart. Til tross for at en del kostnader ikke er kartlagt vil en slik løsning gjøre at man kan få mye ildkraft for en relativt lav pris, sammenliknet med kjøp av et nytt marinefartøy.



1 Illustrasjon av nytt luftvernskonsept

Innhold

Forord	3
Oppgaveformulering	4
Oppgave:	4
Problemstilling:	4
Sammendrag med konklusjon	5
Figurer	5
Tabell/Diagramer	6
Formler	7
Nomenklatur	8
1 Innledning	10
1.1 Bakgrunn for valg av oppgaven	10
1.2 Mål	11
1.3 Avgrensninger	11
1.4 Problemstilling	12
1.5 Metode.....	12
1.6 Struktur.....	15
2 Prinsix, kravdokument, kravspesifikasjon og teknisk spesifikasjon	17
2.1 Prinsix.....	17
2.2 Prinsix til oppgaveløsning:	19
2.3 Avgrensning i gjennomføringen.....	20
2.4 Kravdokument.....	21
2.5 Kravspesifikasjon	25
2.6 Teknisk spesifikasjon	25
3 Valg av segment og våpensystem	27
3.1 Operasjonskonseptet.....	27

3.2 Valg av våpensystem.....	33
3.3 Valg av segment	38
4 Teknisk spesifikasjon	42
4.1 Stabilitet	42
4.2 Kraftproduksjon	54
4.3 Drivstofforbruk.....	59
4.4 Fart	64
4.5 Redundans	67
4.6 Klima og værforhold	73
4.7 Kran.....	80
5 Økonomi.....	85
5.1 Kjøp av PSV fartøy	85
5.2 Ombyggingskostnader vedrørende redundans	88
5.3 Bemanning	89
5.4 Driftskostnader	90
6 Anskaffelseseksempel.....	91
6.1 Eksempel	91
6.2 Drøfting av eksempelet	92
7 Konklusjon med anbefaling.....	93
8 Bibliografi	95
8.1 Bøker	95
8.2 Artikler, foredrag og publikasjoner	95
8.3 Nettsider	97
8.5 Intervju, mail, telefonsamtaler og svar på forespørsler	100
Vedlegg	101

Figurer

1	Illustrasjon av nytt luftvernkonsept	2
2	Prinsix prosjektmodell	17
3	Hierarkisk fremstilling	24
4	Fight - Move - Float – Infrastructure	25
5	Kravdokument - Kravspesifikasjon - Teknisk Spesifikasjon	26
6	Kalibr - Illustrert rekkevidde	27
7	NASAMS og ESSM illustrert rekkevidde	28
8	Operasjonsområdet	30
9	SM6 vs. ESSM - rekkevidde	36
10	VLS MK41	37
11	Referansesystem Stabilitetshåndboka	43
12	LCG/TCG/VCG	46
13	MISSIL	48
14	GZ-KURVE	50
15	Illustrert rekkevidde	65
16 NA TAVLEROM	17 NA MASKINROM	70
18	GA TAVLEROM/MASKINROM	70
19	Gjennomsnittlig vindhastighet i operasjonsområdet	75
20	Prosentvis vindhastighet >15 m/s	76
21	Prosentvis vindhastighet >20m/s	76
22	Prosentvis bølgehøyde >3m	77
23	Prosentvis bølgehøyde >4m	78
24	KRAN 1	80
25	KRAN 2	81
26	KRAN 3	82

27 KRAN 4	82
28 KRAN 5	
29 KRAN 6	83
30 KRAN 7	84

Tabell/Diagramer

Tabell 1 MK 41 VLS spesifikasjoner	34
Tabell 2 SM6 spesifikasjoner	35
Tabell 3 Oversikt fartøy	39
Tabell 4 Status PSV og AHTS	40
Tabell 5 Stabilitet	47
Tabell 6 EKSEMPEL 1 IMO/SOLAS	47
Tabell 7 EKSEMPEL 2 IMO/SOLAS	48
Tabell 8 EKSEMPEL 1	49
Tabell 9 EKSEMPEL 3	49
Tabell 10 EKSEMPEL 4	49
Tabell 11 MODE 0	56
Tabell 12 MODE 1	56
Tabell 13 MODE 2	56
Tabell 14 MODE 3	57
Tabell 15 Drivstoffkapasitet	60
Tabell 16 MGO/LNG	60
Tabell 17 DRIVSTOFFFORBUK	61
Tabell 18 Naval regler om redundans	68
Tabell 19 DP	69
Tabell 20 Sjøgang	74
Tabell 21 DATA KRAN	81
Tabell 22 PRIS PSV	86

Formler

Stabilitet:

$$1. KG = \frac{\sum w_i * kg_i}{\sum w_i}, VCG$$

$$2. G_L = \frac{\sum w_i * lcg_i}{\sum w_i}, LCG$$

$$3. GG' = \frac{\sum w_i * tcg_i}{\sum w_i}, TCG$$

Vekt på tanker:

$$4. w_{tank} = \rho_{stål} * \pi(r_o^2 * h_o - r_i^2 * h_i)$$

Krefter på missil:

$$5. F = m * a$$

$$6. a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$7. s = v * t$$

Krengvinkel:

$$8. w * t = GM * \Delta * \tan \varphi$$

Drivstofforbruk:

$$9. \text{Pris MGO} - S = \frac{USD}{\text{tonn}}$$

$$10. \text{Tetthet MGO} - \rho_{15^\circ} = \frac{\text{tonn}}{m^3}$$

$$11. \text{Pris}_{per m^3} = S * \rho_{15^\circ}$$

Nomenklatur

1. STUFT – Ship Taken Up From Trade
2. LLP – Length between perpendiculars / Lengde mellom perpendikulærene
3. FP – Forre perpendikulær
4. AP – Aktre perpendikulær
5. \overline{OO} - Nullkryss
6. KG – Skipets tyngdepunkt over kjøll
7. G_L – Skipets tyngdepunkt fra nullkryss
8. GG' – Skipets tyngdepunkt fra senterlinjen
9. CB – Center of Buoyancy / Skipets oppdriftspunkt
10. GM – Metasenter høyde
11. GZ – Rettende arm
12. VCG – Vertical Center of Gravity / Vertikalt tyngdepunkt
13. LCG – Longitudinal Center of Gravity Langskips tyngdepunkt
14. TCG – Transvers Center of Gravity / Tverrskips tyngdepunkt
15. BL – Base line
16. STANAG - Standardisation Agreement
17. ANEP – Allied Naval Engineering Publication
18. KD – Kravdokument
19. OPSCON – Operasjonskonsept
20. VLS – Vertical Launching System / Vertikalt utskytningsystem
21. PSV – Platform Supply Vessel
22. OSV – Offshore Supply Vessel
23. AHTS – Anchor Handling Tug Supply Vessel
24. MRSV – Multi-Rolle Support Vessel
25. SSN - Nuclear-powered general-purpose attack submarine / Atomdrevet angrepsubåt
26. SWL – Safe Working Load / Sikker arbeidslast
27. MGO – Marin Gassolje
28. LNG – Liquefied Natural Gas
29. DP – Dynamic Positioning
30. EME/EMC – Electromagnetic Environment/Electromagnetic compatibility
31. GA – General Arrangement

32. AO – Area of Operations / Operasjonsområde
33. HLB – Høy Luftmilitær Beredskap
34. MPA – Maritime Patrol Aircraft / Marint Overvåkningsfly
35. AWACS – Airborne Warning and Control System
36. NASAMS – Norwegian Advanced Surface-to-Air Missile System
37. ESSM – Evolved Sea Sparrow Missile
38. SM6 – Standard Missile 6, langtrekkende ant-luft missil produsert av Raytheon.
39. NATO – North Atlantic Treaty Organization
40. FD – Forsvarsdepartementet
41. FST – Forsvarsstaben
42. FOH – Forsvarets Operative Hovedkvarter
43. SST – Sjøforsvarsstaben
44. FMA – Forsvarsmateriell
45. IMO – International Maritime Organisation
46. SOLAS – Safety Of Life At Sea
47. DNV GL – Det Norske Veritas Germanischer Lloyd
48. MUD – Fluid brukt til boring fra oljeplattform
49. USD – United State Dollar

1 Innledning

Bruk av sivile fartøy til militære formål er ikke et nytt fenomen. Transport av militært materiell og personell på sivile fartøy er brukt flere ganger av forskjellige nasjoner. Et godt og kjent eksempel på dette er britenes rekvisisjon av sivile fartøy for å forflytte tropper og utstyr fra de britiske øyer til Sør-Atlanterhavet i forbindelse med Falklandskrigen i 1982. Bruk av sivile fartøy har også vært benyttet til andre formål enn logistikkoperasjoner. I Norge ble blant annet flere eldre ferjer utrustet med togskinner på dekk med den hensikt å kunne forestå utlegging av miner. Bastø fergene mellom Horten og Moss var blant annet tiltenkt å kunne minelegge Oslofjorden under den kalde krigen på 1980-tallet (Larsen, Kaiser 2016). I nyere tid er også bruk av sivile fartøy til militært bruk en trend som er aktuell. Flere internasjonale anerkjente medier skriver at kinesiske myndigheter har vedtatt en plan som pålegger sivile skipsbyggere å tilrettelegge alle nye fartøy for militært bruk (Reuters Staff, 2015).

1.1 Bakgrunn for valg av oppgaven

Sjef utviklingsavdelingen i Sjøforsvarsstaben (N10 SST) uttalte følgende da han holdt presentasjon om sjøforsvarets strategiske konsept under seminar i regi av sjef sjøforsvaret oktober 2017:

"Dagens teknologiske trender i militært utstyr er dyre og færre plattformen. Fremtidens krav baseres i større grad på evne til å beskytte seg mot mer avanserte våpen i større volum. Dette fordi ny teknologi utvikles i et eksponentielt økende tempo, og det er gjerne kommersielle interesser som driver teknologiutviklingen. Dette fører også til at samme teknologi er tilgjengelig for flere, både statlige og ikke-statlige aktører. Resultatet av dette vil være at et nytt marinefartøy allerede ved sjøsetting potensielt vil henge etter den teknologiske utviklingen". (Smith, 2017)

Dette danner bakgrunnen for oppgaven. En ønsker å se på muligheten til å anskaffe fartøy fra det sivile markedet, foreta minimale, men nødvendige ombygginger og gjøre disse fartøyene til våpenbærere for et langtrekkende luftvernsystem. Dette anses for å være en rimelig måte å skaffe seg stor ildkraft (volum) for en lav pris, samt at dagens norske luftvernsystem på land og sjø har begrensninger på både rekkevidde og volum. Dette anses som et godt svar på fremtidens krav.

Hensikten med å sette våpensystemet på flere sjøgående plattformer vurderes som en måte å oppnå fleksibilitet og mobilitet til luftvernkapasiteten. Spredning på flere plattformer muliggjør at vi som nasjon kan reagere tidligere og kraftigere på et angrep mot norske enheter og installasjoner. Plattformene er tiltenkt en rolle kun som våpenbærer, fordi en ønsker separasjon mellom effektor (våpenbærer), sensor og beslutningstaker.

1.2 Mål

Oppgaven skal gi marinestaben et underlag for videre arbeider innen området. Oppgaven vil derfor være basert på en teknisk analyse av et spesifikt fartøy og en økonomisk analyse av fartøy, våpensystem og konsept.

1.3 Avgrensninger

Oppgaven bygger på et lite utdrag fra Forsvarets anskaffelsesmodell, Prinsix. Prinsix er i seg selv en modell som er meget omfattende og inneholder en rekke store dokumenter som skal utarbeides. Arbeidsomfanget ved å gjennomføre alle deler av Prinsix-modellen anses å være langt utenfor ambisjonsnivået til oppgaven. Dokumentene som fremkommer i oppgaven er som følger av ambisjonsnivået bare utdrag av de fullstendige dokumentene. Konsekvensene ved å ikke bruke Prinsix fullt ut er at man risikerer å overse vesentlige poenger, og at viktige hensyn med tanke på helheten kan falle bort. Dette er noe vi har akseptert som et premiss i denne oppgaven. Det er heller ikke et fastsatt krav til nye anskaffelser at hele Prinsix må anvendes.

Fartøydynamiske analyser er noe vi har sett bort ifra da eier av valgt skip ikke hadde tilgang på slik data selv og vi ikke har mulighet til å testkjøre fartøyet. anbefaling fra sjef utviklingsavdelingen i Sjøforsvarsstaben tilsier også at dette er noe som ikke trenger å vektlegges i denne oppgaven.

Oppgaven tar heller ikke for seg kostnader knyttet til ombygging av fartøyet med tanke på integrering av våpensystemet. Dette begrenses med bakgrunn i manglende data fra ulike verft. Hva det faktisk vil koste er noe som ulike verft må prosjektere og er et omfattende arbeid, og er derfor noe vi ikke har valgt å fokusere på i oppgaven. Dette gjelder også tiden det vil ta å

bygge om fartøyet. Konsekvensen av dette gjør at det totale kostnadsbilde ikke vil være fullkomment, da kostnader knyttet til ombygging av fartøyet vil være betydelige.

Ved investering og videre bruk av et eller flere fartøy følger det med kostnader knyttet til drift og vedlikehold. Det i oppgaven kun utført grove beregninger med tanke på driftskostnader med bakgrunn i eksempler på bemanning og drivstofforbruk. Oppgaven svarer imidlertid ikke for kompetansen til mannskapet eller kostnader tilknyttet vedlikehold av fartøyet.

1.4 Problemstilling

Anvende deler av forsvarets anskaffelsesmodell for utarbeidelse av et konsept for bruk av sivile fartøy til militært bruk. Herunder:

- 1) Vurdere et spesifikt fartøys egnethet som våpenbærende plattform i et nytt luftvernssystem og bruke kunnskap generert her til å vurdere konseptets gjennomførbarhet fra et teknisk perspektiv.
- 2) Vurdere enkelte kostnader knyttet til konseptet og bruke kunnskap generert her til å vurdere konseptets verdi i form av et kost/nytte spørsmål

Punkt 1) Fartøyet vil vurderes ut ifra stabilitet etter implementering av våpensystem og lastekran, kraftproduksjon, drivstofforbruk, fart, fartøyets redundans samt en analyse av hvordan fartøyet vil kunne fungere i et spesifikt operasjonsområde. Hvert enkelt punkt vil bli drøftet for å kunne vurdere om konseptet faktisk lar seg gjennomføre.

Punkt 2) Kostnader knyttet investering (fartøy og våpensystem), overgang fra sivil til militært bruksområde, bemanning og drift vil bli vurdert. Herunder bruke kunnskap knyttet til kostnader for å illustrere hva konseptet kan tilføre, til hvilken pris og til hvilken kost/nytte. Dette innebærer å vurdere konseptets effekt og relevans opp mot pris for å kunne forsvare en konseptinvestering.

1.5 Metode

Oppgavens hensikt er å utvikle et konsept som svarte til bestillingen fra N10 SST. I første omgang innebærer det å utrede hvilken luftvernkapasitet det er behov for. Dette angripes ved å gjøre operasjonelle betraktninger rundt bruken av den nye luftvernkapasiteten. Med disse kartlagt ser man videre på krav til luftvernkapasitetens ytelser. Begge disse prosessene inngår som en del av et kravdokument (KD). Neste steg er å definere krav til tekniske egenskaper ut

fra krav til ytelser utledet i KD. Dette blir gjort gjennom en kravspesifikasjon. I kravspesifikasjonen dannes et bilde av fartøyets påkrevde egenskaper for installasjon og operasjon av våpensystemet. Kravspesifikasjonens oppløsning lages på et nivå slik at tekniske egenskaper for et spesifikt fartøys direkte kan sammenlignes med utarbeidede krav.

Det har også vært vesentlig å kartlegge hvilket våpensystem som kan være aktuelt, og hvilke fartøy dette våpensystemet kan installeres og opereres på. Valg av våpensystem baseres på krav til ytelse etablert i KD. Valg av fartøy gjøres ved å kartlegge forskjellige segmenters bruksområder og tilgjengelighet på markedet, noe som vil gi et overordnet overblikk over hvilke segmenter som kan tenkes å være egnet for tiltenkt bruk. Dette fører til at man kan se på konkrete fartøy og studere dets tekniske egenskaper mer i detalj, for å kartlegge og vurdere om det er aktuelt.

Innenfor valgt segment var det videre nødvendig å se nærmere på konkrete fartøy for å kunne si noe om egnetheten til tiltenkt bruk. Ideelt sett ville det vært hensiktsmessig å se på flere forskjellige fartøy, da dette vil gi et større kunnskapsnivå og bedre beslutningsgrunnlag. På bakgrunn av omfanget av arbeidet det medfører å sette seg inn i et konkret fartøy, ble det valgt kun ett. Valget falt på SolstadFarstads Normand Arctic (NA). Grunnen til dette var at rederi og mannskap på fartøy fremsto som meget interesserte til å hjelpe, og vi fikk raskt tilgang på etterspurt data, svar på spørsmål og relevante henvisninger videre til spørsmål de ikke kunne svare på. I tillegg lå skipet i nærheten noe som gjorde at vi kunne avlegge det et besøk for nærmere studie. Analyse av NA er indirekte en analyse av de fleste fartøy innenfor samme segment. Dette fordi de overordnede egenskapene til fartøy innenfor dette segmentet er så å si like, som rettferdiggjør at analysen av NA vil på mange måter også være representativ for andre fartøy innenfor samme segment.

Kravspesifikasjonen, utledet av KD, vil danne grunnlag for hvilke data som er nødvendig å fremskaffe for det aktuelle fartøyet. Etter fremskaffelse av data kan man gjøre beregninger for å vurdere skipets tekniske egenskaper. Resultatene av beregningene, utgjør en teknisk spesifisering, kan vurderes direkte opp mot kravspesifikasjonen. Dette brukes som vurderingsgrunnlag for fartøyets egnethet som våpenbærer. Vurderingen av de tekniske egenskapene til fartøyet vil være innen stabilitet, drivstofforbruk og fart, redundans, kraftforbruk og sjøgående egenskaper i et tenkt operasjonsområde.

Stabilitetsvurderingene vil begrenses til stabilitet etter ombygging og installasjon av valgt våpensystem (med og uten kran til ladning av nye missil) og under avfiring. Her benyttes fartøyets stabilitetshåndbok til å kartlegge ny metasenterhøyde, vertikalt tyngdepunkt(KG/VCG), tverrskips tyngdepunkt (TCG) og langskips tyngdepunkt (LCG). Resultatene av de nye lastekondisjonene vurderes så opp mot stabilitetskravene stilt fra IMO og SOLAS.

Kraftproduksjon vurderes ut fra fartøyets oppgitte tekniske data og krafttrekket fra våpensystemet. Kraftforbruk ved forskjellige driftskondisjoner kartlegges for å finne ut om det er nok kraft ombord til å drifte skipet og samtidig avlevere våpen.

Drivstofforbruk kartlegges og vurderes ut ifra data om fartøyets drivstoffkapasitet beskrevet i fartøyets stabilitetshåndbok. Dette vurderes opp mot drivstofforbruk oppgitt i fartøyets tekniske datablad og erfaring fra mannskapet om bord. Resultatet gir et grunnlag for vurdering om hvor lenge fartøyet kan holdes i operasjon.

Fartøyets hastigheter blir kartlagt gjennom data oppgitt i fartøyets tekniske datablad og erfaringer fra mannskap om bord. Dette brukes for å vurdere rekkevidden til skipet innenfor satte tidsrammer og vurderes dertil hvorvidt fartøyet effektivt kan løse sitt pålagt oppdrag.

Redundansen til fartøyet blir kartlagt etter analyse av fartøyets klassing, utarbeidet av DNV GL og under befaring om bord. Dette danner grunnlag for å vurdere fartøyets egenskaper som militærfartøy i en skarp situasjon der det tenkes at fartøyet blir beskyttet. Kartleggingen av redundansen gir også grunnlag for vurdering tiltak som kan gjøres for å styrke redundansen og om dette har noen hensikt.

Kartlegging av de klimatiske værforholdene i tiltenkt operasjonsområde blir kartlagt på ved hjelp av klimatologiske kart fra GeoNorge som beskriver forholdene i fartøyets tiltenkte operasjonsområde. Resultatet av denne kartleggingen vurderes så opp mot erfaringer fra mannskapet og vil være grunnlag for å si noe om hvordan skipet vil kunne fungere i det aktuelle operasjonsområdet.

Det har også vært nødvendig å analysere kostnader knyttet til investering av ny luftvernkapasitet. Investeringskostnader og resultatene fra de tekniske spesifikasjonene er

ment å gi marinestaben best mulig grunnlag for videre arbeid. På bakgrunn av avgrensningen vil oppgaven bare ta for seg en grov analyse av kostnadene. En del av oppgaven tar derfor for seg en grov økonomisk analyse. Den metodiske tilnærmingen er å innhente data vedrørende kostnader tilknyttet investering, ombygging som fører til økt redundans, bemanning og drift. Data for disse kostnadene blir fremskaffet gjennom kontakt med fagpersoner på hvert sitt felt. Dataene fremskaffet anses å gi et grovt grunnlag for vurdering av en ny luftvernskapasitet sin kostnad opp mot hva den tilfører. Dette blir eksemplifisert gjennom et anskaffelseseksempel, som er en måte å vurdere de fremskaffede resultatene.

1.6 Struktur

Oppgaven tar sikte på å vurdere et enkeltfartøys egnethet som våpenbærer i et nytt luftvernsystem bestående av flere fartøyer. I oppgavens del en, Innledning, redegjøres det for hvorfor dette er ønskelig å se nærmere på, samt oppgaveformuleringen, oppgavetolkningen og metoden benyttet for å løse oppgaven. Her vil også mål for oppgaven og avgrensninger beskrives.

I den andre delen beskrives utledningen av etterspurt luftvernskapasitet og hvordan dette igjen brytes ned til tekniske egenskaper fartøyet må ha. I den tredje delen redegjøres det for valg av våpensystem og segment, for tiltenkt luftvernskapasitet. Valg av segment i denne delen kan ses på som et grovuttak, hvor en type segment vurderes som den mest aktuelle våpenbæreren fra et overordnet perspektiv. Valg av våpensystem baseres på bakgrunn av utledning av behovet. I den fjerde delen beskrives de tekniske egenskapene direkte tilknyttet et bestemt fartøy, i form av en teknisk spesifikasjon. Her nyttes kunnskap tilegnet i foregående deler for å sammenlikne utledede egenskaper mot analyserte tekniske egenskaper for det aktuelle fartøyet. Dette nyttes til å vurdere fartøyets egnethet som våpenbærer i konseptet fra et teknisk perspektiv. I den femte delen er det gjort en grov økonomisk analyse som har til hensikt og kunne skape et grunnlag for å vurdere kostnadene tilknyttet den nye luftvernskapasiteten. I den sjette delen illustreres kostnadene ved anskaffelse av ny luftvernskapasitet ved hjelp av et konkret anskaffelseseksempel. Dette gir rom for diskusjon og synliggjør de positive og negative effektene ved anskaffelse av tiltenkt luftvernskapasitet. Eksempelet er basert på kunnskap tilegnet gjennom oppgaven. I sum utgjør del to til og med del seks oppgavens hoveddel.

Avslutningsvis i del sju oppsummeres analysen gjort i hoveddelen i form av en konklusjon. Her danner vurderinger gjort gjennom oppgaven svar på problemstillingen, og anbefalinger til videre arbeid.

2 Prinsix, kravdokument, kravspesifikasjon og teknisk spesifikasjon

2.1 Prinsix

Prinsix er forswarets prosjektledelses modell. Den deler ett prosjekt inn i forskjellige faser med tilhørende dokumenter som skal produseres for hver fase. Dette gjør det enkelt å vite hvor langt man har kommet i prosessen. Fastsatte maler for aktuelle dokumenter gjør det enkelt å sørge for at alle nødvendige detaljer blir tatt med.

Prinsix-prosjektmodell bygger på at flere prosesser skjer samtidig og underbygger hverandre for å kunne opprettholde en kontinuerlig prosess for langtidsplanlegging. Det øverste nivået i Prinsix-modellen er Kapabilitets- og Strukturplanlegging. Denne prosessen foregår først og fremst i Forsvarsdepartementet (FD) og i Forsvarsstaben (FST). Disse prosessene bygger tungt på strategiske analyser av omgivelser og sikkerhets- og forsvarspolitik. Denne prosessen foregår parallelt som de forskjellige fasene under, men er også avhengig av de svarene man finner og dokumentene man produserer i de lavereliggende prosessene (Prinsix, 2016).



2 Prinsix prosjektmodell (Prinsix, 2018)

Under Kapabilitets- og Strukturplanlegging finner vi to hovedprosesser - Investeringsplanlegging og Investeringsstyring. Disse prosessene er styrt av pågående prosjekter. Det kan da altså være noen prosjekter som er i den ene fasen, mens andre prosjekter er i den andre. Disse fasene avhenger hvor langt prosjektet er kommet. Dette følger da av de seks underliggende fasene i Prinsix-modellen (Prinsix, 2016).

2.1.1 Idéfase:

Ifølge Prinsix modellen bør materiellinvesteringsprosjekter starte med en idéfase. Disse tar enten utgangspunkt i et oppdukkende operativt behov, da sier man at det er et «Buttom Up» prosjekt. Ellers så kommer behovet som følge av langtidsplansarbeidet, dette kalles for «Top Down». Med bakgrunn dette behovet utarbeides det en Prosjektidé (PI). Det er normalt sjefene for våpengrenene eller tilsvarende som sammenfatter de grunnleggende karakteristikkene for idéen. Her iverksettes også en interessentanalyse for å kunne beskrive behovet best mulig og for å identifisere mulige aktører. Det er viktig i denne fasen å bli klar over mulige avhengigheter og følger av å starte et prosjekt rundt idéen (Prinsix, 2016).

2.1.2 Konseptfase:

Hensikten med denne fasen er å vurdere forskjellige konsept som kan fylle det behovet som har dukket opp eller man forventer at skal dukke opp. I denne fasen skal det gjennomføres en behovsanalyse hvor man blant annet ser på behovet for nytt materiell opp mot samfunnets virkelige behov. Videre vil det gjennomføres en mulighetsstudie, hvor man ser på forskjellige alternativer og grovsorterer ut i fra krav stilt i det overordnede kravdokumentet. Etter denne grovsorteringen blir det satt i gang en alternativanalyse. Målet med denne er å sitte igjen med et nullalternativ og minst to andre hovedalternativer. Til slutt utarbeides det et Konseptuell Løsning (KL) dokument. I den konseptuelle løsningen skal essensen fra de foregående dokumentene og fasene sammenfattes (Prinsix, 2016).

2.1.3 Definisjonsfase:

I denne fasen jobber man med å opparbeide seg best mulig beslutningsunderlag for kunne iverksette prosjektet, samt gi best mulig styringsgrunnlag for prosjektet i en senere fase. Slik at Forsvarsdepartementet (FD) kan fatte beslutning om iverksettelse på best mulig grunnlag. Det er først i denne fasen Forsvarsmateriell (FMA) kommer på banen. De blir gitt i oppdrag av FD å utarbeide en Fremskaffelsesløsning (FL). Etter at denne fremskaffelsesløsningen blir godkjent av FD blir det sendt ut et gjennomføringsoppdrag (GO) til FMA og Forsvaret og andre aktuelle etater. Prosjekter med kostnadsramme over 750 millioner kroner skal fremskaffelsesløsningen kvalitetssikres av en ekstern part, dersom kostnadsrammen er over 500 millioner kroner skal prosjektet godkjennes av Storting og regjering. Prosjekter mellom 75 og 500 millioner kroner godkjennes av Statsråden, mens prosjekter under 75 millioner kroner kan godkjennes av sjef FD (Prinsix, 2016).

2.1.4 Anskaffelsesfase:

FMA har hovedansvaret for anskaffelsesfasen. De skal her analysere og planlegge for hvordan anskaffelsen skal gjennomføres på mest mulig effektiv måte, innenfor de rammebetingelsene som er gitt i gjennomføringsoppdraget med tanke på tid, ytelse og kostnad. Oppdraget blir kunngjort gjennom offentlige kanaler. Tilbudene fra selskaper blir evaluert og snevret ned til ett eller flere selskaper før kontraktsforhandlinger starter. Etter kontrakten er tildelt til et selskap, er FMAs oppgave å følge opp at leverandøren overholder vilkårene beskrevet i kontrakten, i tillegg til å starte utdanning av personell og utarbeide reglementer og prosedyrer spesifikt for bruk av det nye materiellet (Prinsix, 2016).

2.1.5 Overføring til drift:

Når det nye materiellet står klart og er testet skal det overføres til bruker. Her legges det mye vekt på å beskrive de viktigste aspektene for at overleveringen til bruker skal bli best mulig. Dette innebærer da veiledning til bruk og vedlikehold, samt større vedlikeholdsprosjekter, som midtlivsoppdatering, organiseres som egne prosjekter. Etter materiellet er overlevert avsluttes prosjektet og det siste av papirarbeid og regnskap ferdigstilles. Forsvaret skriver senere en erfaringsrapport som vurderer om effektmålene er nådd og om gevinsten er realisert. Denne rapporten blir sendt til FD (Prinsix, 2016).

2.1.6 Gevinstrealisering:

Denne fasen handler om å sørge for at det nye materiellet får utført sin tiltenkte rolle og at det klarer å fylle det behovet som innledningsvis startet prosjektet. For å best mulig oppnå dette skal det være utarbeidet en gevinstrealiseringsplan. Denne planen skal gi et klart bilde på hvordan materiellet er tenkt å bli brukt i operasjoner for best mulig fylle sin tiltenkte rolle. En god gevinstrealiseringsplan gir også resten av de samhandlende systemene best mulig utgangspunkt før det nye materiellet kommer i drift (Prinsix, 2016).

2.2 Prinsix til oppgaveløsning:

Som det kommer frem av beskrivelsen over er Prinsix-modellen en svært nøye og omstendelig prosess. Gjennomføring av modellen krever mye ressurser og foregår over en lang tidsperiode. Det skal tas beslutninger på alt fra taktisk til strategisk nivå og det vil bli produsert mange dokumenter og analyser som skal godkjennes av forskjellige instanser på forskjellig nivå. Fordelen med modellen er at den legger opp til at flere prosesser skjer på samme tid, men på forskjellig nivå. En slik Prinsix prosess krever mye koordinering og ressurser, men reduserer

sjansen for at detaljer blir oversett og gir større sikkerhet for de som til slutt sitter med ansvaret. En konsekvens av dette er at gjennomføring i henhold til Prinsix modellen ofte ender opp som en tidkrevende prosess.

Besvarelsen i denne oppgaven blir styrt ut fra oppgaveteksten gitt av SST. Ved å se på Prinsix modellen og avgrensinger for oppgaven, vil denne besvarelsen bygge på en svært forenklet versjon av modellen. Ved å produsere enkelte av dokumentene man finner i Prinsix vil dette hjelpe å strukturere oppgaven. Og ved å ikke binde seg til alle rammene i Prinsix modellen blir man utfordret til å tenke mer selv, noe som muliggjør at en kan gjennomføre enkelte prosesser hurtigere.

Oppgaven er innom følgende faser i Prinsix modellen, idé-, konsept- og definisjonsfasen. Oppgaven gjennomføres derfor ved å utarbeide et kravdokument (KD) som en del av konseptfasen i Prinsix. Kravdokumentet består i denne oppgaven i hovedsak av to deler, et operasjonskonsept og en kravliste. Operasjonskonsept er en del av Naval Ship Code (ANEP 77) og er beskrivelse av luftvernskapasiteten. Kravlisten er utarbeidet på bakgrunn av beskrivelsen av luftvernskapasiteten i operasjonskonseptet. Her operasjonaliseres luftvernskapasiteten og det utarbeides krav til ytelse for konseptet. KD gir videre grunnlag for utarbeidelse av en kravspesifikasjon som bryter kravene til ytelse ned til krav til tekniske egenskaper for et (av flere) fartøy. Kravspesifikasjonen blir så vurdert opp mot de tekniske egenskapene til fartøy som oppgaven blir eksemplifisert gjennom. Vurderingen av tekniske egenskaper opp mot kravspesifikasjonen utgjør teknisk spesifikasjon.

Ved å gjennomføre oppgaven på denne måten dannes det et grunnlag for å løse og drøfte oppgavens problemstilling.

2.3 Avgrensning i gjennomføringen

Oppgaven avgrenses til utvalgte deler av Prinsix, og dokumentene tilhørende disse delene vil være utdrag. Oppgaven bygges derfor opp på:

- Utdrag fra Kravdokument – heretter kalt Kravdokument (KD)
 - Første del av KD består av utdrag fra operasjonskonsept – heretter kalt Operasjonskonsept
- Utdrag fra Kravspesifikasjon – heretter kalt Kravspesifikasjon
- Utdrag fra teknisk spesifikasjon – heretter kalt teknisk spesifikasjon

2.4 Kravdokument

Et kravdokument (KD) beskriver kravene til luftvernskapasitetens ytelse, utarbeidet kravdokument finnes som vedlegg 1.

Hensikten med KD er at det skal gi en samlet beskrivelse av de funksjonalitets- og ytelseskrav som det stilles (i denne sammenheng Forsvaret stiller) til det nye systemet som skal fremskaffes (Prinsix, 2016). Krav til systemet skal gjennom KD konkretiseres og kompletteres. KD må ha en oppløsning og detaljeringsgrad som gjør det mulig å:

- Identifisere og analysere alternativer sett opp mot funksjon, ytelse, miljø, logistikk og økonomi.
- Vurdere gjennomførbarhet

(Prinsix, 2016)

Kravene skal være konkrete, uten samtidig indirekte foreta valg av alternativ løsning. KD skal altså gi rom for å vurdere ulike løsninger opp mot hverandre. Det er derfor viktig at unødvendig detaljering uteblir slik at man ikke blir bundet eller låst til en type alternativ, eller ekskluderer potensielle gode alternativer. Dette kan medføre et valg av løsning som totalt sett ikke er det Forsvaret er best tjent med, alle forhold tatt i betraktning.

(Prinsix, 2016)

Vedlegg 1 er som kjent bare et utdrag av et komplett kravdokument og består av to deler, operasjonskonsept og kravliste. Disse beskrives i kapittel 2.4.1 og 2.4.2.

2.4.1 Operasjonskonsept:

Et operasjonskonsept er et dokument der man beskriver egenskapene og bruken, av et allerede eksisterende eller et fremtidig system, fra brukers perspektiv. Hensikten med operasjonskonseptet er en beskrivelse av de operasjonelle behovene og forventningene til luftvernskapasiteten uten å være overstadig teknisk og formell (Mitre, 2018). For å oppnå en god beskrivelse av systemet er det enkelte ting som trenger å være en del av et operasjonskonsept:

- Det allerede eksisterende systemet som skal erstattes
- Begrunnelse av nytt system
- Beskrivelse av foreslått nytt system
- Scenario som fremhever tiltenkt bruk av nytt system

(Mitre, 2018)

Operasjonskonsept utarbeidet i denne oppgaven beskriver bakgrunn, formål og beskrivelse av luftvernskapasiteten, og anses for å dekke overnevnte punkter. Operasjonskonseptet fungerer også som en scenariomodellering av luftvernskapasiteten, i samsvar med siste overnevnte punkt. Ved å lage et dimensjonerende operasjonsscenario skaper man et noenlunde kvalitetssikret beslutningsgrunnlag for å vurdere luftvernskapasiteten (Løseth 2018).

Operasjonskonseptet beskriver derfor et tenkt scenario som luftvernskapasiteten skal fungere i, noe som skaper et godt grunnlag for å utarbeidelse av krav til ytelser for luftvernskapasiteten.

I utviklingen av operasjonskonseptet finnes det gode argumenter for å implementere systemtenkning. Systemtenkning skiller seg ut fra analytisk tenkning og forskningstenkning, hvor man i stor grad bygger erfaring og bestemmer noe basert på observasjoner, utregninger og forsøk (Calvano, Jons & Keane, 2000, 51). Analytisk tenkning anvendes ofte for å forstå hver enkelt del, og hvordan man kan maksimere funksjonaliteten til denne. Systemtenkning vektlegger fokus på syntese av deler og systemer, fremfor å tenke isolert på hver enkelt del (Calvano, Jons & Keane, 2000, 53). Dette for å kunne forstå hvordan man setter deler og systemer sammen. Systemtenkning har vist seg som en effektiv måte og angripe et nytt konsept på når man ønsker å skape noe nytt, eller sette sammen ting på en ny måte slik at systemer som allerede finnes kan nyttes til flere funksjoner. Fokus på systemtenkning, i tillegg til analytisk tenkning, vil bidra til økt forståelse for systemets funksjon i et overordnet system (supersystem). Systemets egenskaper og funksjonalitet må derfor ses i sammenheng med det overordnede systemet (supersystemet) som systemet skal være en del av. Inndeling i system og supersystem er en visualisering for å bringe på bordet de funksjonene og egenskaper systemet må ha for å kunne være relevant i supersystemet. Supersystemets ytelse er det førende for utviklingen av systemet. Relevansen til supersystemet baseres på hvor effektivt det løser oppdrag ut ifra hvilket oppdrag det er satt til å gjøre. For å kunne bidra til økt verdi på supersystemet må systemet bidra til å øke effektiviseringen av oppdragsløsningen (Calvano, Jons & Keane, 2000, 47).

Systemet beskrevet i denne oppgaven har til hensikt å utvide rekkevidden og volumet av Forsvarets luftvernskapasitet. Det er altså et tilskudd på en kapasitet man anser å ikke ha god nok dekning på i dag, med et veldig spesifikt målområde, luftvern. I Forsvarssammenheng er luftvernskapasitet bare en liten del av det helhetlige forsvaret av landet. Anvendelse av systemtenkning der man har fokus på at systemets egenskaper skal fungere og gi en økt relevans

til supersystemet (hele Forsvaret) er derfor vesentlig å ha med i betraktningen ved utviklingen av et operasjonskonsept.

For å eksemplifisere hvordan systemtenkning kan anvendes i praksis opp mot luftvernkapasiteten beskrevet i operasjonskonseptet, stilles følgende åpne spørsmål:

- Hvilke konsekvenser, begrensinger og muligheter gir en innførelse av ny langtrekkende luftvernkapasitet for det totale forsvaret?
- Er tilførselen av luftvernkapasiteten så ressurskrevende at man må omfordele ressursbruken av allerede eksisterende kapasiteter?
- I militær sammenheng er spørsmål rundt kommando og kontroll viktig. Hvilket domene skal systemet underlegges, og bli en del av, og hvilken påvirkning har dette for det aktuelle domenet?
- Innføring av et nytt system som gir betydelig økt forsvarsevne, gjør også at dette systemet vil være verdifullt, noe som igjen fører til et spørsmål om beskyttelse av systemet. Eksisterer det ressurser og kapasiteter til å ivareta sikkerheten til det nye systemet, og hvis ja er tilfellet, hvilke konsekvenser har det for andre system?

Slike spørsmål er essensielle og ta hensyn til i utvikling av et operasjonskonsept, slik at man kan vurdere hva vil man få og til hvilken pris, kostnytte. Dette gjør at man tar hensyn helheten. Oppgaven har ikke til hensikt å besvare disse spørsmålene, da det ikke er av relevans opp mot problemstilling, men er listet for å illustrere praktisk bruk av systemtenkning i utviklingen av et operasjonskonsept.

En hierarkisk framstilling av supersystemet, i dette tilfelle hele forsvaret, vil visualisere systemets rolle, og bidrar til økt forståelse av systemets funksjon.



3 Hierarkisk fremstilling

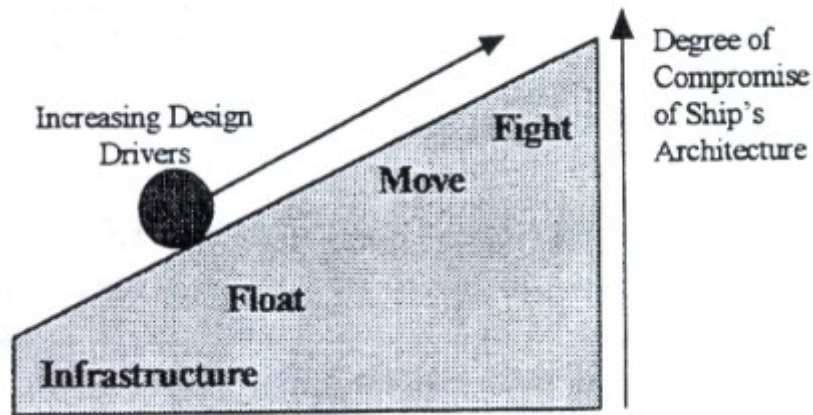
Tenkt luftvernkapasitet legges under Sjøforsvaret og er fremstilt i figur 3, noe som synliggjør luftvernkapasitetens rolle i hele forsvaret. Luftvernkapasitet kan ses på som et system, i supersystemet Sjøforsvaret, som igjen er en del av supersystemet Forsvaret. Hvordan ordleggingen blir gjort er ikke så viktig, men essensen er at man predikterer systemets rolle i noe som er større enn systemet i seg selv. Det er Forsvarets relevans og behov som må være styrende for alle underliggende systemer, og en utvidelse av luftvernkapasiteten må derfor innrettes etter dette.

Tall som er satt for antall missil og fartøy i denne oppgavens operasjonskonsept er kun antatte tall. De har ingen nærmere bakgrunn enn at de er satt for å gi oppgaven mer dybde og et diskusjonsgrunnlag.

2.4.2 Kravliste:

Ved utarbeidelse av kravliste, med spesifikke krav til ytelser, er det hensiktsmessig å dele kravene inn i funksjonsgrupper. Kravene kategoriseres i en modell delt i funksjonsområdene Fight-Move-Float-Infrastructure (figur 4). Dette er en funksjonell tilnærming for å adressere helheten til luftvernkapasiteten (Smith, 2004).

- Fight (å kunne kjempe/ildkraft)
- Move (å kunne bevege seg/mobilitet)
- Float (å kunne holde seg flytende med eller uten skade)
- Infrastructure (div hjelpefunksjoner)



4 Fight - Move - Float – Infrastructure (Løseth, 2018)

I utviklingen av en ny luftvernkapasitet er disse funksjonsområdene sterkt påvirket av hverandre, men for utviklingen av et marinefartøy er det Fight som er den mest drivende faktoren av funksjonsområdene. Move, Float og Infrastructure er funksjonsområder som skal støtte og gi luftvernkapasiteten best mulige forutsetninger for Fight, altså oppdragsløsning.

2.5 Kravspesifikasjon

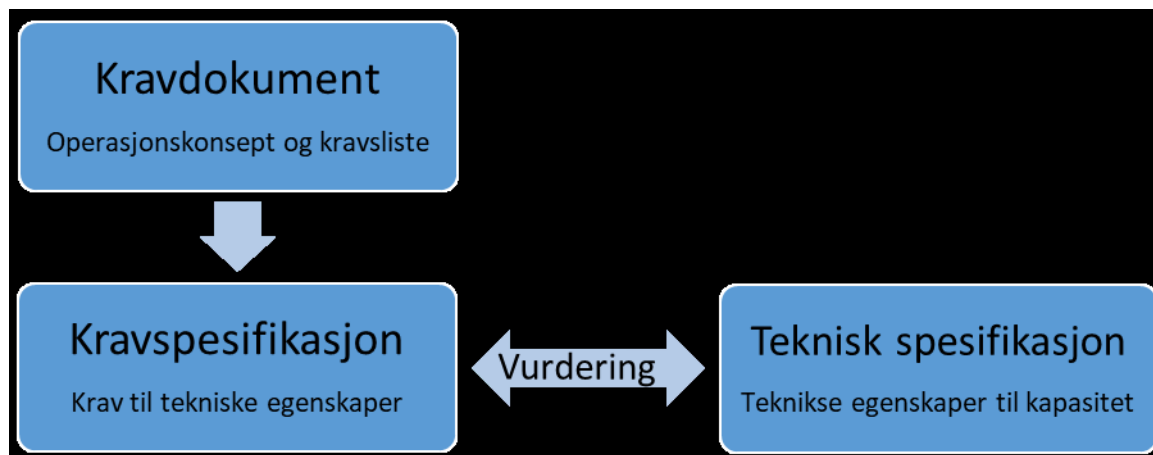
Kravspesifikasjon er en operasjonalisering av kravdokumentet med hensyn til tekniske spesifikasjoner (Prinsix, 2018). Det bryter altså ned kravene til ytelse beskrevet i KD, til tekniske krav. Kravspesifikasjon er de krav til tekniske egenskaper en anskaffer vil oversende til leverandør som beskriver hvilke tekniske krav som skal og bør innfris av kapasiteten (Prinsix, 2018).

Kravspesifikasjonen utarbeidet i denne oppgaven er utledet av KD, og er inndelt i samme funksjonsgrupper som KD; Fight-Move-Float-Infrastructure. Utarbeidet Kravspesifikasjon finnes som vedlegg 2.

2.6 Teknisk spesifikasjon

Teknisk spesifikasjon er beskrivelsen av de tekniske egenskapene til luftvernkapasiteten. I denne oppgaven, som eksemplifiseres gjennom Normand Arctic (NA), vil den tekniske spesifikasjonen være en beskrivelse av de tekniske egenskapene til fartøyet. I anskaffelsessammenheng er teknisk spesifikasjon et typisk tilsvarende fra leverandør på kravspesifikasjonen sendt av anskaffer (Prinsix 2018). Den tekniske spesifikasjonen kan dermed sammenliknes med kravspesifikasjonen, for å vurdere hvor godt egnet fartøyet faktisk

er. Dette er illustrert ved figur 1. Ved å sammenlikne og drøfte teknisk spesifisering mot kravspesifisering, vurderer man også implisitt luftvernkapasitetens relevans i forhold til behov. Dette fordi kravspesifisering er utledet av KD, se figur 5 under.



5 Kravdokument - Kravspesifisering - Teknisk Spesifisering

3 Valg av segment og våpensystem

Valg av segment og våpensystem tar utgangspunkt i det utarbeidete operasjonskonseptet som er beskrevet i KD. I neste underkapittel kommer utdrag fra KD hvor operasjonskonseptet blir beskrevet. For mer utfyllende beskrivelse av operative forhold, som trusselbilde, plan for samvirke, muligheter og begrensinger, driftsprofil og levetid vises det til Vedlegg 1 KD.

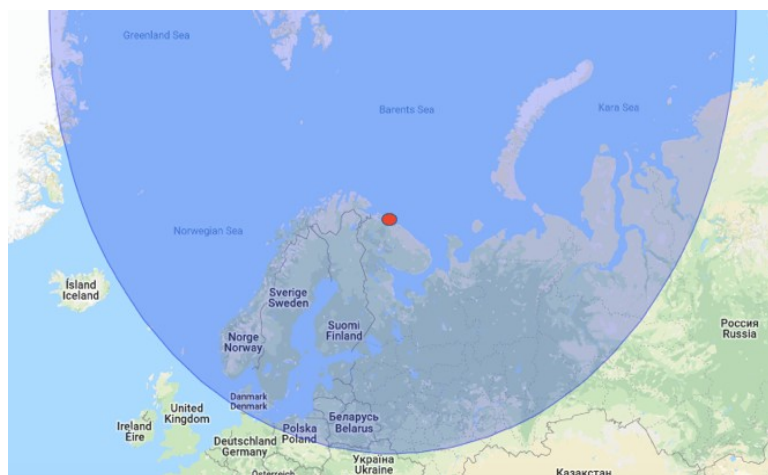
3.1 Operasjonskonseptet

3.1.1 Russlands opprustning

Norge har en av verdens desiderte stormakter som nabo i øst, Russland. Basert på Russlands maritime doktrine som omhandler Russland som stormakt, NATO som fiende, teknologisk utvikling og stort fokus på Arktis og Atlanterhavet er dette helt klart noe som påvirker Norge som naboland. Doktrinen sier følgende om den arktiske regionen:

- Redusere trusselen som truer den nasjonale sikkerhet og sikre strategisk stabilitet i den arktiske regionen
- Styrkning av de maritime kapasitetene og utvikling av den Nordiske flåte

Den teknologiske utviklingen skyter fart og russerne har utviklet og innehar et stort antall av langtrekkende missiler som kan avfyres langt fra grensen til Norge, noe som utgjør en betydelig trussel hvis det skulle bli brukt. For eksempel: Nyutviklede kryssermissil «Kalibr» (SSN 30 A) har en offisiell rekkevidde på 2000 km (Janes, 2018). Det vil si at ved en avfyring fra Murmansk så vil missilet kunne nå Danmark, og da selvfølgelig hele Norge. Rekkevidde er illustrert av figur 6.

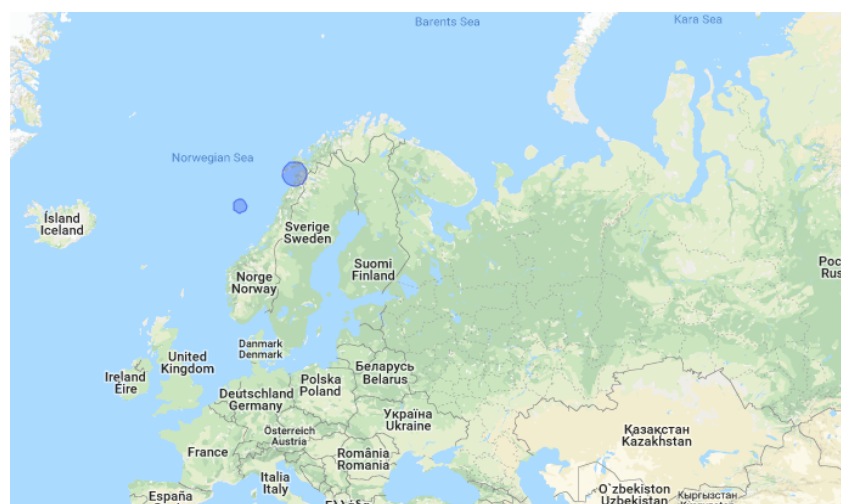


6 Kalibr - Illustrert rekkevidde

Russlands økende aktivitet og opprustning av militære kapasiteter i nordområdene er noe nasjonen Norge må ta på alvor. Spesielt utviklingen innenfor langtrekkende og interkontinentale missiler.

3.1.2 Egne kapasiteter

Norges evne til beskyttelse mot trusler fra luften er per i dag basert på egne jagerfly (F-16 og tildeles nyanskaffelsen F-35), ESSM-missilene på Nansen-klasse fregatt og det bakkebaserte luftvernssystemet NASAMS. Ved et angrep på Norge vil Forsvarets evne til å beskytte sivile- og militære flystasjoner ha direkte påvirkning på nasjonens evne til å forsvare seg mot angrepet. Det anses som svært sannsynlig at ved et angrep på Norge vil det være av stor interesse for en fiende og ta ut sivile- og militære flystasjoner, da gjerne med langtrekkende missiler i stort volum. Jagerflyene har begrenset kapasitet til bekjempelse av missiler, mens Nansen-klassen og NASAMS har begrensninger på rekkevidde (figur 7). Per i dag er ikke Forsvaret rustet til å stå imot et stort angrep fra luftdomenet. Det er en svakhet i både volum og rekkevidde på dagens luftvernskapasiteter.



7 NASAMS og ESSM illustrert rekkevidde

3.1.3 Formål med anskaffelsen

Dagens trend i teknologi og utstyr i marinen er at man har færre og dyrere plattformer. Marinen ønsker å styrke egen luftvernskapasitet for å møte fremtidens krav. For å møte disse kravene er

det på lengre sikt mer effektivt med billigere systemer og større volum¹. Den teknologiske utviklingen i verden utvikles i et eksponentielt økende tempo, og det er kommersielle interesser som driver denne utviklingen. Dette gjør at samme teknologi er tilgjengelig for nesten alle (både statlige og ikke-statlige aktører). Det er med andre ord meget kostbart å anskaffe nye dyre plattformer og holde disse oppdatert på den stadige økende teknologiske utviklingen. Et nytt marinefartøy, vil i verste fall være utdatert i det Forsvaret mottar det.

Basert på dagens trusselbilde er det ønskelig å utvide forsvaret mot trusler fra luften, da dagens luftvernssystem har en begrenset evne til å stå imot store luftangrep. Ved å styrke forsvarets luftvernskapasitet er Norge som nasjon i større grad kapabel til å stå imot et angrep fra en fremmed stat. Begrensningene i rekkevidde på NASAMS og Nansen er relativt store og en forsterkning her vil gi en betydelig større dekning og forsvarsevne. Ved å anskaffe flere mobile² plattformer og spre disse ut over et større område er vi i større grad rustet til å beskytte oss mot et angrep. Spredning av flere plattformer gjør at Norge kan reagere tidligere og kraftigere på angrep mot norske enheter og installasjoner.

Formålet med anskaffelsen er en utvidelse av luftvern, og ønsket effekt er større evne til langtrekkende ild. Ved å skape et større skjold, eller ved å ha fremskyndet mulighet til å avlevere våpen kan man i større grad opprettholde nasjonens forsvars- og tilbakeslagsevne. Det er ønskelig at dette plasseres på mobile plattformer på sjøen, da stasjonære landanlegg ikke anses å gi ønsket mobilitet. Ved å plassere luftvernssystemer på sjøgående mobile fartøyer vil man oppnå større fleksibilitet og mulighet til tidligere avlevering av våpen. Tanken er også en separasjon av sensor, effektor og beslutningstaker. En slik splittelse vil gi større vil være med på å øke ønsket fleksibilitet.

Fra figur 7 illustreres det en helt klar begrensning i hvor stort område dagens luftvernskapasiteter kan dekke. Tar man med i beregningen at ved et angrep vil det mest sannsynlig komme et stort antall missiler så er det også en stor begrensning i mengde våpen Norge har å beskytte seg med.

¹ Med volum menes mengde av våpen tilgjengelig for økt seighet og større slagkraft

² Med mobilitet menes mulighet til å flytte på enheter for å forverre fiendens operasjoner

3.1.4 Hva er ønskelig

Det er ønskelig med flere mobile sjøgående plattformer for bekjempelse av lufttrusler. Disse plattformene skal fungere som våpenbærere og virke sammen med allerede eksisterende kapasiteter i Forsvaret for å oppnå en separasjon av sensor, effektor og beslutningstaker. Plattformene vil da fungere som effektor. Stasjonære landanlegg anses å ikke gi samme mobilitet og rekkevidde. Det er ønskelig å tilstrebe en lavkostnadsløsning, der man får mye ildkraft ut ifra en rimelig kostnad.

Ved flere sjøgående plattformer øker man våpenmengden, rekkevidden samt at man får en spredning mellom verdifulle enheter. Dette skaper større fleksibilitet, som igjen skaper større handlingsrom og styrker forsvarsevnen. Flere enheter gir også flere muligheter i bruk av luftvernskapasiteten:

- 1) Skjold – Lage et luftvernskjold over større deler av et tenkt område eller skjold for en annen mobil styrke
- 2) Kraftsamling – Kraft-samle flere enheter mot en bestemt trussel-retning
- 3) Tidlig engasjement – Ved fremskutte plattformer øker man evnen til å avfyre tidlig
- 4) Dybdeforsvar – En blanding av kraftsamling og tidlig engasjement der man sørger for at fienden møter sterkere og sterkere motstand jo nærmere sitt mål han kommer

3.1.5 Hvor er dette ønskelig

Det anses som nødvendig at plattformene kan operere langs hele norskekysten, både inne i fjorder og i mer åpne farvann. De bør også kunne støtte allierte i andre deler av verden. Plattformene skal kunne operere både stasjonært og mobilt. Operasjonsområdet er illustrert i figur 8.



8 Operasjonsområdet

3.1.6 Samhandling

Konseptet er tiltenkt å virke sammen med de allerede eksisterende kapasitetene i Forsvaret, for et helhetlig forsvar mot lufttrusler. Plattformen er i all hovedsak tiltenkt som våpenbærere, mens bildebygging (sensor) og beslutningstaking er tiltenkt ivaretatt av andre enheter. Bildebygging vil foregå av stasjonære installasjoner på land, samt mobile enheter i luften (MPA, Jagerfly, AWACS etc.) og på sjøen (marinen med sine sensorer). Beslutningstaker vil være FOH, marinens operative hovedkvarter eller styrkesjef i en marinegruppe som plattformen kan virke i. Dette krever et sterkere behov for samvirke mellom nivåer (Taktisk – operasjonelt – strategisk). Et nettverksbasert konsept, slik som brukes ved dagens bakkebaserte luftvern er å foretrekke.

3.1.7 Egenbeskyttelse

Plattformen ønskes å operere i samvirke med andre allerede eksisterende enheter og egenbeskyttelse utenom nærforsvar er tiltenkt å sørges for av andre. Dette anses å være mest kostnadseffektivt. Det er tiltenkt at plattformene kan overlappe hverandre i trusler fra luften. Overlapping fra andre mobile enheter og stasjonære landanlegg er også ønskelig. Separasjon til andre enheter er et viktig punkt, men vil være utfordrende med tanke på egenbeskyttelse. Det er heller tiltenkt et missilsystem med lang rekkevidde som kan virke utover de rekkeviddene som er på eksisterende systemer.

3.1.8 Rolle

Plattformens rolle er i all hovedsak som effektbærer. Det er ikke tiltenkt at plattformen selv skal kunne operere alene. Den vil med andre ord ikke ha rolle som overvåker, mål-utvelger og beslutningstager.

3.1.9 Kontinuitet og omfang

Målet er å oppnå så god motstandsevne dette systemet at det vil anses av en fiende som for ressurskrevende i forhold til hva man oppnår ved å angripe Norge med missiler, og/eller for risikabelt og angripe med bemannede luftfartøyer. Dette gjelder også for et angrep på allierte, med Norge som en førsteforsvarer mot et alliert angrep gjennom luften. Dette bør oppnås med

kontinuerlig kapasitet på utskytning av 208 missiler, ut fra 13 plattformer, med mulighet til å mobilisere 12 ekstra plattformer á 192 missiler.

3.1.10 Aksepterte trusler

Sivile skip er ikke laget for å tåle treffere eller operere i krigssituasjoner, noe som innebærer en større risiko for tap av fartøy dersom det blir beskutt. Fartøyet er tiltenkt å brukes til sin primæroppgave, langtrekkende luftvern, og vil i en krigssituasjon være et potensielt mål for andre trusler enn fra luften. Trusler som torpedoer, kanonbeskytning, og andre våpen er trusler som skipet ikke tenkes og skulle beskytte seg mot selv, men ønskes ivaretatt av andre enheter. Dersom andre enheter ikke har mulighet til å beskytte fartøyene vil nevnte trusler være betydelige, men også aksepterte. Dette fordi fartøyene ikke skal stå til hinder for at resterende fartøy i KNM skal kunne løse sine respektive oppdrag.

3.2 Valg av våpensystem

3.2.1 Bakgrunn

Fra Operasjonskonseptet ser man at det fokuseres på to parametere når det gjelder tiltenkt nytt luftvernssystem på sjøgående fartøy:

- 1) Stor rekkevidde
- 2) Stort volum

Punkt 2 har lite å si for valg av våpensystem da dette kan oppnås ved å kjøpe nok enheter av det våpensystemet som velges. I denne delen vil derfor rekkevidde være førsteprioritet. Det vil i denne delen ikke presenteres en utredning om flere forskjellige luftvernssystemer som kan være aktuelle. Da dette raskt utvikler seg til en presentasjon av ulike våpensystem, noe denne oppgaven ikke har noen ambisjon om. Man velger derfor heller å presentere ett våpensystem og redegjøre for hvorfor valget falt på nettopp dette.

3.2.2 MK 41 VLS

MK 41 VLS er en utskytningsrampe for missiler tiltenkt til overflatefartøy og undervannsbåter. Utskytningsrampen alene er en silo bestående av en modul som inneholder missilceller (Janes, 2018). Et komplett system kan bestå av flere moduler, alt ettersom hva man ønsker og hvor mange missiler man trenger. Systemet er designet for en rekke type missiler med forskjellig formål, størrelse og rekkevidde. Det vil si at man innenfor en modul kan ha ulike missiler med ulike egenskaper, enten det er anti-luft eller anti-overflate. I Norge er dette et kjent system da det finnes på Nansen-klasse fregatt.

Utskytningsrampen finnes i 3 utgaver alt etter hvilket formål lastede missiler er tiltenkt:

- Strike – kan ta alle typer vertikalskutte missiler, opp til og med Standard Missil 6
- Tactical - kan ta alle typer vertikalskutte missiler med unntak av Tomahawk og missiler utviklet for antiballistisk-missilforsvar.
- Self Defense – er ikke lenger i utvikling, men eksisterer i dag og kan ta SeaSparrow/ESSM missiler og Aster 15

(Janes, 2018)

Spesifikasjonene for de ulike utgavene ifølge valgt kilde er som følger:

Tabell 1 MK 41 VLS spesifikasjoner (Janes, 2018)

Mk 41 Modules			
	Strike	Tactical	Self-defence
Length	3.4 m	3.4 m	3.4 m
Width	2.54 m	2.54 m	2.54 m
Height	7.7 m	6.76 m	5.31 m
Weight, empty ¹	14.5 t	13.5 t	12.16 t
Weight, loaded ²	37.4 t	34.48 t	30.15 t
Power supply requirements	440 V, 3-phase, 60 Hz (200 kW for 61-cell Strike module launcher; 29 kW for single module of Self-Defence module launcher).		
	115 V, 3-phase, 400 Hz (45 kW for 61-cell Strike module launcher; 10 kW for single module of Self-Defence module launcher)		
Notes:			
1. In the Strike version, the five-cell strike-down module is 21.28 tonnes.			
2. Loaded weights with canisters and adapters (Strike) or sills (Tactical/Self-Defence).			

Det er verdt å merke seg våpensystemets kraftforbruk på 245 kW, for en 61 celled Strike modul.

3.2.3 Standard Missil 6

Standard Missil 6 (SM6) er et langtrekkende luftvernsmissil med en rekkevidde på 370,4 km. Missilet er designet for å kunne virke mot både ballistiske missiler og kryssermisiler (Janes, 2018). SM6 missil kan skytes ut fra MK 41 VLS system og har følgende spesifikasjoner:

Tabell 2 SM6 spesifikasjoner (Janes, 2018)

	SM-6
DIMENSIONS AND WEIGHTS	
Length	
overall:	6.55 m (21 ft 5¼ in)
Diameter	
body:	343 mm (13.50 in)
Flight control surfaces	
span:	1.08 m (3 ft 6½ in) (wing)
Weight	
launch:	1,497 kg (3,300 lb)
PERFORMANCE	
Speed	
max Mach number:	3
Range	
max:	200 n miles (370.4 km; 230.2 miles) (est.)
ORDNANCE COMPONENTS	
Warhead:	115 kg (253 lb)
Guidance:	active, semi-active, radar mid-course update (with overhead sensor)

I følge Ståle Ulriksen, lærer i sjømakt og sikkerhetstudier ved Sjøkrigsskolen og forsker ved Norsk Utenrikspolitisk Institutt (NUPI) er prisen på 1 stk. SM 6 missil, 35 millioner kroner.

3.2.4 Drøfting

SM6 missil skutt ut fra en MK41 VLS utskytningsrampe (strike) er et av flere aktuelle system som kan settes på de mobile fartøyene for å tilfredsstille behov for utvidet luftvernsrekkevidde. Den betydelige rekkevidden vil være en formidabel tilvekst til de luftvernsystemene vi har i dag i form av NASAMS og ESSM-missilene på Nansen-klassen. Figur 9 synliggjør rekkevidden til SM6 mot noe av det vi har i dag på fregattene.



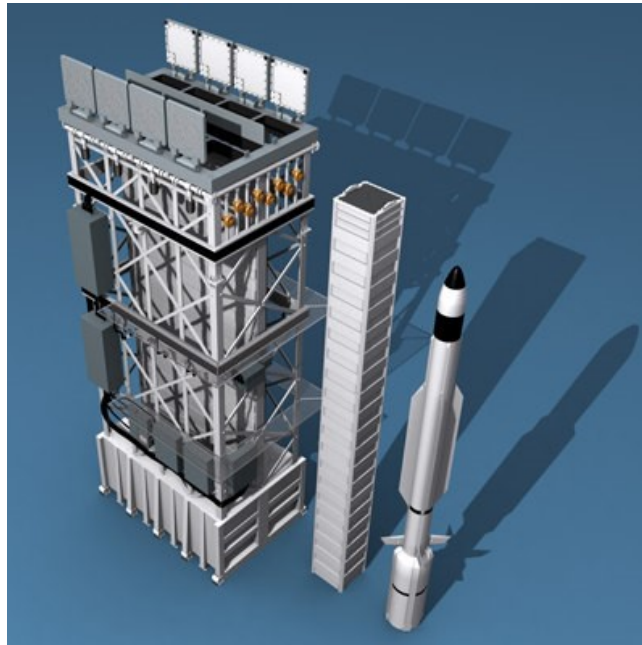
9 SM6 vs. ESSM - rekkevidde

De små ringene representerer rekkevidden til luftvernkapasiteten til marinens fem fregatter sett opp mot rekkevidden til SM6. Det er altså mulig å plassere et fartøy med SM6 missil i området langs Lofoten og man har en rekkevidde som vil dekke et område fra Trøndelag til Finnmark, inkludert deler av Sverige og havområdet i vest. Dette vil i sum være mer enn alle de norske fregattene med sine missil klarer å dekke til sammen.

En annen fordel med MK41 er at det er et system vi kjenner fra før og har erfaring med. Det samme kan ikke sies om SM6, men våre allierte har erfaring med denne gjennom flere vellykkede tester (US Navy, 2016). MK41 systemet gir også muligheten til å bruke flere typer missiler om man skulle ønske dette, og dermed gjøre tiltenkte fartøy til multirolleenheter.

Det som taler imot et slikt våpensystem er kostnadene. 35 millioner kroner per missil er en betydelig pris med tanke på at man må ha et høyt antall for å dekke behovet vedrørende volum. Alternativt kan man gå for en rimeligere SM variant, men som vil gå ut over rekkevidden. Man må også påregne en del ombyggingskostnader da MK41 systemet bør integreres i selve fartøyet. Dette i motsetning til andre våpensystem som kan settes direkte på akterdekket, med tilhørende mindre ombygging.

Grunnen til at denne oppgaven tar for seg MK41 VLS og SM6 er fordi det etter samtaler med N10 SST ble oppfordret til å fokusere på ytelse over kostnad ved valg av våpensystem. Dessuten anses dette våpensystemet som en av de kraftigere på markedet, og resultater redegjort for i oppgaven kan dermed være et maksimalt ytterpunkt for bruk senere. Dette fordi det er rimelig å anta at våpensystem av mindre dimensjoner også kan favnes av resultater gjort i denne oppgaven.



10 VLS MK41 (Turbosquid, 2008)

3.3 Valg av segment

3.3.1 Bakgrunn

Hensikten med konseptet er å kjøpe et allerede eksisterende fartøy for deretter å gjøre mindre, men nødvendig ombygging for derigjennom å kunne løse oppdrag som bærer av et langtrekkende luftvernssystem. Dette skal tilstrebes å gjøres på billigst mulig måte, en såkalt lavkostnadsløsning. Når man søker å kjøpe et allerede eksisterende produkt, er det hensiktsmessig å skaffe seg et overblikk på hva som faktisk finnes på markedet. Dette gjør at man får en oversikt på hvilke fartøy man kan anse som aktuelle, tilgjengeligheten på fartøyene og hva man må forvente å betale. I kravspesifikasjonen stilles det en rekke krav til tekniske egenskaper for fartøy som skal anskaffes. Det er derfor hensiktsmessig å se på hvilke typer segment som i utgangspunktet kan være aktuelle for å oppfylle disse kravene, uten at man ser på et spesifikt fartøy.

3.3.2 Aktuelle fartøy

Fartøy brukt innen oljebransjen peker seg raskt ut som aktuelle anskaffelser av flere grunner:

- Stor dekksplass på akterdekk og stor lastekapasitet
- Laget for å operere i det aktuelle operasjonsområde
- Høy tilgjengelighet, som følge av lav aktivitet i oljebransjen.
- Robuste
- Bredt utvalg

3.3.3 Tilgjengelighet

Søk i opplagsregisteret på Sysla Maritim gjør at man kan se ulike fartøys status (Sysla, 2018). Dette bekrefter antakelsen vedrørende høy tilgjengelighet for skip tilknyttet olje- og offshorebransjen. Totalt vise opplagsregisteret pr. 02.04.2018 følgende oversikt:

Tabell 3 Oversikt fartøy (Sysla, 2018)

Type skip	Antall
Subsea	24
Brønnintervensjon	3
Seismikk	33
PSV	123
AHTS	74
Flerbruksskip	15
Beredskap	6

Størsteparten av skipene er altså innenfor kategoriene PSV (Platform Supply Vessel) og AHTS (Anchor Handling Tug Supply). Disse utgjør litt over 70% av antall skip i registeret på den aktuelle datoen.

3.3.4 PSV og AHTS

PSV er designet hovedsakelig for transport av last og forsyninger til og fra oljeplattformer, og kan sees på som en lastebil på vannet. AHTS har som hovedoppgave å taue samt ankre opp oljeplattformer og ellers fungere som PSV. AHTS er med andre ord mer avanserte, tyngre og kraftigere, har en stor maskinpakke og gjerne en stor slepe/ankerhåndterings-vinsj. For å kunne løse sine respektive oppdrag er de designet på en måte som gjør at det tåler stor lastekapasitet og har forutsetninger for å operere i tøffe klimatiske forhold. Dette gjør at er aktuelle som våpenbærere i en militær kontekst.

Fartøyene er ofte bygget på bestilling fra store selskap som bl.a. Statoil og Shell for derigjennom å kunne løse forskjellige oppdrag i offshorebransjen. Selv om det er individuelle forskjeller på fartøyene innenfor disse segmentene er det flere fellesnevnerer som god lastekapasitet, stort dekkareal og lite eller ingen utstyr påmontert fra før. Dette skiller dem fra for eksempel Subsea fartøy og seismikkfartøy der det ofte er påmontert ganske mye utstyr for at de skal kunne løse sine oppdrag. Dette gjør PSV- og AHTS-fartøyene er mer aktuelle å anskaffe, enn mer avanserte fartøyer. Minimal ombygging kombinert med god lastekapasitet, sjødyktighet og utholdenhet gjør at PSV og AHTS fartøy fremstår som de mest aktuelle å anskaffe til bruk som våpenbærer for marinen.

Ved å spisse søket i opplagsregisteret kan man se status på de ulike fartøyene innenfor disse to segmentene:

Tabell 4 Status PSV og AHTS (Sysla, 2018)

Segment	I opplag	Ut av opplag	Solgt fra opplag
PSV	63	34	20
AHTS	38	17	10

I tillegg har noen få skip annen status enn disse tre, men disse tre kategoriene dekker de fleste skipene innenfor segmentene PSV og AHTS som vi har i Norge, sammenlignet med tabell 3. Som følge av lav aktivitet i oljebransjen ser man at over halvparten av skipene innenfor begge segmentene ligger i opplag.

Av disse to segmentene er det PSV fartøy som skiller seg ut som den mest aktuelle. Dette skyldes at de er mindre avanserte, de har ikke like stor maskinpakke og ingen slepe/ankerhåndterings-vinsj. Dette er utstyr og egenskaper som ikke er nødvendig i påtenkt bruk av fartøyet og vil dermed utgjøre en større investeringskostnad som man får lite igjen for. Dessuten er det flere PSV fartøy i opplag som gjør at tilgjengeligheten anses som større.

3.3.5 Drøfting

PSV er fartøy som kan tenkes å tilfredsstillere kravspesifikasjonen fra et overordnet synspunkt. Det er på grunnlag av den gode lastekapasiteten, overskuddet på dekkareal, robustheten og at de er konstruert for å operere i et område tilsvarende operasjonsområdet. Videre er markedet på dette tidspunkt gunstig med tanke på at det er mange skip som ligger i opplag og kan dermed antas å være tilgjengelige for kjøp. For å vurdere nøyaktig om slike skip tilfredsstiller kravspesifikasjonen er det nødvendig å se på hvert enkelt fartøy for seg selv og vurdere det opp mot hvert enkelt punkt i kravspesifikasjonen. Dette gjøres i del fire.

4 Teknisk spesifikasjon

4.1 Stabilitet

4.1.1 Bakgrunn

- 1.1.1 – Fartøyet må oppfylle krav stilt til deksareal, lastevolum og vekt beskrevet i krav 3.1.1, 3.1.2 og 3.1.3.*
- 3.1.1 – Fartøyet må ha et overskudd på deksareal på 9m².*
- 3.1.2 – Fartøyet må kunne laste et volum på 46m³.*
- 3.1.3 – Fartøyet må kunne laste en total vekt på 52,95 tonn.*

På bakgrunn av kravspesifikasjon punkt 1.1.1, 3.1.1, 3.1.2 og 3.1.3, er det nødvendig å se på stabiliteten til Normand Arctic. Hensikten er å se hvordan skipet påvirkes når det valgte våpensystemet plasseres om bord og om det faktisk er noe som lar seg gjøre med tanke på stabilitet når fartøyet ligger i sjøen og hvordan stabiliteten til skipet påvirkes ved avfiring av ett eller flere missiler.

4.1.2 Vektregnskap

For å kunne si noe om stabiliteten til fartøyet ved implementering av nytt våpensystem, er det hensiktsmessig å sette opp et vektregnskap. Dette er blitt gjort med utgangspunkt i informasjon funnet i stabilitetshåndboka (STX, 2011) og ved å studere GA-tegningene (KILDE GA). Plassering av nye vekter er basert på vurdering gjort av mannskap i maskindetaljen om bord på Normand Arctic (Intervju).

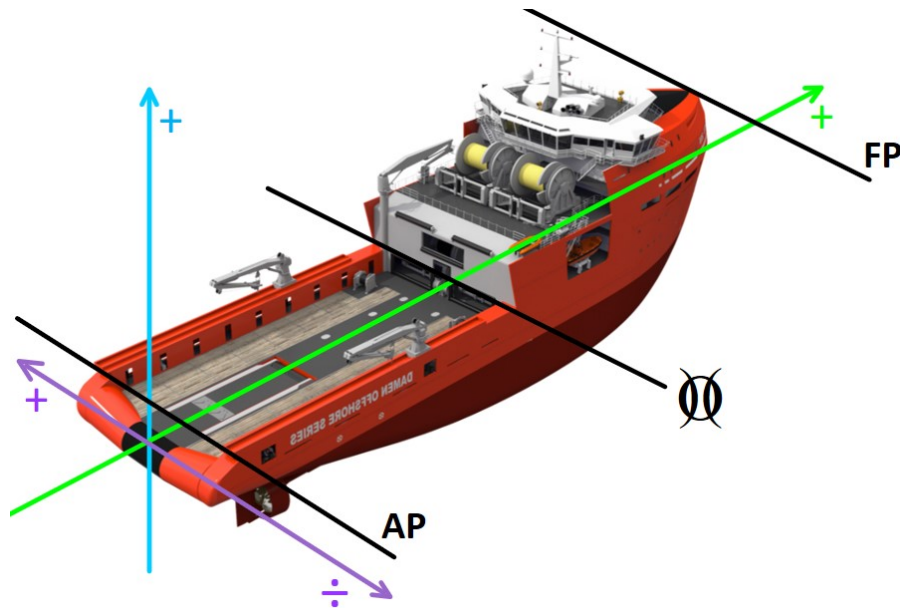
4.1.3 Stabilitetshåndboka

I denne finner man blant annet referansesystemet gitt for stabilitetsberegningene, data om samtlige tanker, hydrostatiske data for forskjellige lastekondisjoner og krav til stabilitet gitt av IMO og SOLAS.

Referansesystemet som brukes i stabilitetshåndboka er følgende:

- LCG referer til aktre perpendikulær og har positiv retning forover.
- TCG referer til senterlinjen og har positiv retning mot babord.
- VCG referer til baseline og har positiv retning oppover.

(STX, 2011, 4-1)



11 Referansesystem Stabilitetshåndboka

Innenfor skipsdesign finnes det flere forskjellige måter å referere til skipets tyngdepunkter på. Det er derfor svært viktig å merke seg hvordan referansesystemet er satt opp for hvert enkelt skip slik at man finner riktig plassering av tyngdepunktet. Et eksempel kan være at LCG refererer til nullkryss og ikke aktre perpendikulær. +30m vil være svært forskjellig plassering i skipet dersom man bruker det ene referansesystemet i forhold til det andre.

Videre finner vi i stabilitetshåndbokas kapittel 14, krav til skipets minste lovlige GM og maksimal lovlige KG (STX, 2011, 14-1 til 14-8). Her finner man også kravene gitt fra IMO og SOLAS, for forskjellig dypgang og forskjellig trim.

4.1.4 Plassering av våpensystem

Normand Arctic har et dekkareal på 1000m^2 , noe som gir mange muligheter for plassering av våpensystemet (Solstad, 2011). Vektene ønskes å plasseres lavt og sentralt for å gjøre fartøyet mest mulig stabilt. Ved avfiring av missiler vil det være en relativt stor kraft som påføres fartøyet og det er derfor hensiktsmessig å plassere utskytningsrampen sentralt i fartøyet. Anbefaling fra 1. Maskinist ombord er å fjerne skipets sementtanker (4 stk) og erstatte disse med våpensystemet. Dette begrunnes med følgende:

- Sementtankene står fritt opplagret og det vil være lite kostnadskrevende å ta ut disse
- Plassering av sementtankene er relativt sentralt i skipet og vil derfor være gunstig med tanke på fartøyets stabilitet

- Det er ingen over- eller omkringliggende rørsystemer (kjølevann, drivstoff og smøreolje) eller andre ting som har direkte innvirkning på kritiske komponenter. En rekonfigurasjon av slike systemer medfører ekstra kostnader.
- Tankene er plassert langt nok bak på dekk til å være utenfor gnistfri sone, som følge av LNG tank i forskipet.

4.1.5 Valg av lastekondisjon

Stabilitetsberegningene i vektregnskapet tar utgangspunkt i den lastekondisjonen fra stabilitetshåndboka som anses å være mest lik en lastekondisjon aktuell for skipet som våpenbærer. Lastekondisjonen LC03 «Ballast departure» beskriver skipets stabilitet ved avgang, med fulle ballasttanker, fulle drivstofftanker og uten noen last på akterdekket (STX, 2011, 16-37). Dette er en lastekondisjon som kan anses å være veldig generell, og kan tenkes å tilsvare fartøyet lastet med våpen, i det det skal ut i operasjon. Forskjellen vil være å ta bort noen vekter (i form av tanker) for å gi rom til våpensystem, og deretter laste på våpensystemet som nye vekter.

Ut ifra gitt lastekondisjon, «Ballast Departure» har man sett på 2 ulike last-eksempler:

EKSEMPEL 1:

Ballast Departure inkludert 8 VLS moduler, ekstra missiler og kran

Dette eksempelet illustrer fartøyets lastekapasitet. Her er det medregnet integrasjon av 8 stk MK41 VLS moduler bestående av 8 celler hver. Dette tilsvarer 64 fyringsklare missiler. I tillegg ble det lagt på 32 ekstra missiler (16 Styrbord og 16 Babord) som kan nyttes til å lade om med. For å kunne foreta omladning selvstendig ble det i eksempelet medregnet en kran, for å oppfylle kravspesifikasjonens punkt 4.1.1. 64 missiler er i overkant av hva som er fornuftig å laste på, men resultatet vil gi en god indikasjon på fartøyets lastekapasitet.

EKSEMPEL 2:

Ballast Departure inkludert 2 VLS moduler

Dette er et mer reelt lasteeksempel. Her er det medregnet integrasjon av 2 stk MK41 VLS moduler bestående av 8 celler hver. Dette tilsvarer 16 fyringsklare missiler.

4.1.6 Avfyring av missiler

Under avfyringen av missiler er det interessant å se på hvor stor vekt hvert missil utgjør i avfyringsøyeblikket og hvor stor innvirkning dette har på stabilitet og dypgang. Videre sees det på hvor stor krengevinkel som kan oppstå som følge av avfyring og skipets evne til selvoppretting ved hjelp av GZ-kurver.

For å kunne beskrive dette best mulig er det i vektregnskapet laget følgende avfyrings-eksempler:

EKSEMPEL 3:

Ballast Departure inkludert 8 VLS moduler, ekstra missiler, kran og avfyring av 32 missiler på babord side.

I dette lasteksempelet vil samtlige 32 missiler som ligger på babord side av senterlinjen avfyres samtidig. Dette for å illustrere størst mulig kregende moment våpensystemet kan påføre skipet.

EKSEMPEL 4:

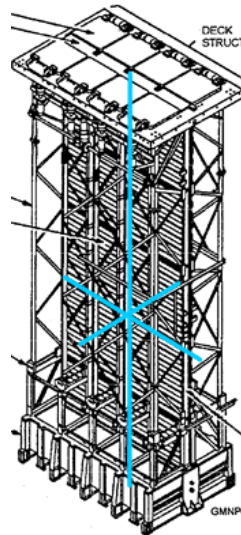
Ballast Departure inkludert 8 VLS moduler, ekstra missiler, kran og avfyring 64 missiler.

Dette lasteksempelet tar utgangspunkt i at samtlige 64 missiler blir avfyrt på samme tid. Dette for å belyse den største kraften våpensystemet kan påføre skipet.

Flere lasteksempler er laget i vektregnskapet, men blir ikke tatt med i oppgaven.

4.1.7 Antagelser

I forbindelse med fjerning av vekter, i form av tanker, er det blitt gjort noen antagelser. Da det ikke finnes data på sementtankenes volum, er utregning av sementtankenes egenvekt gjort på bakgrunn av høyde og diameter gitt i stabilitetshåndboka. Veggtykkelse på tankene er ikke oppgitt, og er antatt å være 2cm. Utregning av indre og ytre volum er basert på at tankene er sylinderformet. Volumet på tankene er derfor overdimensjonert, og resulterer i en høyere vekt enn det som faktisk er reelt. Det er tatt utgangspunkt i at tankene er laget av rustfritt stål med en tetthet på $8,03 \text{ g/cm}^3$.



12 LCG/TCG/VCG (Alternate waters, 2018)

En annen antagelse som er gjort er bestemmelse av tyngdepunkt til vektene som lastes på. Data for VLS systemet angir kun total vekt, høyde, bredde og lengde. VLS systemet blir sett på som en boks, og vertikalt tyngdepunkt (VCG) antas å ligge litt under senter. Dette begrunnes med at etter å ha studert bilde av utskytningsrampen (FIGUR 12) ser det ut som at modulen er tyngre i bunn enn på toppen. I horisontal retning antar man at vekten er fordelt homogent i både langskips og tverrskips retning. Det er derfor rimelig å anta at både langskips- og tverrskipstyngepunkt (LCG & TCG) ligger i sentrum av boksen.

I forbindelse med utregninger av missilenes påførte kraft under utskyting er det også blitt gjort noen antagelser. Utregningene av krefter tar utgangspunkt i at missilet når toppfart etter 10 sekunder. Akselerasjon antas å være konstant frem til missilet når toppfarten. Luftmotstand har man valgt å neglisjere i beregningene.

Vurdering av antagelsenenes påvirkning for resultatet er beskrevet i 4.1.9.

10.1.8 Resultat

Sammenligning av de to lasteeksemplene gir ganske like resultater og er vist i tabell 5

Tabell 5 Stabilitet

	Ballast departure	EKSEMPEL 1	EKSEMPEL 2
LCG	42,16m	41,68m	42,09m
TCG	0m	0,05m	0,004m
VCG over BL	7,44m	7,29m	7,388m
GM (0 trim)	2,78	2,88m	2,85m
Lettvekt	3819,6t	3819,6t	3819,6t
Dødvekt	2875,1t	3069,51t	2829,75t
DeplACEMENT	6694,7t	6889,11t	6649,35t

Sammenlikning av resultatene av de to eksemplene opp mot de lovlige verdiene av GM (Metasenterhøyde) og KG (VCG – vertikalt tyngdepunkts høyde over kjølen) viser at ved gitt losse/laste operasjon er man godt innenfor det som er påkrevd av IMO og SOLAS.

Tabell 6 viser resultatene for EKSEMPEL 1, med 0 trim.

Tabell 6 EKSEMPEL 1 IMO/SOLAS

0 trim (T=5,6m)					
Krav		Krav	GM/KG	Differanse	godkjent
		m	m	m	
Minste lovlige GM			0,32	2,88	2,56 ja
Maksimal KG			9,85	7,29	2,56 ja
Minste lovlige GM for SOLAS			1,66	2,88	1,22 ja
Maksimal KG for SOLAS			8,52	7,29	1,22 ja

Tabell 7 viser resultatene for EKSEMPEL 2, med 0 trim.

Tabell 7 EKSEMPEL 2 IMO/SOLAS

0 trim (T=5,6m)					
Krav		Krav	GM/KG	Differanse	godkjent
		m	m	m	
Minste lovlige GM			0,32	2,88	2,56 ja
Maksimal KG			9,85	7,29	2,56 ja
Minste lovlige GM for SOLAS			1,66	2,88	1,22 ja
Maksimal KG for SOLAS			8,52	7,29	1,22 ja

Beregninger av missilets påførte kraft er gjort på følgende måte.

$$w_{\text{missil}} = 1500\text{kg}$$

$$V_0 = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$V_{\text{max}} = 1029 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\Delta t = 10\text{s}$$

$$a_{\text{missil}} = \frac{V_{\text{max}} - V_0}{\Delta t} = 102,9 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$R = w_{\text{missil}} * a_{\text{missil}} = 154,35 \text{ kN}$$

$$F_g = w_{\text{missil}} * g = 14,72 \text{ kN}$$

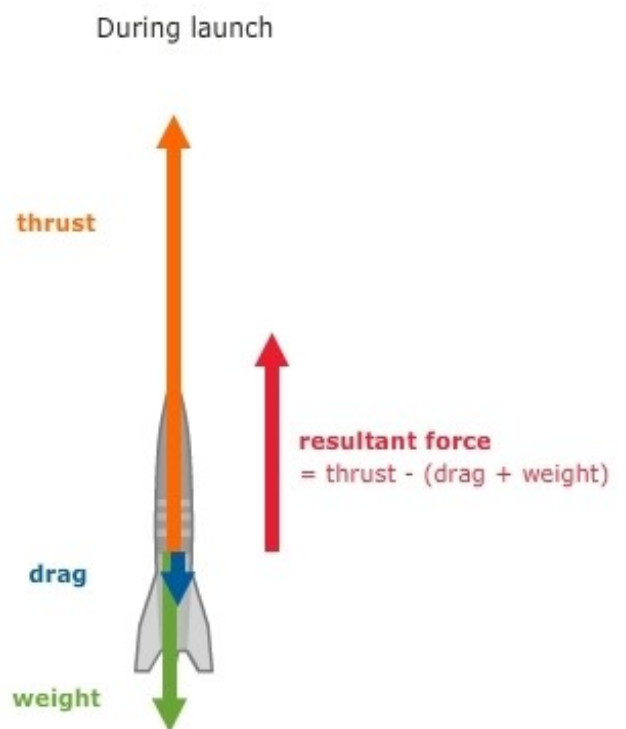
$$F_{\text{Thrust}} = R - F_g = 169,1 \text{ kN}$$

$$w_{\text{ekvivalent}} = \frac{F_{\text{Thrust}}}{g} = 17,2\text{tonn}$$

$$s = 14\text{m}$$

$$s = \frac{a * t^2}{2} \rightarrow t = \sqrt{\frac{2 * s}{a}}$$

$$t_{14\text{m}} = 0,52\text{s}$$



13 MISSIL (Science Learning Hub, 2018)

Resultatet viser at kraften ett missil påfører fartøyet tilsvarer 17,2 tonn i avfyriingsøyeblikket og at missilet vil bruke rett i overkant av et halvt sekund på å forflytte seg 14 meter. Dette gir videre følgende resultater med tanke på deplasement og tyngdepunkt for skipet under forskjellige last- og avfyringseksempler.

Tabell 8 EKSEMPEL 1

Totaloversikt vekter	Vekt	LCG	TCG	VCG	Vekt * LCG	Vekt * TCG	Vekt * VCG
	t	m	m	m			
Stålvakt	3819,6	47,65	0	7,85	182003,94	0	29983,86
Dødvekt	3069,51	34,25	0,12	6,6	105140,89	366,53	20271,65
Sum	6889,11	41,68	0,05	7,29	287144,83	366,53	50255,51

Tabell 9 EKSEMPEL 3

Totaloversikt vekter	Vekt	LCG	TCG	VCG	Vekt * LCG	Vekt * TCG	Vekt * VCG
	t	m	m	m			
Stålvakt	3819,6	47,65	0	7,85	182003,94	0	29983,86
Dødvekt	3619,91	33,72	0,36	5,69	122075,03	1302,21	20601,89
Sum	7439,51	40,87	0,18	6,8	304078,97	1302,21	50585,75

Tabell 10 EKSEMPEL 4

Totaloversikt vekter	Vekt	LCG	TCG	VCG	Vekt * LCG	Vekt * TCG	Vekt * VCG
	t	m	m	m			
Stålvakt	3819,6	47,65	0	7,85	182003,94	0	29983,86
Dødvekt	4170,31	33,33	0,09	5,02	139009,17	366,53	20932,13
Sum	7989,91	40,18	0,05	6,37	321013,11	366,53	50915,99

Beregninger av krengevinkel i EKSEMPEL 3, er funnet på følgende måte:

Ved bruk av formel for krengevinkel ved små vinkler:

$$w * t = GM * \Delta * \tan \varphi$$

Verdier for w - massen til vekten, t – vektens avstand fra senterlinjen, GM og Δ finnes i vektregnskapet:

$$w = 550,4 \text{ tonn}$$

$$t = 1,4 \text{ m}$$

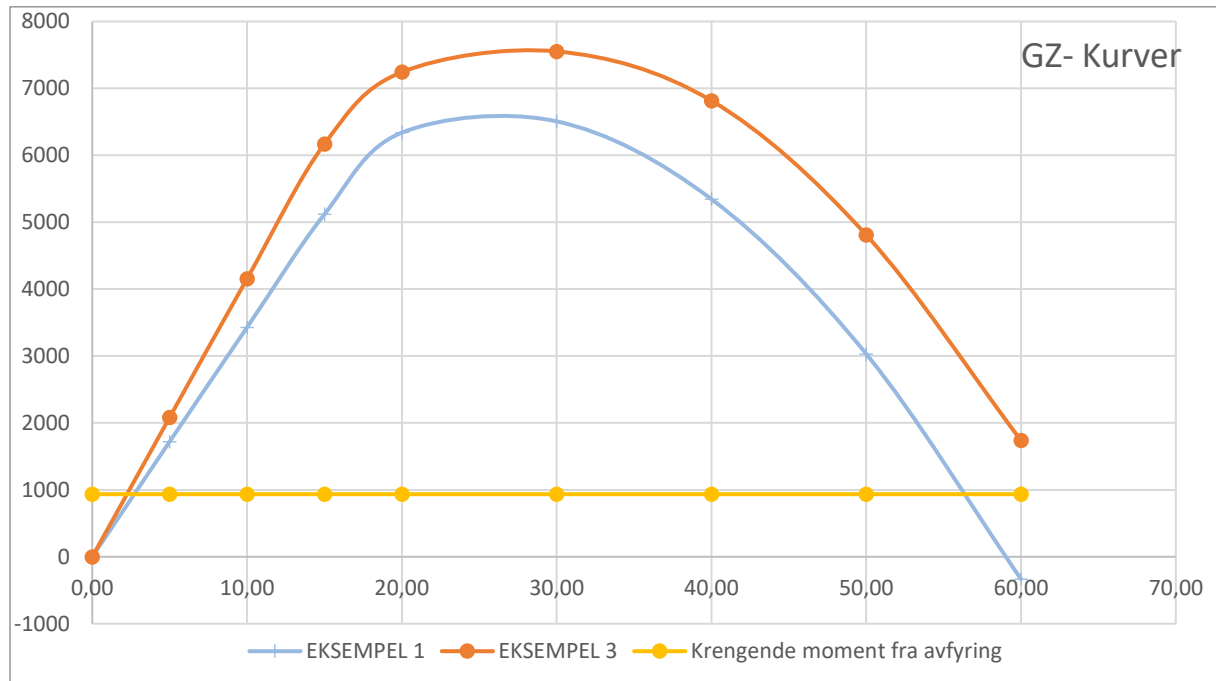
$$GM = 3,23 \text{ m}$$

$$\Delta = 7439,51 \text{ tonn}$$

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{550,4 * 1,4}{3,23 * 7439,51} \right) = 2,23^\circ$$

Resultatet viser at man i EKSEMPEL 3 får en krengevinkel på 2,23° mot babord side.

Grafen under viser GZ-kurven til EKSEMPEL 3 og EKSEMPEL 1. Her ser vi at toppunktet til GZ-kurven for EKSEMPEL 3 er høyere enn GZ-kurven til EKSEMPEL 1. Den gule funksjonen viser hvor stort kregende moment som påføres skipet under EKSEMPEL 3.



14 GZ-KURVE

10.1.9 Usikkerhet og feilkilder:

På bakgrunn av det enorme overskuddet på lastekapasitet og resultatene av vektregnskapet, så er det ikke lagt inn noen ekstra marginer for usikkerhet. En ombygging og implementering av nytt materiell ombord kan en del ekstra vektor lett overses i en ombygging. Eksempler på ekstra vektorer som ville utgjort en usikkerhet er ny mast, soning og EME/EMC tiltak. Dette er vektorer som bør plasseres høyt i skipet, og dermed kunne hatt innvirkning på stabiliteten, men som neglisjeres fordi faktisk vekt og størrelse på slike ting er omfattende å kartlegge. Da informasjon om slike komponenter er vanskelig å få tak i. Det i tilknytning til våpensystemet medfølge en datapakke som tilfører en ekstra vekt. Denne er neglisjert i vektregnskapet fordi den er såpass liten at den kan antas å ha liten innvirkning skipet tyngdepunkt.

Feilkilder knyttet til stabilitet

- Målefeil
- Ikke tatt med usikkerhet knyttet til ekstra marginer
- Antakelser rundt vekt til sementtanker og vertikalt tyngdepunkt til utskytningsrampe og missiler

Basert på skipets lastekapasitet antas det at feilmarginen som feilkildene utgjør har lite å si for resultatet av vektregnskapet.

Det er ikke tatt høyde for korreksjon av GM i forhold til fri væskeoverflate, som vil medføre en endring i GM. Grunnen til dette er at kravene fra IMO og SOLAS heller ikke er relatert til fri væskeoverflate.

4.1.10 Drøfting:

4.1.10.1 OMBYGGING

Resultatene fra vektregnskapet viser relativt like verdier i LCG, TCG, VCG og GM for lasteksemplene i tabell 5. Selv etter å ha lastet 200 tonn, gjennom EKSEMPEL 1, er det svært få endringer i skipets tyngdepunkt. Resultatene kan også sies å være forventet i og med at skipets totale lastekapasitet på akterdekk oppgis til å være 2000 tonn (SolstadFarstad, 2011). En lasting som utgjør 10% av akterdekkets maksimale lastekapasitet gir, som man ser i resultatene, liten endring i skipets KG og GM i forhold til valgt lastekondisjon. Spesielt ikke når vektene er lastet på i senter både midtskips og langskips, samt plassert dypt i fartøyet. I EKSEMPEL 2 vil skipet være lettere enn det som er beskrevet lastekondisjon i stabilitetshåndboka. Man ser ut i fra resultatene at dette heller ikke påvirker skipets KG og GM nevneverdig. KG og GM verdier i EKSEMPEL 1 og 2 viser at etter lasting av våpensystem er skipet fortsatt innenfor kravene gitt av IMO og SOLAS.

4.1.10.2 LASTEKONDISJONER

Basert på beregningene i vektregnskapet er resultatene for EKSEMPEL 1 og 2 svært like «Ballast Departure» som beskrevet i stabilitetshåndboka. Man kan derfor med god grunn anta at resultatene også vil være relativt like om man utfører samme laste/losse operasjon, men for en annen lastekondisjon hentet fra stabilitetshåndboka. På bakgrunn av denne antakelsen kan

man si at lastekondisjonen «Ballast Arrival» hvor fartøyet har forbrukt en god del drivstoff, også vil være relativ lik om man setter på våpensystemet. Det samme med lastekondisjonen «Ballast Departure – With Ice» og «Ballast Arrival – With Ice». Disse «With Ice»-kondisjonene er like som de to andre bortsett fra at det er lagt på 98 tonn is, med et tyngdepunkt litt over midtskips i lengderetning og med et vertikalt tyngdepunkt 12,62m over BL (Base Line). Dette er relevante lastekondisjoner da fartøyet vil operere langs norskekysten, noe som innebærer stor sannsynlighet for oppsamling av is og snø på fartøyet.

4.1.10.3 MISSILAVFYRING

Ett missil under avfiring tilsvarer en vekt på 17,2 tonn. Dette er 11,5 ganger så stor vekt som ett missil alene. Ettersom missilet skytes ut og forlater cellen (og fartøyet) vil påvirkningen fra denne vekten minske. Tiden det tar for missilet til det er 7m over akterdekk på skipet er som vist 0,52 sekunder. Man kan da anta at skyvkraften til missilet ikke lenger påvirker skipet.

Resultatene viste at utenom selve deplasementet var det lite endring i langskips og tverrskips tyngdepunkt mellom EKSEMPEL 1 og EKSEMPEL 4. Størst utslag får man på vertikalt tyngdepunkt da vekten til de avfyrte missilene regnes å ha et lavere tyngdepunkt en ett missil som er ladet i VLS-modulen.

4.1.10.4 KRENGING

I EKSEMPEL 3 ser vi at ved avfiring tilsvarer missilene en ekstra vekt på 550,4 tonn. Dette vil påvirke både krengevinkel og dypgang da tverrskips tyngdepunkt er 1,4 meter babord for senterlinjen. I sum med alle andre vekter får dødvekten til skipet et kregende moment på 1302,21 Tm. Ser man videre på EKSEMPEL 4, hvor samtlige 64 missiler blir skutt samtidig, tilsvarer missilavfiringen 1100,8 tonn. Denne vekten har imidlertid tyngdepunkt på senterlinjen og vil ikke gi noe ekstra tilført kregende moment i forhold til situasjonen uten avfiring.

Med en krengevinkel på $2,23^\circ$ er dette godt innenfor hva skipet skal kunne tåle. I vektregnskapet er GZ-kurver blitt bergnet ut fra data gitt i stabilitetshåndboka og verdier beregnet i vektregnskapet. I GZ-diagrammet som er vist under resultater, indikeres det at stabiliteten i EKSEMPEL 3 faktisk er bedre enn i EKSEMPEL 1, da arealet under kurven er større. Ut fra beregninger og GZ-kurver kan man gå ut i fra at skipet ikke vil ha noe problem med å rette seg opp til likevektsposisjon etter avfiringen av missiler.

Ut fra vektregnskapet ser vi også at i EKSEMPEL 4 får skipet en dypgang på 6,2m dersom man fyrer av alle 64 missiler samtidig. Dette er 0,6m større dypgang enn i EKSEMPEL 1 som tilsvarer skipet før avfiringen. I en videre studie bør man vurdere å se på skipets styrke i forhold til denne belastningen.

4.1.11 Sammenlikning med kravspesifikasjon

Lastekapasiteten til NA oppfylder tydelig kravene i beskrevet i 1.1.1, 3.1.1, 3.1.2 og 3.1.3 i kravspesifikasjonen både når det gjelder eksempel 1 og 3. Skipet har et totalt dekkareal på 1000m^2 , noe som gir et betydelig arealoverskudd i forhold til det som kreves for å sette på valgt våpensystem. I tillegg benytter man bare en liten prosentandel av det den faktiske lastekapasiteten som skipet er bygd for å tåle. Resultatene for GM og KG er godt innenfor de kravene satt av IMO og SOLAS. Disse resultatene var det man kunne forvente med tanke på at skipet har 2000 tonn lastekapasitet på akterdekket. Grunnen til at vektregnskap likevel ble gjennomført er at man da har et faktisk tall å forholde seg til som direkte angår stabilitet.

4.2 Kraftproduksjon

4.2.1 Bakgrunn

1.1.1 – Fartøyet må kunne ha et kraftoverskudd på 268kW.

BEMERKNING - Da kraftforbruket til 64-celles VLS-modul er ikke oppgitt, er kravet beregnet ut fra forbruket til en 61-celles modul med en antagelse om at hver celle trekker like mye (Janes, 2018)

På bakgrunn av kravspesifikasjon 1.1.2, må fartøyet ha et kraftoverskudd på 268kW for å kunne operere våpensystemene. For å undersøke om NA tilfredsstiller dette kravet ble det satt opp et kraftregnskap. Hensikten er å kartlegge om NA har et tilstrekkelig kraftoverskudd til å utføre tiltenkt oppdrag.

4.2.2 Kraftforbruk:

Kraftregnskapet tar for seg kraftforbruket til et fartøy som tilsvarende last-eksempel EKSEMPEL 1, beskrevet i kapittel 4.1 – Stabilitet.

For å kartlegge de største forbrukerne til skipet er det satt opp et kraftregnskap. Effekten til forskjellig forbrukere ble hentet fra teknisk datablad tilsendt fra SolstadFarstad (SolstadFarstad, 2011). Mannskapet om bord kunne også bekrefte at de fleste dataene på fra dokumentet stemte. Det ble imidlertid sagt at akter- og baugthrusterne hadde blitt nedjustert fra 880kW til 765kW. I kraftregnskapet er det selvsagt også lagt til VLS-cellenes forbruk samt kraftforbruk til dekkskranen (Janes, 2018) (Rolls-Royce, 2015). Det ble også satt opp forskjellige driftskondisjoner for å regulere kraftforbruket ved forskjellige scenarioer. Kraftregnskapet for hver driftskondisjon (MODE) er vurdert opp mot et «worst case» scenario med tanke på vær, vind og sjø.

4.2.2.1 MODE 0, Eksempel:

Den tar for seg et scenario hvor alle de store forbrukerne er i gang. Denne modusen er kun beskrevet for å synliggjøre kraftforbruket når alle systemer kjøres for fullt.

4.2.2.2 MODE 1, Transitt:

Denne modusen tar for seg kraftforbruket under transitt. Det er hovedsakelig fremdriftsmaskineriet som går da det ikke er noe behov for thrustere under vanlig transitt.

4.2.2.3 MODE 2, Standby:

MODE 2 beskriver forbruket til skipet, mens det ligger i en gitt posisjon og venter på ordre om avfiring. I denne modusen er hovedforbrukerne thrustere, fremdriftsmaskineri og kran. Denne driftsmodusen vil være svært lik som den skipet originalt var designet for.

4.2.2.4 MODE 3, Fight:

MODE 3 er skipets kampmodus. Det er her det utfører sin primæroppgave, å avfyre mot fiendtlige mål. Kraftregnskapet for MODE 3 tar utgangspunkt i at skipet ligger i ro ved avfiring, selv om dette ikke er en begrensning for våpensystemet. Forskjellen mellom MODE 2 og MODE 3 er at forbruket til kranen byttes ut med VLS.

4.2.2.5 Antagelser og begrensinger:

De forskjellige driftskondisjonene tar kun for seg de største forbrukerne på fartøyet. Kraftregnskapet regner ikke med forbruk til navigasjon- og kommunikasjonsutstyr, sensorer, pumper, separatorer eller andre forbrukere tilknyttet thrustere, fremdrifts- og hovedmaskineri. Den generelle hotelldriften av skipet er heller ikke tatt med i regnskapet. Resultatene fra kraftregnskapet må da anses å være noe lavere enn det reelle forbruket fartøyet har i den gitte driftskondisjonen.

4.2.3 Resultater

Tabell 11 MODE 0

Beskrivelse	Produsenter/Forbrukere	Antall	kW	%	Tot. kW
Dieselgenerator	Wartsila 34DF	3	2610	100	7830
Fremdriftsmaskineri	Elmotorer	2	-2200	100	-4400
Bauthruster	Tunell thrusters	2	-765	100	-1530
Akterthruster	Tunell thrusters	2	-765	100	-1530
Azimuth Thruster	Retractable thruster	1	-880	100	-880
MK 41 VLS	64 celler modul	1	-268	100	-268
Dekkskran	Rolls-RoycePSV Crane 100 Tm	1	-130	100	-130
	SUM				-908
Påkrevd kraftproduksjon fra generator (% og kW)				111,60	8738

Tabell 11 ovenfor viser kraftregnskapet for MODE 0. Her går samtlige forbrukere for 100%. Vi registrerer et kraftunderskudd på 908kW.

Tabell 12 MODE 1

Beskrivelse	Produsenter/Forbrukere	Antall	kW	%	Tot. kW
Dieselgenerator	Wartsila 34DF	3	2610	100	7830
Fremdriftsmaskineri	Elmotorer	2	-2200	100	-4400
Bauthruster	Tunell thrusters	2	-765	0	0
Akterthruster	Tunell thrusters	2	-765	0	0
Azimuth Thruster	Retractable thruster	1	-880	0	0
MK 41 VLS	64 celler modul	1	-268	0	0
Dekkskran	Rolls-RoycePSV Crane 100 Tm	1	-130	0	0
	SUM				3430
Påkrevd kraftproduksjon fra generator (% og kW)				56,19	4400

Kraftregnskapet ovenfor viser produsenter og forbrukere ved MODE 1, transitt. Vi registrerer at med hovedmaskineri som går ved 100% har vi et kraftoverskudd på 3430 kW.

Tabell 13 MODE 2

Beskrivelse	Produsenter/Forbrukere	Antall	kW	%	Tot. kW
Dieselgenerator	Wartsila 34DF	3	2610	100	7830
Fremdriftsmaskineri	Elmotorer	2	-2200	75	-3300
Bauthruster	Tunell thrusters	2	-765	90	-1377
Akterthruster	Tunell thrusters	2	-765	90	-1377
Azimuth Thruster	Retractable thruster	1	-880	75	-660
MK 41 VLS	64 celler modul	1	-268	0	0
Dekkskran	Rolls-RoycePSV Crane 100 Tm	1	-130	100	-130
	SUM				986
Påkrevd kraftproduksjon fra generator (% og kW)				87,41	6844

Tabell 13 ovenfor er kraftregnskapet for MODE 2, standby. I denne driftskondisjonen har vi et kraftoverskudd på 986kW.

Tabell 14 MODE 3

Beskrivelse	Produsenter/Forbrukere	Antall	kW	%	Tot. kW
Diesलगenerator	Wartsila 34DF	3	2610	100	7830
Fremdriftsmaskineri	Elmotorer	2	-2200	75	-3300
Bauthruster	Tunell thrusters	2	-765	90	-1377
Akterthruster	Tunell thrusters	2	-765	90	-1377
Azimuth Thruster	Retractable thruster	1	-880	75	-660
MK 41 VLS	64 celler modul	1	-268	100	-268
Dekkskran	Rolls-RoycePSV Crane 100 Tm	1	-130	0	0
	SUM				848
Påkrevd kraftproduksjon fra generator (% og kW)				89,17	6982

I MODE 3, fight, ser vi ut fra kraftregnskapet at skipet har et kraftoverskudd på 848kW når hovedmaskineriet går ved 100% last.

4.2.4 Drøfting:

Fra resultatene for MODE 0 ser vi at skipet til tross for nedskalering av thrustere fra 880kW til 785kW fortsatt vil ha et kraftunderskudd dersom alle de store forbrukerne var i drift samtidig. Kraftunderskuddet blir enda større når forbruk fra kran og VLS legges til.

Hovedmaskineriet yter 5% for lite til å drive alle forbrukerne som allerede er installert. Når man legger til kran og VLS utgår kraftunderskuddet 11% av den totale installerte effekten til hovedmaskineriet. Til tross for dette kraftunderskuddet har skipet fungert i sin rolle som PSV tidligere. Man kan derfor anta at MODE 0 ikke er et reelt kraftforbrukscenario.

Videre ser vi at under MODE 1, transitt, har man et kraftoverskudd på 3430kW. Dette utgjør kun 56,2% av den totale installerte effekten. Dette tilsier at fartøyet ikke skal ha noen problemer med driftes normalt mtp navigasjons- og kommunikasjonssystemer, og hotelldrift under transitt.

I MODE 2 trekker forbrukerne 87,4% av total installert effekt. I de aller fleste tilfellene hvor skipet går i MODE 2, vil dette imidlertid ikke være tilfellet. At kranen skal opereres under forhold som krever så mye av fremdriftsmaskineri og thurstere, er ikke reelt. Kranen er imidlertid tatt med i regnskapet for å synliggjøre at det er i denne driftsmodusen den er tiltenkt å brukes for å etterfylle VLS-cellene med nye missiler. Uten kranen er trekket fra forbrukerne nede i 85,7% av den installerte effekten.

Vi ser ut i fra resultatene for MODE 3 at man i denne driftskondisjonen benytter 89,2% av den installerte effekten. Da man ikke har med navigasjons- og kommunikasjonssystemer,

hotelldriften og andre mindre forbrukere i kraftregnskapet kan det i verste fall bety at noe av hotelldriften på skipet må kuttes ut for å muliggjøre betjening av våpensystemet i grov sjø.

Ettersom kraftregnskapet tar utgangspunkt i 64 celler, og dette er som tidligere nevnt er et antall som er i overkant, men resultatet vil gi en god indikasjon på fartøyets kraftforbruk. Det er rimelig å anta også disse resultatene er representative for fartøy utrustet med 16 celler.

4.2.3 Sammenligning med kravspesifikasjon:

Punkt 1.1.2 i kravspesifikasjonen sier at fartøyet må ha et kraftoverskudd på 268kW for å kunne drive våpensystemet som skal installeres om bord. Den enkleste måten å vurdere dette på var å se på summen av alle forbrukerne opp mot den installerte effekten, slik som gjøres i MODE 0. Da får man ett kraftunderskudd. Etter å ha delt inn i forskjellige operasjonsmoduser kommer det imidlertid tydelig frem at skipet har et kraftoverskudd nok til å kunne drifte våpensystemet i tillegg. Dette betyr at NA kan egne seg til å ombygges til en missilbærer uten å måtte utrustes med en ekstra kraftforsyning.

4.3 Drivstofforbruk

4.3.1 Bakgrunn

2.2.1 – Fartøyet må ha nok drivstoff til å kunne opprettholde marsjfart kontinuerlig i 30 dager.

På bakgrunn av kravspesifikasjon punkt 2.2.1, er det nødvendig og se på drivstofforbruk for å undersøke om NA tilfredsstiller kravet. Hensikten er å se på drivstoffkapasiteten til skipet for å undersøke om det kan utføre tiltenkt oppdrag.

4.3.2 Avgrensning

Ved ombygging av skipet og implementering av valgt våpensystem er det rimelig å anta at forbruket av smøreolje også vil økes. Faktisk smøreoljeforbruk er ikke kartlagt da data på dette ikke kan fremskaffes av rederi.

Analysen tar ikke for seg forbruk av LNG da dette er svært lite hensiktsmessig for et marinefartøy med tanke på eksplosjonsfaren.

Ved ombygging av skipet og implementering av våpensystem, og potensielt økt bemanning på fartøyet stilles det også potensielt høyere krav til kjølevannsystem og ventilasjon og air condition system. Det er rimelig å anta at sjøvannspumpene trenger økt leveringskapasitet, men på grunn av mangel på data fra rederi er det ikke noe oppgaven har datagrunnlag for å svare eksakt på.

4.3.3 Drivstoffkapasitet

Det er naturlig å starte med å kartlegge drivstoffkapasiteten til fartøyet. Stabilitetshåndboka til NA beskriver nøyaktig hvor stor tankkapasitet fartøyet har og legger grunnlag for gode beregninger for fartøyets operasjonstid. Fra stabilitetshåndboka er følgende oppgitt som drivstofftanker med tilhørende kapasitet:

Tabell 15 Drivstoffkapasitet (STX, 2011, 7-2)

Tank ID	Tank Name	Volum
		m ³
49	CT.PS	209,5
50	CT.SB	209,5
51	CT.PS	88,4
52	CT.SB	142,1
53	FO OVERFLOW	53,8
54	CT.PS	99,6
55	CT.SB	92,4
57	CT.PS	116,8
58	CT.SB	116,8
59	FO SERVICE	16,2
60	FO SETTL	26,2
61	FO SERVICE	17,4
Totalt		1188,7

Videre er det hensiktsmessig å se på drivstofforbruket til fartøyet.

4.3.4 Drivstofforbruk

I åpne kilder hos rederiet er følgende drivstofforbruk oppgitt:

Tabell 16 MGO/LNG (SolstadFarstad, 2018)

	Forbruk LNG –m ³	Forbruk MGO – m ³
Økonomisk fart (economy speed) 24 timer @ 8 kts	20	10
Service fart 24 timer @ 12 ts	31	16

Etter intervju med mannskap og svar fra 1. Maskinist ble det oppgitt at normalt forbruk per døgn ved kontinuerlig maksfart er 26 m³ med MGO. Dette vil si følgende:

- Begge fremdriftsmotorer går med full last – fart på 14 kts
- Alle dieselgeneratorer i gang
- Alt av forbrukere i gang

Maskinisten opplyser også at ved stille-ligge ved hjelp av dynamisk posisjonering (DP) i operasjon og med alle systemer i gang var forbruket på ca. 6 m³ per døgn. Det er dette som er tatt utgangspunkt i for beregningene av drivstofforbruket.

I marinen er det vanlig at man vil etterfylle drivstoff før man går under 50% av total drivstoffkapasitet. Dette for å sikre seg ekstra fleksibilitet, utholdenhet og mobilitet dersom det skulle en situasjon som krever det. For å etterkomme marinens praksis, er det derfor hensiktsmessig å se på utholdenheten til fartøyet med 50% drivstoffkapasitet. 50% av NA drivstoffkapasitet i form av MGO er 593,85 m³.

4.3.5 Resultat

På bakgrunn av oppgitt drivstoffkapasitet for fartøyet og drivstofforbruk etter mannskapets erfaring opp mot marinens praksis fremkommer følgende resultat:

Tabell 17 DRIVSTOFFORBUK

	Forbruk pr. døgn	Forbruk 30 dager	Overskudd av drivstoff
	m ³ MGO	m ³ MGO	m ³ MGO
Stilleligge ved hjelp av DP	6	180	413,85
Servicefart @12 kts	16	480	113,85
Maksfart @14 kts	26	780	-186,15

4.3.6 Drøfting

Ut ifra drivstoffregnskapet ser man at dersom man ikke ønsker å gå under 50% drivstoff så vil man måtte etterfylle drivstoff før det er gått 30 dager om man går med maksimal hastighet kontinuerlig. Dette anses som lite aktuelt og hensiktsmessig, da det vil medføre stor belastning på både hovedmaskineri og tilhørende hjelpesystemer. Det er mer hensiktsmessig å gå i en fart som belaster maskineriet mindre, og dermed også minsker drivstofforbruket. Ved en fart på 12 kts vil man kunne opprettholde en viss fart, og oppnår samtidig en god mobilitet. Dette vil gi skipet mulighet til å kunne uavbrutt operere i fart sammenhengende i ca. 37 dager.

For å eksemplifisere drivstofforbruket opp mot drivstoffkapasiteten til skipet kan man se for seg en situasjon som kan anses som potensiell for bruk av skipet:

En distanse fra Haakonssvern til Vestfjorden/Lofoten, som tilsvarer 1039,95 km vil NA bruke 1,65 døgn med en fart på 14 kts. Dette utgjør et forbruk på 42,9 m³ med MGO, noe som er omlag 3% av total drivstoffkapasitet. Tur/-retur vil dermed tilsvare 6% av total drivstoffkapasitet. Hvis man tar hensyn til at norske marinefartøy ikke vil gå under 50% av total drivstoffkapasitet i operasjoner, vil tur/retur tilsvare 12% av drivstoffkapasiteten før man ønsker å etterfylle. Dette gir et overskudd på 495,55 m³ som kan nyttes i operasjon etter transitt til Vestfjorden og man tar hensyn til at man skal tilbake til Haakonssvern igjen. Resterende drivstoffkapasitet resulterer i at man for eksempel kan ha mulighet til å ha fartøyet statisk liggende i Vestfjorden i underkant av 83 dager før det må returnere til Bergen, og da har man i praksis 50% av total drivstoffkapasitet igjen. Man kan også ha fartøyet i konstant servicefart @12 kts i underkant av 31 dager før man må returnere til Haakonssvern.

I tillegg så vil overgang fra PSV til marinefartøy gi et stort overskudd på en del tanker som normalt sett er tenkt brukt i offshorebransjen men som man ikke har behov for i marinen. Dette er i hovedsak MUD tankene som er integrert i skipet. Disse har en total kapasitet på 1609,5 m³. På spørsmål til 1. Maskinist om disse kan nyttes til andre formål enn lagring av MUD er svaret at det ikke er noe problem. Man kan altså også nytte disse tankene til drivstoff noe som potensielt kan gi 130% mer drivstoffkapasitet.

4.3.7 Sammenlikning med kravspesifikasjonen

Totalt sett ser man at drivstoffkapasiteten til NA er betydelig og at skipet har gode forutsetninger for å tilfredsstille kravene 2.2.1. Analyse av drivstofforbruk tar utgangspunkt i at man ikke ønsker at fartøyet skal gå under 50% av total drivstoffkapasitet før det skal etterfylles. Dette gjør at NA ikke har mulighet til å gå i kontinuerlig drift i 30 dager for full maskin med alle systemer i gang, men det anses også som lite hensiktsmessig. Ved servicefart og stilleligge er det derimot nok drivstoff om bord til å kunne tilfredsstille kravene gitt i punkt 2.2.1. Skipets drivstoffkapasitet taler for at man kan bruke fartøyet mobilt og fleksibelt i operasjonsområdet.

4.4 Fart

4.4.1 Bakgrunn

2.1.1 – *Fartøyet må kunne forflytte seg en distanse på 1750 km på 48timer.*

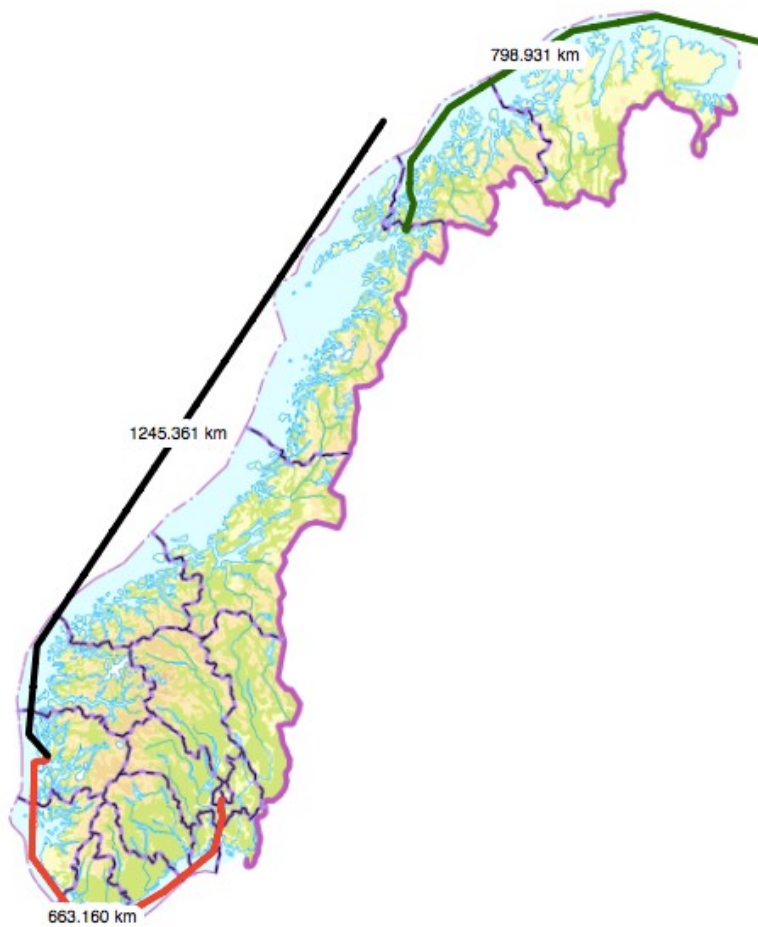
På bakgrunn av kravspesifikasjonen punkt 2.1.1 er det nødvendig å se på hvilken fart fartøyet må kunne ha for å tilfredsstille kravet.

4.4.2 Resultat

En distanse på 1750 km på 48 timer gir ved hjelp av vei/fart/tid-beregning følgende resultat:

$$\frac{1750000 \text{ m}}{172800 \text{ s}} = 10,13 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 19,69 \text{ kts}$$

Fartøyet må altså ha en gjennomsnittlig fart på 19,69 kts for å kunne oppfylle kravet. NA maksimale fart oppgitt av mannskapet om bord er på 14 kts. Dette medfører et gap mellom påkrevd fart ut ifra kravspesifikasjon og fart som fartøyet kan oppnå.



15 Illustrert rekkevidde

4.4.3 Drøfting

Ut ifra Figur 15 illustreres NA fartskapasitet i form av den svarte linjen. Distansen er tatt med utgangspunkt i Bergen, hvor marinen har sin hovedbase. Med en fart på 14 kts vil skipet kunne tilbakelegge 1244,5 km på 48 timer. Ved utseiling fra Haakonsvern/Bergen vil man altså kunne klare å komme omtrent på linje med Tromsø ved nordlig transitt. Videre ser man at en distanse fra Haakonsvern/Bergen til Oslo er godt innenfor rekkevidden av det fartøyet har kapasitet til innen 48 timer.

Det fremkommer derfor at fartøyet slik det faktisk fremstår, ikke har mulighet til å dekke hele operasjonsområdet, ved utseiling fra marinens hovedbase i Bergen. Tiltak som kan gjøres for å utbedre dette er for eksempel å tilføre en ekstra motor. Dette vil føre til utfordringer med tanke på plass og kostnader. På bakgrunn av dette ses dette alternativet på som lite hensiktsmessig.

Et annet tiltak som vil gjøre at fartøyet kan dekke hele operasjonsområdet er å bruke andre marinebaser i Norge som hjemmehavn eller som fremskutt operasjonsbase (FOB). Ved anskaffelse av flere fartøyer og ha de plassert ved forskjellige lokasjoner langs norskekysten kan man effektivt kunne dekke hele operasjonsområdet. Dette er gjort også av andre avdelinger og bør være svært aktuelt. Eksempelvis det at ubåtvåpenet nytter og opererer ofte ut fra marinebasen ved Ramsund i Troms. Det samme kan antas å være aktuelt for fartøy som denne oppgaven ser på. Ut ifra den grønne linjen ser man at det er i underkant av 800km fra Ramsund til det nordøstligste punktet av operasjonsområdet. Ved å ha fartøy plassert her og i Bergen vil man kunne oppnå full dekning av operasjonsområdet.

4.4.4 Sammenlikning med kravspesifikasjonen

NA's fartskapasitet tilfredsstillter altså ikke kravet i kravspesifikasjonens punkt 2.1.1 slik som fartøyet er nå. Investeringer i flere fartøy gjør at man kan plassere skip ved forskjellige marinebaser vil derfor være et effektivt tiltak for å tilfredsstillte kravet. Dette medfører også at man slipper å investere i større maskineri på fartøy man investerer i.

4.5 Redundans

4.5.1 Bakgrunn

- 3.3.1 – *Fartøyet bør ha redundant kraftforsyning til fremdrift.*
- 3.3.2 – *Fartøyet bør ha redundant kraftforsyning til våpensystemet.*
- 3.3.3 – *Fartøyet bør ha en redundant kraftforsyning til manøvreringsanlegget.*
- 3.3.4 – *Fartøyet bør ha en redundant kraftforsyning til komponenter som understøtter 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3*
- 3.3.5 – *Fartøyet bør ha kraftproduksjon, hovedmaskineri og komponenter som understøtter disse i segregerte rom med vanntette skott.*

På bakgrunn av punkt 3.3.1 – 3.3.5 i kravspesifikasjonen er det nødvendig å se på oppbyggingen til NA og plassering av kritiske komponenter. Hensikten er å se på styrker og svakheter til skipet og hvordan det vil klare seg dersom det skulle blitt truffet av fiendtlig våpen. Det er stor forskjell i hvordan et marinefartøy og et sivilt fartøy er konstruert, og ved investering i sivil tonnasje er dette nok en faktor man må være klar over. Hovedforskjellen er ganske innlysende; marinefartøy er laget for skarpe situasjoner og konstruert for å bli beskyttet.

4.5.2 Oppbygging av marinefartøy

Marinefartøyet er bygd slik at ved eventuelle treffere, så skal det likevel kunne operere tilnærmet likt og løse oppdrag slik det er forespeilet. Dette stiller krav til redundans og reserveløsninger. I praksis vil det si at man har flere enheter av kritiske komponenter som sørger for fremdrift, kraftproduksjon, navigeringsegenskaper og til våpensystem. Disse komponentene er også gjerne plassert på forskjellige steder i fartøyet, eller adskilt fra hverandre med sterke skott, som gjør at hvis fartøyet skulle bli truffet en plass så vil man fortsatt ha flere av den samme komponenten operativ i en annen del av fartøyet. Et eksempel på dette er dieselgeneratorene på Nansen-klasse fregatt. Her er det spredning av generatorer, noe som gir økt redundans ved en eventuell treffer. Bruken av dieselgeneratorene kan kombineres seg imellom slik at det ikke er en generator som har ansvar for å forsyne en type system, men alle generatorer kan forsyne alle forbrukere i fartøyet.

4.5.3 Klassing

Grunnen til at man velger å klasse er for å sikre seg en viss standard på skipet, noe som gjør at det er lettere for et forsikringsselskap og forsikre fartøyet. Det er altså en tre-korset symbiose mellom reder, classeselskap og forsikringsselskap som sikrer en økonomisk tredeling av ansvaret dersom noe skulle gå galt med skipet. Forsikringsselskapene tilbyr forskjellig forsikringer til reder basert på hvilke klasser fartøyer tilfredstiller. Classeselskapet utarbeider krav for hver enkelt klasse som sikrer en viss standard på fartøyet.

Når det gjelder Forsvaret og marinen så finnes det ingen krav om klassing. Det er statlig eid og det er staten som betaler dersom det skulle skje noe med disse fartøyene. Likevel finnes det en egen del i DNV GLs regelverk som omhandler marinefartøy og marine støtte-fartøy, denne klassen kalles for Naval-klassen. Det finnes altså regler fra DNV GL, men disse er forsvaret ikke pliktet til å følge. Naval reglene i del 5 kapittel 13 kan derfor sees på som retningslinjer å bygge etter. Disse reglene sier naturligvis noe om redundans:

Tabell 18 Naval regler om redundans (DNV GL, 2015, 49)

<i>Main function</i>	<i>Main units</i>	<i>Redundancy</i>
propulsion:	<ul style="list-style-type: none"> – engine / turbine/electric motor – reduction gear – shaft – propeller / water jet unit / azimuth thruster – control and monitoring system 	The vessel shall be provided with sufficient redundancy of main units to ensure propulsion power in the event of single failure in any main unit with sufficient speed to ensure the ability to steer.
steering:	<ul style="list-style-type: none"> – main steering gear – power actuating system – rudder actuator – control and monitoring system 	A single main steering gear shall be supplemented by an auxiliary steering gear. Auxiliary steering gear is defined as equipment other than any part of the main steering gear necessary to steer the vessel in the event of failure in the main steering gear. See Pt.4 Ch.10.
electrical power supply:	<ul style="list-style-type: none"> – engine – shaft – gear, if any – generator – main switchboard – control and monitoring system 	The vessel shall be provided with sufficient redundancy of main units to ensure propulsion power and steering ability in the event of single failure in any main unit.

4.5.5 Resultat

Tabell 19 DP (DNV GL, 2011 ,5)

Table A1 Class notations		
<i>Notation hierarchy</i>		<i>Description</i>
Notations not requiring redundancy	DPS 0	Dynamic positioning system without redundancy.
	DYNPOS- AUTS	Dynamic positioning system without redundancy. Additional requirements to achieve higher availability and robustness as compared to DPS 0 will apply.
	DPS 1	Dynamic positioning system with an independent joystick system back-up and a position reference back-up.
	DYNPOS- AUT	Dynamic positioning system with an independent joystick system back-up and a position reference back-up. Additional requirements to achieve higher availability and robustness as compared to DPS 1 will apply.
Notations requiring redundancy	DPS 2	Dynamic positioning system with redundancy in technical design and with an independent joystick system back-up.
	DYNPOS- AUTR	Dynamic positioning system with redundancy in technical design and with an independent joystick system back-up. Additional requirements to achieve higher availability and robustness as compared to DPS 2 will apply.
Notations requiring redundancy and separation of systems	DPS 3	Dynamic positioning system with redundancy in technical design and with an independent joystick system back-up. Plus a back-up dynamic positioning control system in an emergency dynamic positioning control centre, designed with physical separation for components that provide redundancy.
	DYNPOS- AUTRO	Dynamic positioning system with redundancy in technical design and with an independent joystick system back-up. Plus a back-up dynamic positioning control system in an emergency dynamic positioning control centre, designed with physical separation for components that provide redundancy. Additional requirements to achieve higher availability and robustness as compared to DPS 3 will apply.

Normand Arctic er klasset etter DYNPOS-AUTR. Som vi ser ut ifra kravene til DYNPOS-AUTR, i tabell 19, så er det ingen krav til adskillelse eller segregering av kritiske komponenter, slik som det er i DP3 eller DYNPOS-AUTRO klassen. Kravene i Naval klassen er veldig generelle og beskriver ikke hvordan man skal sikre redundans men de sier bare at det skal være redundans.

Etter besøk og studie av GA (General Arrangement) på Normand Arctic kan man se forskjellen mellom sivilt skip og marinefartøy i praksis. Her er det færre av de kritiske komponentene, og de står gjerne på samme lokasjon i skipet uten at de er adskilt fra hverandre. Dette gjelder:

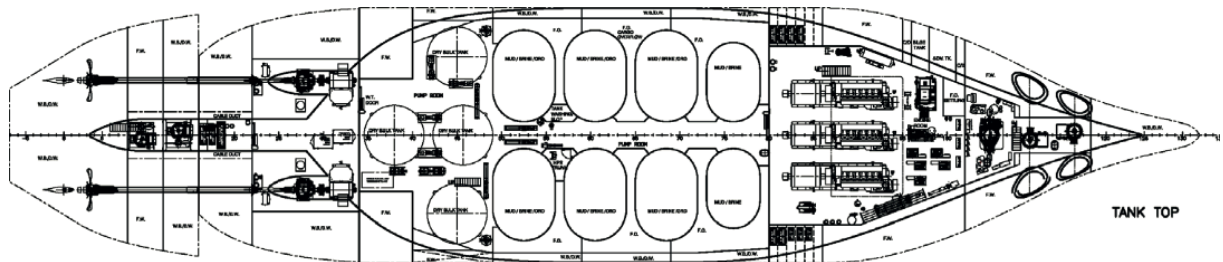
- Generatorer/hovedmaskineri som står på linje i et samlet rom
- Elektrisk fremdriftsmaskineri er ikke adskilt
- Et stor felles tavlerom
- Sjøvannsinntak i samme rom, ingen form for segregering.

Figur 16 og 17 viser hovedmaskineriet og tavlerom. Figur 18 er et utsnitt av fartøyets GA som gir et overblikk over plasseringen til hovedmaskineri og fremdriftsmaskineri. Her ser man tydelig at det ikke er noen form for segregering av nevnte komponenter



16 NA TAVLEROM

17 NA MASKINROM



18 GA TAVLEROM/MASKINROM (SolstadFarstad, 2011)

4.5.6 Drøfting

At komponentene ligger såpas tett på hverandre gjør at skipet i seg selv er svært utsatt dersom det skulle motta en treffer og det oppstår brann eller det går på grunn. Hvis det oppstår brann i maskinrom vil høyst sannsynlig alle hovedmaskinene som sørger for fremdrift bli tatt ut. Dessuten er sjøvannsintakket som står for kjøling av motoren veldig utsatt da begge to ligger i samme del av skipet og i samme rom. En liten treffer ved disse vil medføre at maskineriet

havarerer. Ved kjøp av NA så vil det tilkomme en betydelig ombygging for å kunne styrke fartøyets overlevelsesegenskaper.

Ved sammenligning av retningslinjene for Naval-klassen, og standarden Normand Arctic er bygget etter, avdekkes et betydelig gap. For å kunne sikre bedre redundans, må man opp på strengere klassekrav. Med tanke på svakhetene i redundans som fremkommer etter å ha studert NA, er det naturlig å se på hva man kan gjøre for å sikre høyere redundans. Det vil i da være hensiktsmessig å styre inn mot DP3-klassing siden det fremstår som noe som kan oppfylle kravene til naval-klassing. Veldig overordnet vil følgende utbedringer være nødvendige:

- Dele maskinrommet inn i 2 (eller 3)
- Propulsjonsrommet deles i senter med et skott for å gjøre disse uavhengig
- Foreta en splitting av hovedtavle, eventuelt lage en reserve slik at all kraft ikke fordeles fra en plass. Gjerne splitte tavlen i flere deler slik at man kan plassere de i ulike deler av skipet; både i lengde- og høyderetning
- Kabler opp til bro må deles slik at det eksisterer en reserve bro
- Adskille tunnelthrusterne i front
- Tilføre ekstra sjøvannsinntak

Allerede ved en overordnet og generell betraktning om hva som må gjøres for å sikre redundans ser man at en ombygging fort blir veldig omfattende. Dette kommer frem bare ved en overordnet analyse av fartøyets oppbygging. Utover dette følger det trolig en rekke andre mindre ombygginger som sikrer drift av de ulike hoved- og støttesystemene. Fordelen med en ombygging som segregerer essensielle komponenter er at man sikrer seg fortsatt operativ drift dersom noe skulle skje med en av komponentene. Risikoen for at noe vil skje på et marinefartøy i en eventuell krise må antas å være overhengende. Selv med ombygging som segregerer kritiske komponenter og dermed øker redundansen, vil man ikke være garantert fortsatt operativitet ved en eventuell treffer. Eksempelvis vil fartøyet ikke være i stand til å løse sitt oppdrag om det får en treffer som medfører at selve utskytningsrampen blir tatt ut. Da spiller det liten rolle om generatorene står adskilt.

4.5.7 Sammenlikning med kravspesifikasjonen

Slik som skipet er bygd i utgangspunktet vil det ikke kunne tilfredsstillе kravspesifikasjonens punkt 3.3.1 – 3.3.5. Ettersom en ombygging viser seg å være såpass omfattende, og potensielt kostbar, vurderes det at redundans heller bør sikres gjennom ved andre løsninger. Dette fremkommer av avsnitt 5.2.1 av oppgaven. Det velges i denne oppgaven ikke å gå videre med en utbrodering om alt som må gjøres for å sikre påkrevd redundans i kravspesifikasjonen, da det anses at det overordnede synspunktet illustrerer at det er en omfattende ombygging som skal til. Det anbefales heller at man ser på andre løsninger for å sikre redundans.

4.6 Klima og værforhold

4.6.1 Bakgrunn

2.3.1– Fartøyet må være fullt funksjonelt opp til seastate 5 (høy).

På bakgrunn av punkt 2.3.1 som sier at fartøyet må være fullt funksjonelt opp til høy seastate 5, er det hensiktsmessig og foreta en analyse av hvilke værforhold som fartøyet kan tenkes å måtte operere i. Videre må det gjøres en vurdering om dette er noe fartøyet og våpensystemet kan håndtere for å kunne løse det tiltenkte oppdraget. Denne delen vil derfor se på klimatiske forhold langs norskekysten.

4.6.2 Analyse av værforholdene

Ved hjelp av et klimatologisk kart fra GeoNorge kan vi med høy sikkerhet si noe om de klimatiske forholdene som fartøyet skal befinne seg i, og ut ifra dette vurdere om fartøyet vil kunne fungere som våpenbærer. Statistikken bygger på data hver tredje time fra årene 1958 til 2011 og dataene er produsert med numeriske modeller med gridruter på ca. 10x10km (Geonorge, 2018). Bølgedataene er beregnet med bølgemodellen WAM med vinddata fra HILARM og sammenligninger viser at modelldataene stemmer godt overens med målte data (Geonorge, 2018).

4.6.3 Sjøgang

«Sjøgang er det samlede bildet av havbølger som skyldes vindsjø, dønning og strøm på havoverflaten» (SNL, 2018).

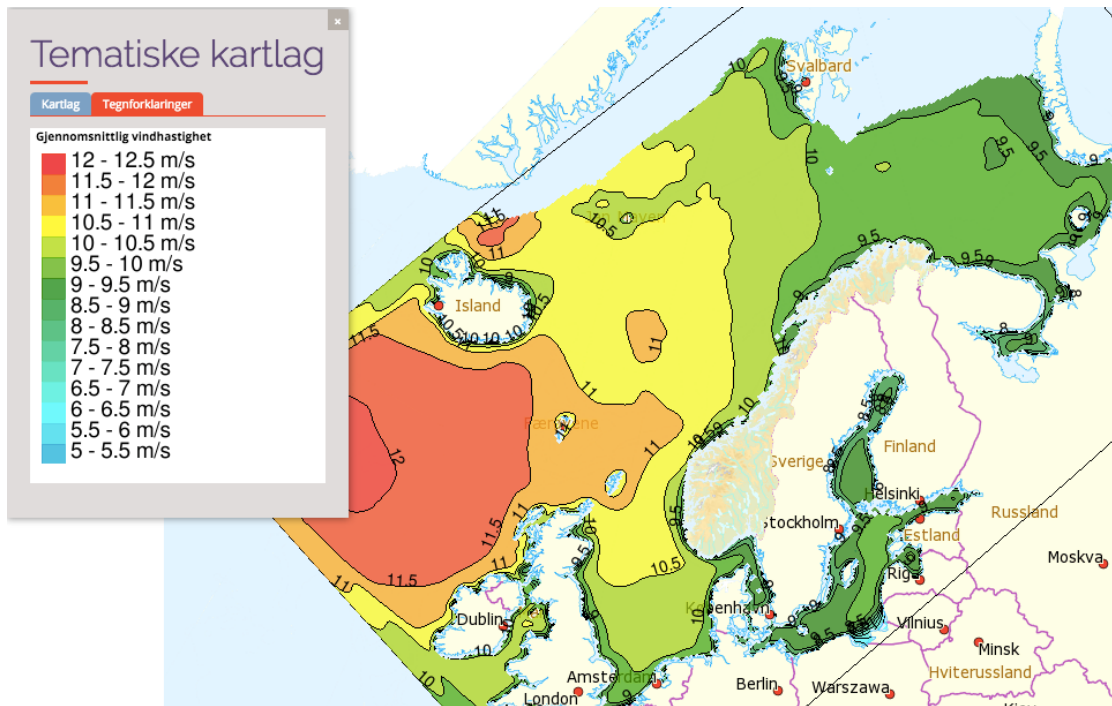
Sjøgang kategoriseres som vist i tabell 20.

Tabell 20 Sjøgang (SNL, 2018)

Nr	Sjøgang	Bølgehøyde
0	Havblikk	0m
1	Småkruset sjø	0-0,1 m
2	Smul (småbølget sjø)	0,1-0,5 m
3	Svak sjø	0,5-1,25 m
4	Moderat sjø	1,25-2,5 m
5	Røff sjø	2,5-4 m
6	Veldig røff sjø	4-6 m
7	Opprørt hav	6-9 m
8	Veldig opprørt hav	9 – 14m
9	Ekstremt opprørt hav	>14 m

4.6.4 Resultat

4.6.4.1 Resultat vind



19 Gjennomsnittlig vindhastighet i operasjonsområdet (Geonorge, 2018)

Figur 19 viser gjennomsnittlig vindhastighet i et kartutsnitt som er det aktuelle operasjonsområdet. Det viser at gjennomsnittlig vindhastighet i området som er tiltenkt som operasjonsområde vil ligge mellom 9-11 m/s. Det er dette vi kjenner som frisk bris.

Figur 20 viser prosentvis vind over 15 m/s, eller stiv kuling



20 Prosentvis vindhastighet >15 m/s (Georange, 2018)

Det forventes at den prosentvise vindhastigheten i område over 15 m/s vil ligge mellom 10-20%. Om man ser på prosentvis vindhastighet over 20 m/s, altså fra liten storm og oppover så er forventet andel slik vind mellom 0-10%, slik figur 21 viser:



21 Prosentvis vindhastighet >20m/s (Georange, 2018)

4.6.4.2 Resultat bølger

Dette verktøyet fra GeoNorge er veldig anvendelig å bruke for å estimere normalt tilstander i operasjonsområdet. Det sier veldig lite om ytterpunktene, altså «worst case scenario» for området. Gjennom bruk av filteret «gjennomsnittlig signifikant bølgehøyde» fremkommer det at gjennomsnittlig bølgehøyde i operasjonsområdet vil ligge mellom 0-5m (GeoNorge, 2018).

Figur 22 viser at prosentvis bølgehøyde > 3m vil ligge mellom 10%-20% langs kystlinjen, mens lenger ute vil det være 20%-30% av den totale bølgemengden som vil ligge over 3m. I området utenfor Stad og nordover er det forventet at ca. 30%-40% av bølgene vil være over 3m.



22 Prosentvis bølgehøyde >3m (geonorge, 2018)

Ved å legge på filteret som viser signifikant bølgehøyde >4m ser man at det er forventet at bare 0%-10% av den totale bølgemengden langs kystlinjen vil være over 4m. Litt lengre fra land og tilnærmet langs hele kysten vil det være 10%-20%. Man må ganske langt ut før bølgehøyde over 4m forekommer oftere. Se figur 23 under.



23 Prosentvis bølgehøyde >4m (Geonorge 2018)

4.6.5 Drøfting

Data som sier noe om hvordan NA klarer seg i klimatiske forhold som innebærer mye sjø har vi ikke fått tilgang til, annet enn erfaringer gjort av de som har operert skipet i slike forhold. Maskinisten om bord på NA, sier at de fint har kunnet operere i gjennomsnittlige bølger på 14m, og at de største bølgene han har vært utsatt for om bord var målt til 22m. Det var da ikke noen fare for at skipet ikke skulle klare seg, men det var selvfølgelig ubehagelig for mannskapet.

Analyse av værforholdene langs norskekysten vurdert opp mot tabell 20 for sjøgang tilsier at 10%-20% av totalt antall bølger i operasjonsområde vil være på over 4m, altså fra høy

seastate 5 og oppover. Den gjennomsnittlig bølgehøyde i operasjonsområdet er 0,5m. Verktøyet brukt for å fremskaffe resultatet gir ikke noe grunnlag for å si hvor store bølgene kan bli på sitt største. En vurdering på hvordan NA vil klare seg i operasjonsområdet kan i denne oppgaven kun baseres på erfaringer gjort av mannskapet. Ut ifra det de sier vil fartøyet i seg selv være godt rustet til å møte forholdene som fremkommer av resultatet i denne delen. Bruk av fartøyet vil også være forsvarlig i mer ekstreme forhold enn det resultatene tilsier, basert på mannskapets erfaring.

Hvis man også tar hensyn til de gode resultatene for stabilitet, og vet at PSV-fartøy er laget for å operere i området som tilsvare operasjonsområdet, så er det sterke argumenter for at fartøyet i seg selv har gode forutsetninger for å operere i svært tøffe forhold.

Hvordan selve våpensystemet vil kunne fungere i slike forhold er mer usikkert. Hva våpensystemet krever av ro i skipet er data som er vanskelig å få tak i og som oppgaven derfor ikke har mulighet til å svare på. Dessuten vil det under tøffe klimatiske forhold stilles høye krav til sensor og sambandssystem som gjør at våpensystemet kan fungere, og heller ikke her finnes det gode nok data, på hvor grensen går for hvor det er mulig å operere. MK41 VLS er utviklet for bruk på marinefartøy som er tiltenkt alle verdenshav. Det vil derfor være fornuftig å anta at det vil fungere i de forventede klimatiske forholdene i operasjonsområdet.

4.6.4 Sammenlikning med kravspesifikasjonen

Det er mye som taler for at NA tilfredsstillt kravspesifikasjonens punkt 2.3.1. Seastate 5 tilsier en bølgehøyde på 2,5-4 m og basert på mannskapets erfaringer er det all grunn til å tro at fartøyet vil ha få problemer med å håndtere de værmessige forholdene. Skipet er forventet å kunne håndtere utfordringer fra bølger og vind ut over seastate 5.

4.7 Kran

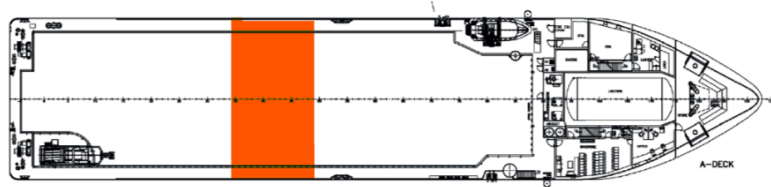
4.7.1 Bakgrunn:

4.1.1 – Fartøyet bør ha en dekkskran med løftekapasitet på 1,5 tonn og radius på 18 meter.

Med bakgrunn i 4.1.1 i kravspesifikasjonen bør fartøyet ha en dekkskran med løftekapasitet å 1,5 tonn og radius på 18m.

4.7.2 Valg av kran:

For at kranen skal kunne utføre sin oppgave slik kravspesifikasjonen tilsier må den ha en løftekapasitet på minimum 1,5tonn. Dette for å kunne løfte missilene. En annen viktig parameter er at kranen må kunne strekke seg over samtlige celler og over de tiltenkte opplagringsrommene hvor reservemissilene ligger. For NA vil dette kreve en arbeidsradius på 18 meter. Kravspesifikasjonen er her beskrevet for last-eksempel EKSEMPEL 1, fra kapittel 4.1 – Stabilitet.



24 KRAN 1 (SolstadFarstad, 2011)

Figur 24 viser området hvor kranen hovedsakelig skal arbeide.

Om kranen skulle blitt montert på dekk ville dette krevd ombygging da det ligger en del tanker under dekk som er bygget inn i skroget. I tillegg ville kranen måttet være ganske høy da missilene har en lengde på over 6 meter. Det kan også argumenteres for at det er lite hensiktsmessig å ha en stasjonær kran så nære VLS-cellene dersom det skal avfyres missiler i kraftig sjø.

Valgt falt derfor på følgende kran fra Rolls-Royce:

4.7.2.1 Rolls-Royce PSV Crane 100Tm:

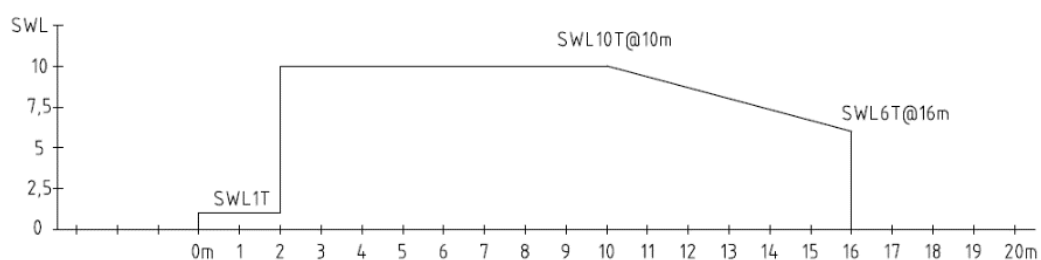
Denne kranen har følgende tekniske data:

Tabell 21 DATA KRAN (Rolls-Royce, 2014)

Main data

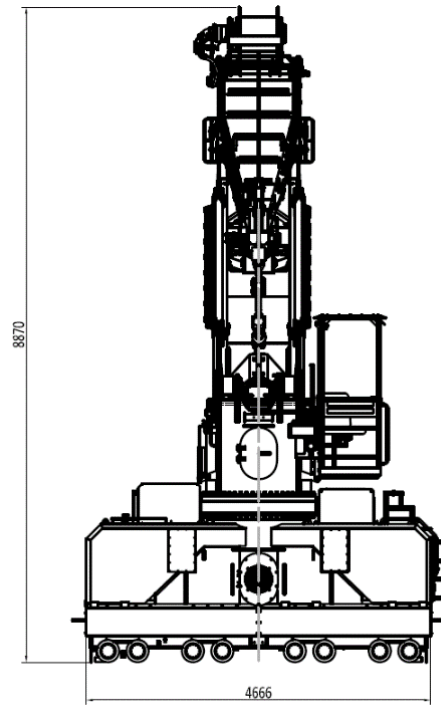
Max. working radius	: 16 m
Min. working radius	: 1,6 m
Dynamic factor	: 1,3
Winch SWL	: 10 mT @ 1,6 - 10 m 6 mT @ 16 m (linear reduction)
Wire length	: 60 m
Wire diameter	: 24 mm
Slewing sector	: 360 degrees continuous
Slewing time	: 50 sec./rev
Skidding speed	: 15/30 m/min. (load/empty hook)
Remote control	: Portable wireless radio control

Tabell 21 viser de oppgitte tekniske data for Rolls-Royce PSV Crane 100Tm. Punktet om Safe Work Load (SWL) beskriver kun kranens løftekapasitet for én radius. Figur 25 er en grafisk fremstilling av løftekapasiteten ved forskjellige radiuser.

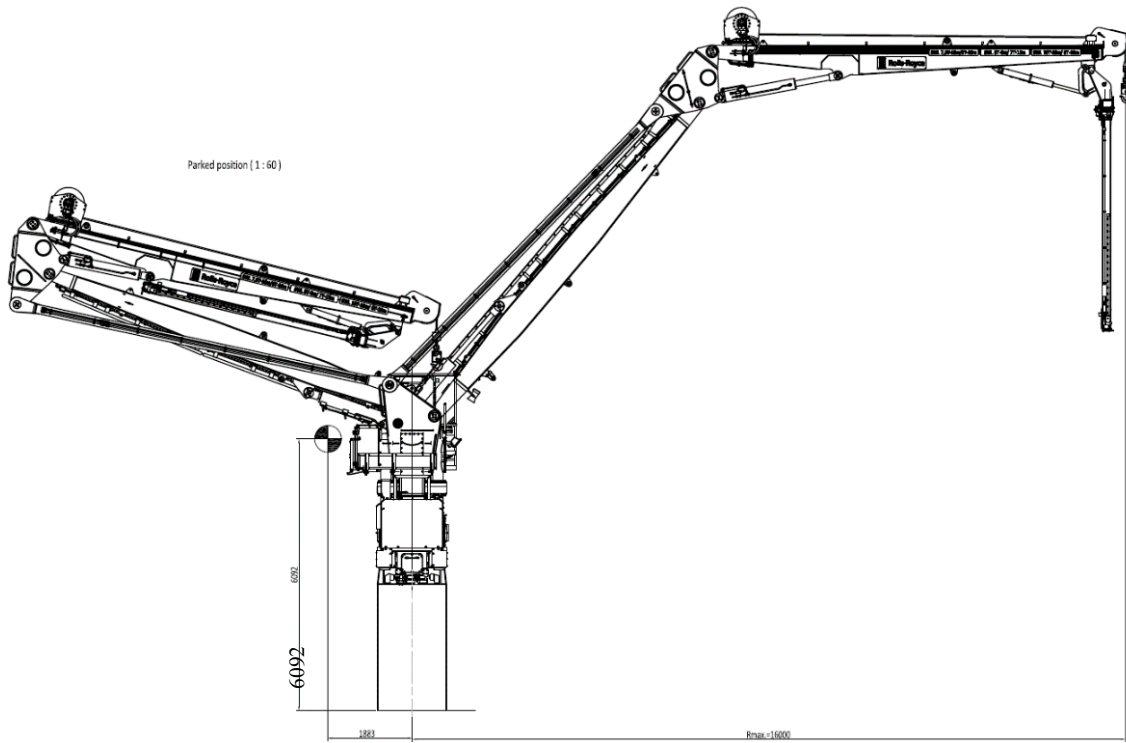


25 KRAN 2 (Rolls-Royce, 2015)

De tekniske tegningene av kranen avbildet nedenfor viser mål for total høyde over lasteskinnen og avstand til kranens tyngdepunkt over lasteskinnen, samt rekkevidden til kranen.



26 KRAN 3 (Rolls-Royce, 2015)



27 KRAN 4 (Rolls-Royce, 2015)

4.7.3 Drøfting:

En kran som går på lasteskinnene til fartøyet har flere fordeler. For det første slipper kranen å være så høy, da lasteskinnene allerede bygger noen meter opp fra hoveddekket. For det andre er kranen flyttbar. Dette betyr at man kan plassere den nærmere baugen av skipet når den ikke er i bruk. Dette er positivt både med tanke på stabiliteten på skipet og med sikkerhet ved avfyring. En slik kran krever også lite ombygging da NA per dags dato ikke har noe annet utstyr plassert på lasteskinnene. Ulempen med dette er at kranen må ha dobbel arbeidsradius sammenlignet med en kran som kan plasseres midt på hoveddekket.



28 KRAN 5 (Rolls-Royce, 2014)



29 KRAN 6 (Rolls-Royce, 2014)

Ut fra de tekniske dataene ser man at kranen har en løftekapasitet på 6 tonn ved sin maksimale arbeidsradius på 16 m. I denne posisjonen er armen til kranen minst 8,87m over toppen av lasteskinnen. Maksimal løftekapasitet har kranen mellom 2 og 10 meter i utstrekning. Fra 10 til 16 meter synker lastekapasiteten lineært ned til 6 tonn ved 16 meter i utstrekning. En annen ting som er viktig å merke seg er at løftekapasiteten til kranen kun er på 1 tonn fra 0 til 2 meter i utstrekning, se figur 25. Dette kan gi utfordringer dersom missiler er lagret tett inntil lasteskinnene.

Nødvendigheten av en kran til ladning av missiler, kan på en annen side ses på som minimal. Det å lade missiler i sjøen er et omfattende arbeid som ikke kan gjøres under krevende klimatiske forhold.

4.7.3 Sammenligning opp mot kravspesifikasjon:

Fra kravspesifikasjonen punkt 4.1.1 ser en at fartøyet bør ha en dekkskran med løftekapasitet på 1,5 tonn med en arbeidsradius på 18m. Kranen fra Rolls-Royce oppfylder delvis kravet fra kravspesifikasjonen. Med den løftekapasitet på opptil 10 tonn og 6 tonn i maks arbeidsradius vil den klare å løfte missilene uten problem. Den har en begrensning i løftekapasitet inne ved to meter, men da den kan bevege seg frem og tilbake langs lasteskinnene har den mulighet til å hente missiler fra opplagringslukene selv om de er mindre enn 2 meter fra lasteskinnene (se bildet nedenfor). Eneste del av kravet som ikke oppfylles er arbeidsradiusen. Dette kan enten løses ved å kjøpe en større kran av samme type eller ha en kran på hver side av fartøyet.



30 KRAN 7 (Rolls-Royce, 2014)

5 Økonomi

I tillegg til å vurdere de tekniske egenskapene til fartøyet opp mot utarbeidet kravspesifikasjon er det i denne oppgaven relevant å se på kostnader tilknyttet en anskaffelse av tiltenkt luftvernkapasitet. Dette fordi bestillingen fra oppdragsgiver, N10 SST, baseres på at det skal være en lavkostnadsløsning. Et innblikk i hva en slik investering vil koste danner grunnlag for å vurdere om dette er noe som vil kunne realiseres. I tillegg til investeringskostnaden vil en slik nyanskaffelse medføre kostnader knyttet til drift, vedlikehold, bemanning, management og systemansvar i landorganisasjon. Kostnadsanalysen avgrenses med henvisning til punkt 1.3 – Avgrensinger.

5.1 Kjøp av PSV fartøy

På bakgrunn av at PSV fartøy vurderes som aktuelle som fartøy i tenkt luftvernkapasitet er det av interesse å finne ut hva man må forvente å betale for slike skip. Ved å bruke data fra erfarne skipsmeglere får man førstehåndsinformasjon om hvordan markedet ser ut. Skipsmeglere fra de anerkjente skipsmeglerfirmaene Fearnleys og Clarksons har gitt sine vurderinger og bidratt til et innsyn i PSV markedet.

PSV markedet er stort og fartøyene er gjerne bestilt av selskap for å gjøre spesifikke oppgaver, noe som gjør at fartøy som ved initielt ser veldig like ut har veldig ulike egenskaper, ulikt utstyr og derav ulik pris. På telefon med skipsmegler Christian Evans i skipsmeglerfirmaet Fearnleys opplyses det at mange rederier og selskaper som eier PSV-fartøy i dag holder på å renske opp i egne rekker, og har derfor satt flere av sine fartøy under statusen «none core assets». Dette betyr i praksis at fartøyene er klare til salg, selv med tap, og bankene er forberedt på det. Prisen avhenger også av alder på skipene. For eksempel opplyses det at 30 år gamle fartøy innenfor disse segmentene selges for 1 US dollar.

Etter å ha blitt enig med skipsmegler Evans i Fearnleys på telefon har følgende kriterier blitt lagt til grunn for å prøve å konkretisere PSV markedet litt grundigere:

- 1) PSV bygget i Norge
- 2) Ca. 5 år gammel
- 3) Lengde 85-90m
- 4) Bredde: rundt 20m
- 5) Drivstoff: MGO

Etter litt undersøkelse av overnevnte kriterier svarer skipsmegler Christian Evans i skipsmeglerfirmaet Fearnleys på mail at med dagens marked vil et slikt PSV skip koste mellom USD 25-30 millioner. Her vil nok USD 25 millioner være absolutte bunnivå, mens enkelte fartøy blir solgt for over USD 30 millioner. Prisen vil også avhenge av hvor mye utestående gjeld det er på fartøyet. På mail kan skipsmegler Petter Dyring i skipsmeglerfirmaet Clarksons Platou bekrefte at disse opplysningene fra konkurrenten i Fearnleys stemmer. Dyring oppgir spesifikke eksempel på skip som er blitt solgt eller som ligger ute til salgs med tilhørende priser.

Tabell 22 PRIS PSV fra skipsmegler Petter Dyring

Fartøy	Reder	Segment	Lengde	Byggeår	Pris (USD) (1USD=7,85NOK)	Pris nå (NOK)	Pris opprinnelig
Volstad Viking	Voldstad	PSV	93,4	2008	13,3 mill.	104,4 mill.	318,8 mill.
Volstad Princess	Voldstad	PSV	93,4	2008	13,3 mill.	104,4 mill.	318,8 mill.
Voldstad Supplier	Voldstad	PSV	93,4	2008	13,3 mill.	104,4 mill.	318,8 mill.
Siem Marlin	Siem	MRSV	93,6	2009	22,5 mill.	176,7 mill.	Uvisst
Ikke- Navngitt	X	PSV	81,7	2017	26 mill.	204,4 mill.	Uvisst

Hvis man sammenligner informasjonen fra de to skipsmeglerne ser man at de er relativt enige. Siem Marlin er en MRSV (Multi-Rolle Supply Vessel) er til salgs til USD 22,5 millioner. En annen ikke-navngitt PSV som nå bygges av Vard på sitt verft i Vietnam er til salgs for USD 26 millioner. Når det gjelder skipene fra Volstad så er disse eksempler på skip som allerede er blitt solgt. Selskapet Standard Drilling har kjøpt disse til en stykkpris på USD 13,3 millioner noe som tilsvarer et avslag på 67% per stykk i forhold til nypris. Skipenes underforståtte verdi var anslått til USD 25 millioner, men på grunn av 9 års alder og en estimert levetid på 25 år er prisen nesten halvert fra den underforståtte (Offshore Energy today, 2017). I tillegg kjøpte Standard Drilling 3 skip i et kjøp, der man kan sannsynliggjøre at det har vært en form for rabatt, eller pakkepris, som også fører til en reduksjon i pris.

5.1.1 Normand Arctic

Når det gjelder Normand Arctic så er denne i utgangspunktet en langt dyrere PSV enn viste eksempler. Dette skyldes LNG-kapasiteten. Rederiet er veldig restriktive i sine uttalelser når det gjelder økonomi og pris på skipet så dette var ikke noe vi fikk tilgang til fra kontaktene i rederiet. Maskinisten om bord derimot anslo at skipet hadde kostet mellom 500-600 millioner norske kroner å bygge. Nyprisen på lignende skip uten LNG-kapasitet anslo han til å være omlag 300-400 millioner kroner. Dette virker fornuftig hvis man sammenligner det med markedsprisen gitt av skipsmeglerne.

5.1.2 Drøfting

Når det gjelder hvilke fartøy som er aktuelle for å tilstrebe lavkostnadsløsning så er det mange faktorer som spiller inn, blant annet skipet alder og egenskaper. Markedsprisen på brukte fartøyer med en alder på opptil 5 år ligger mellom USD 25-30 millioner, men med henvisning til Standard Drilling sitt kjøp av 3 PSV fartøy fra Volstad så er det en kostnadsreduksjon på nesten 50% av markedsverdi for skip som er 9 år gamle. Det tyder på at det mest sannsynlig er mer økonomisk å investere i flere fartøy fra samme reder. Tiltente fartøy skal være en lavkostnadsløsning og fartøyene skal i utgangspunktet ikke gjennomgå noen store ombygginger annet en integrasjon av våpensystem. På bakgrunn av analyse av markedet vil det være hensiktsmessig å investere i fartøy i aldersintervallet 5-10 år, der man i dagens marked ser en prisreduksjon, samtidig som man opprettholder en viss standard, og restlevetid.

5.2 Ombyggingskostnader vedrørende redundans

Som tidligere omtalt er marinefartøy laget for å bli beskyttet noe som ikke er tilfellet for sivile fartøy. En større ombygging for å styrke redundansen til kritiske komponenter som sikrer funksjonaliteten til fartøyet vil fort bli veldig omfattende. Store ombygginger er tid- og ressurskrevende og medfører en store kostnader. Ved investering av nytt fartøy som skal løse tiltenkt oppdrag fremstår det tre ulike alternativer når man snakker om redundans:

- Kjøpe et skip etter lavere standard og ikke foreta ombygging annet enn montering av våpensystem
- Kjøpe et skip etter lavere standard, montere våpensystemet og bygge om til høyere standard
- Kjøpe et fartøy av allerede høyere standard og montere våpensystemet.

Ved høyere standard kan man se for seg fartøy klasset etter DP3 eller DYNPOS-AUTRO. Fartøy klasset etter DP3 eller DYNPOS-AUTRO er bygget etter strengere krav til redundante komponenter, og vil da være dyrere enn fartøy som er klasset lavere. Ombygging til høyere standard medfører store kostnader. Hvor mye dette faktisk vil koste er veldig individuelt fra fartøy til fartøy, og er vanskelig å finne eksakte tall på. Det billigste alternativet er å ta fartøyet slik det er, og dermed akseptere lavere redundans. Det er også viktig å skille mellom et redundant system og et redundant fartøy. Selv om enkeltfartøy i seg selv ikke fremstår som redundante kan man ved hjelp av flere fartøyer sikre seg at redundansen til systemet er innenfor det man krever av det.

5.2.1 Drøfting

Operasjonskonseptet bygger på en lavkostløsning og bestillingen fra marinestaben var at minst mulig ombygging skulle til. Dette medfører selvfølgelig at man aksepterer at å miste fartøyet. Redundans kan skapes ved å heller putte penger i flere fartøyer, slik at man sikrer tilstrekkelig volum. I stedet for å kjøpe færre fartøyer og bruke masse penger på å gjøre disse redundante mot angrep. I tråd med bestillingen, anses det som mer fornuftig å kjøpe flere fartøy og kutte ombygging ned til det som kun er nødvendig for at fartøyet skal kunne være en våpenbærer. Redundans bør heller skapes gjennom spredning og volum, da dette anses som å gi mer ildkraft og effekt enn andre alternativ. Dette vil også være det økonomisk beste alternativet.

5.3 Bemanning

Fartøy som det investeres i må bemannes av en del personell for å sikre drift og operativitet. Dette resulterer i en del kostnader i form av hyre og forpleining. N10 SST oppgir at erfaringsmessig så koster en person om bord på fartøy i marinen rundt 1 million kroner i året.

NA har en kapasitet til å huse 28 personer fordelt på 21 lugarer (SolstadFarstad, 2018). I normal drift på offshoreoperasjoner er besetningen på rundt 25 stk om bord opplyser 1. maskinisten. Dette for hvor mange personer som trengs for å kunne bemanne fartøyet ved en ombygging til marinefartøy. Det antas at det trengs likt antall med personer i alle detaljer som ledelse, navigasjon, maskin og elektro. Ved å sette på våpensystem trengs det derimot ekstra personell i form av våpenteknikkere til å drifte og vedlikeholde våpensystemet. Videre antas det at antall våpenteknikkere vil tilsvare antall stillinger spesifikt for offshoreoppdrag. Dette medfører at NA som marinefartøy vil kreve en besetning på 25 personer, som er det som trengs for å drifte fartøyet per i dag.

5.3.1 Drøfting

25 personer på besetningen vil tilsvare 25 millioner kroner i bemanningsutgifter per år, per fartøy. Kravdokumentet beskriver en kontinuerlig kapasitet på utskyting av 208 missiler, med mulighet til å mobilisere ytterligere 192 missiler. Dette fordeles på totalt 25 fartøy. Det vil si at ikke alle fartøyene trenger å være i operasjon samtidig, dermed unngår man også full bemanning av samtlige 25 fartøyer til enhver tid. Den kontinuerlige dekningen kan oppnås ved å rotere på fartøyene, noe som tilsier at en besetning kan følge et fartøy. Dette utgjør totalt 25 besetninger som hver medfører bemanningskostnader på rundt 25 millioner kroner i året.

Alternative løsninger som fortsatt sørger for 208 fyringsklare missiler er og gå ned på antall fartøy, men ha flere rullende besetninger per fartøy. Dette gjør at fartøyene må seile mer, for å oppnå kontinuerlig dekning. Dette er en billigere investeringsmessig initielt, men vil øke belastningen på hvert enkelt fartøy, materielt sett. Over tid vil dette sannsynligvis føre til større kostnader på bakgrunn av slitasje på fartøyet, i tillegg til at man risikerer tap av kontinuerlig dekning som følge av høy belastning på enkeltfartøy. Selve bemanningskostnadene vil mest sannsynlig bli relativt like.

Bemanning styres av hvor mange fartøy som kreves for kontinuerlig dekning, som igjen styrer kostnadene. Disse anses å være omtrent det samme uavhengig om man velger færre fartøy

med flere besetninger eller flere fartøy som rulleres på å løse oppdrag. Vurderinger gjort tilsier at en besetning på et fartøy i samme segment og størrelse som NA vil koste omlag 25 millioner kroner årlig.

5.4 Driftskostnader

Fra oppgavens punkt 4.3.4 – Drivstofforbruk er det oppgitt et forbruk på 16 m^3 per døgn ved service fart. Videre er tiltenkt antall seilingsdøgn per år beskrevet kravdokumentets punkt 3.9 – Driftsprofil.

Pris MGO: 777,04 USD/tonn (Bunker Index, 2018)

Tetthet MGO_{15deg}: 0,855 tonn/ m^3 (Bunker Oil, 2018)

Med et forbruk på 16 m^3 per døgn medfører dette en kostnad på 10630 USD/døgn. Dette gir videre en kostnad på 1,063 millioner USD/år per fartøy. I sum tilsvarer dette USD 26,57 millioner i drivstoffkostnad per år for alle 25 fartøy.

5.4.1 Drøfting

Som eksempelet over viser så vil kostnadene for drivstoff per fartøy per år ligge på USD 1,063 millioner. Dette tilsvarer 8,6 millioner norske kroner med dagens dollarkurs (24.05.18).

Legger man med bemanningskostnadene som del av driftskostnader, medfører dette 33,6 millioner per år, per fartøy. Totalt 840 millioner per år for 25 fartøy.

6 Anskaffelseseksempel

For å illustrere hva man kan potensielt få ut av en investering for en tenkt langtrekkende luftvernskapasitet kan det være hensiktsmessig å utarbeide et eksempel. Dette for å synliggjøre hvordan anskaffelsen kan se ut og hva den vil tilføre. Det vil også være mulig å sammenlikne anskaffelsen opp mot andre system, for å sette effekt og kostnader i perspektiv. Videre er eksempelet verdifullt for å vurdere konsekvenser av anskaffelsen. Ved å eksemplifisere kan det fort komme frem momenter man ikke har tenkt på tidligere, eller man vurderer nye ting som tidligere har blitt oversett.

Eksempelet i denne oppgaven tar utgangspunkt i behovet beskrevet i operasjonskonseptet i KD. Der ønskes det å forsterke evnen til å bekjempe trusler fra luften, både når det gjelder rekkevidde og volum. Eksempelet vil illustrere hva en slik anskaffelse vil kunne koste og være et grunnlag for å vurdere luftvernskapasitetens kost/nytte verdi. I dette eksempelet er kostnader knyttet til missil og fartøy basert kunnskap tilegnet gjennom tidligere deler av oppgaven. Antall missiler er basert på samme grunnlag som i operasjonskonseptet.

6.1 Eksempel

Standard missil 6 kan avfyres ombord i PSV fartøy ved bruk av MK41 VLS utskytningsrampe. Missilet har en rekkevidde på opp til 370km og det tenkes at man vil ha 400 slike missiler fordelt på flere sjøgående enheter.

Standard missil 6 er en betydelig oppgradering i forhold til dagens luftvernskapasitet. Ved å sette alt for mange av disse på et fartøy vil det fort bli en svært verdifull enhet. Ved å utruste hvert enkelt fartøy 2 stk MK41 VLS moduler har man en kapasitet til å skyte 16 missiler, per fartøy. Dette vil si at for 400 missiler kreves det totalt 25 fartøy.

Et standard missil koster omlag 35 millioner kroner. Med 400 stk missiler vil derfor prislappen bli på 14 milliarder kroner. Tar man videre utgangspunkt i at et PSV fartøy som er omlag 5 år gammelt vil ha en gjennomsnittlig pris på USD 25 millioner, så vil totalt 25 skip koste 4,875 milliarder kroner etter dagens kurs. Inkludert kjøp og integrering av MK41 VLS-moduler, oppdatering av software og diverse andre nødvendige kostnader kan man forvente at en totalpakke for 400 missiler fordelt på 25 fartøy vil ligge rundt 20-25 milliarder kroner.

6.2 Drøfting av eksempelet

20 milliarder kroner tilsvarer kostnadene til fregattprosjektet (DN, 2003). Hvis man trekker paralleller til USA og deres Arleigh Burke-klasse destroyers er stykkprisen for denne rundt 17-18 milliarder kroner ifølge Ståle Ulriksen, lærer SKSK og forsker ved NUPI. Arleigh Burke-klassen har en kapasitet på 90 missiler av samme type som standard missil 6 (Janes, 2018). Basert på forutsatte antakelser i eksempelet vil man kunne få 400 SM6 missiler i ren ildkraft fordelt på 25 mobile fartøyer langs norskekysten for omtrent samme pris som de norske fregattene.

400 missiler, hver med en rekkevidde på 370km er en betydelig oppgradering både i forhold til volum og rekkevidde sett ut ifra de luftvernkapasitetene Norge har i dag. Et slikt antall kan anses som å virke svært avskrekkende på en fiende som tenker å angripe Norge. Fordelt på 25 fartøyer langs norskekysten er man så i stand til å beskytte vitale installasjoner og infrastruktur, samtidig skape rom for manøver til andre enheter. Dette være seg hærens manøvrerbare brigade, sjøforsvarets fartøyer og luftforsvarets enheter.

Ulempen med så mange missiler og fartøyer er at en slik betydelig investering kan virke eskalerende på en eventuell motstander. Det er tenkelig at ved en slik anskaffelse vil føre til et motsvar hos andre som da ser seg nødt til å svare på anskaffelsen. Norges utenrikspolitiske mål er å følge internasjonale lover og bidra til diplomati og forhandlinger fremfor krigshandlinger. En slik anskaffelse kan være et steg i motsatt retning.

7 Konklusjon med anbefaling

PSV fartøy er et godt valg som våpenbærer for en tiltenkt luftvernkapasitet, selv om Normand Arctic ikke er det best egnede fartøyet innenfor dette segmentet. Dette skyldes i hovedsak prisen og LNG-kapasiteten. Man antar at andre skip innenfor samme segment vil ha tilnærmet like tekniske egenskaper som Normand Arctic og at denne analysen dermed vil være representativt for flere andre PSV fartøy.

Etter analyse av Normand Arctic vurderes konseptet til helt klart og være gjennomførbart fra et teknisk perspektiv. Dette fremkommer av at de tekniske egenskapene til fartøyet i stor grad oppfyller kravene til tekniske egenskaper utarbeidet i kravspesifikasjonen, basert på Sjøforsvarets behov.

Stabilitetsberegninger viser at valgt fartøy har gode forutsetninger til å kunne bære den fysiske vekten av våpensystemet og samtidig kunne levere ildkraft uten å bryte kravene i fastsatt regelverk. Fartøyet vurderes til å ha tilstrekkelig kraftproduksjon om bord til å kunne forsyne våpensystemet i tillegg til å være mobil i tøffe klimatiske forhold. Drivstoffkapasiteten til fartøyet er betydelig og gjør at fartøyet kan fungere i operasjon over lengre tid.

Der fartøyets tekniske egenskaper ikke tilfredsstillers kravspesifikasjonen er det rom for å finne andre muligheter som gjør at kravene kan tilfredsstillers. Dette gjelder for det første fartøyets begrensning på fart som gjør at det ikke kan dekke hele operasjonsområdet innenfor tidsrammen som er påkrevd. Dette kan løses ved flere fartøy som opererer ut ifra forskjellige lokasjoner i operasjonsområdet. Dette ses på både som hensiktsmessig og gjennomførbart da andre avdelinger i marinen gjør det samme. For det andre så tilfredsstillers ikke valgt fartøy krav til redundans satt i kravspesifikasjonen. Dette kan løses ved en ombygging av fartøyet. Kostnader og omfang av en slik ombygging er ikke kartlagt, men antas å være betydelig. Det ses på som mer hensiktsmessig å prioritere luftvernkonseptets redundans, ved hjelp av flere fartøy, fremfor redundansen til enkeltfartøy.

Basert på en grov analyse av kostnader fremstår konseptet som en relativt rimelig måte å skaffe mye ildkraft på, sammenlignet med et nytt marinefartøy. Kostnadsanalysen tilknyttet investering av fartøy viser at det vil være gunstig å investere i et fartøy som er 5-10 år gammelt. Dette er på bakgrunn av pris, standard og en viss restlevetid for fartøyet. Aktiviteten i oljebransjen er noe som har stor innvirkning på kostnader knyttet til investering av PSV fartøy.

Det anbefales å se videre på kostnader tilknyttet installasjon av våpensystemet, samt drift og vedlikehold av fartøyet. Dette fordi en mer helhetlig kostnadskartlegging vil gi et bedre grunnlag for å vurdere konseptets kost/nytte verdi.

8 Bibliografi

8.1 Bøker

Larsen, Erlend og Kaiser, Jan Helge

2016, *Den kalde krigen og Vestfold 1948-1991*, E-Forlag 2016

8.2 Artikler, foredrag og publikasjoner

Smith, Kommandør Sigurd

2017, 11. Oktober. *Sjøforsvarets strategiske konsept – den videre utviklingen av Sjøforsvaret på midlere og lang sikt*. Seminar i regi av sje sjøforsvaret 11.okt 2017

Løseth, Kommandørkaptein Frode

2018 *Teknologisk kompetanse – mangler ved våre sjefers strategier?* Styret marineingeniørgruppen/sjømilitære samfund. Hentet fra http://www.sms1835.no/mig/artikler/Loseth_teknologisk_kompetanse.pdf

Calvano, C.N, Jons, O & Keane, R.G.

2000 juli. *Systems Engineering in naval ship design*. Naval engineers journal 2000

Smith, Kommandør Sigurd

2004 *Forskjeller på handelsfartøy og marinefartøy ut fra et design synspunkt*. Harlan seminar

Smith, Kommandør Sigurd

2004. Hentet 13. Mars fra <http://www.sms1835.no/mig/harlan/2004/Smith-Forskjeller-handel-og-marine.pdf>

Science Learning Hub

2018, *Lift off*, hentet 1. Mai fra <https://www.sciencelearn.org.nz/resources/389-lift-off>

SolstadFarstad

2011, *Generalarrangement Normand Arctic*, kan utleveres på forespørsel

SolstadFarstad

2011, *Teknisk datablad Normand Arctic*, Finnes som vedlegg 5

STX OSV Design AS

2011, *Normand Arctic 755-101-171 Final Stability Manual*, kan utleveres på forespørsel

Rolls-Royce

2014, *Fact Sheet, PSV Crane 100Tm*, finnes som vedlegg 7

Rolls-Royce

2015, *General Arrangement, DMN000231518 rev.A*, finnes som vedlegg 8

Rolls-Royce

2015, *Load Chart Hook, DMN000231486 rev A*, finnes som vedlegg 9

DNV GL

2011, *Dynamic positioning systems*, Rules for Classification part 6 chapter 7 hentet 3. April fra <https://rules.dnvgl.com/docs/pdf/DNV/ruleship/2011-01/ts607.pdf>

DNV GL

2015, *Rules for classification* hentet 3. April fra <https://rules.dnvgl.com/docs/pdf/DNVGL/RU-SHIP/2015-10/DNVGL-RU-SHIP-Pt5Ch13.pdf>

Dagens næringsliv

2003, *Fregatt-regning på 20 milliarder kroner*, hentet 22. Mai fra

<https://www.dn.no/nyheter/article235017.ece>

Offshore energy today

2017, *Standard drilling increases fleet to 10 PSVs*, Hentet 5. April fra

<https://www.offshoreenergytoday.com/standard-drilling-increases-fleet-to-10-psvs/>

Reuters

2015, 18 juni. *China approves plan for civilian ships to be used by military*, Hentet fra

<https://www.reuters.com/article/us-china-defence-shipping/china-approves-plan-for-civilian-ships-to-be-used-by-military-idUSKBN0OY08N20150618>

8.3 Nettsider

Prinsix

2016, 18. Mars. *Mal vedlegg B – KD* Hentet 14. april fra

<https://forsvaret.no/prinsix/Maler/maler-definisjonsfase>

Prinsix

2018, *Kravspesifikasjoner*, hentet 14. April fra

<https://forsvaret.no/prinsix/Kravspesifikasjoner>

Prinsix

2016, 4. juli. *Prinsix på I-2-3*, Hentet 19. april fra

<https://forsvaret.no/prinsix/prinsix-på-1-2-3>

Prinsix

2016, 28. juni. *Investeringsstyring*, Hentet 19.april fra <https://forsvaret.no/prinsix/investeringsstyring>

Prinsix

2016, 28. Juni. *Kapabilitets- og Strukturplanlegging*, <https://forsvaret.no/prinsix/kapabilitets-og-strukturplanlegging>

Prinsix

2016, 28. juni. *Investeringsplanlegging*, hentet 19. April fra <https://forsvaret.no/prinsix/investeringsplanlegging>

Mitre

2018 *Concept of operations* Hentet 17. April fra <https://www.mitre.org/publications/systems-engineering-guide/se-lifecycle-building-blocks/concept-development/concept-of-operations>

Janes

2018, *3M-14 "Kalibr" (SS-N-30A)* hentet 10. Februar fra https://janes.ihs.com/Janes/Display/jnwsa031-jnw_

Janes

2018 *GMVLS Mk41/Mk57* hentet 10. Februar fra https://janes.ihs.com/Janes/Display/jnws0225-jnw_

Janes

2018 *Standard Missile-6 (SM6)/Extended Range Active Missile (ERAM)* hentet 10. Februar fra https://janes.ihs.com/Janes/Display/jnw_0076-jnw_

Sysla Maritim

2018, *Opplagsregisteret* hentet 13. April fra <https://sysla.no/maritim/opplagsregisteret/>

US Navy

2016, *SM-6 Testing*, hentet 16. Mars fra

<http://www.public.navy.mil/surfor/swmag/Pages/sm6-testing-displays-missiles-range-versatility.aspx#.WwPmri8rNao>

Turbosquid

2008, *VLS Launchpad Module*, hentet 21. Mai fra

<https://www.turbosquid.com/3d-models/mk41-launch-module-missile-3ds/459036>

Alternate waters

2018 *Figure 7-46. – Model structure*, hentet 18. Mai fra

http://www.alternatewars.com/BBOW/Weapons/Mk41_8-Cell_Module.gif

SolstadFarstad

2018, *Normand Arctic*, hentet 18. Mai fra <https://www.solstadfarstad.com/fleet/psv-vessels/normand-arctic>

Geonorge

2018, *Hav og is: Bølge- og vindstatistikk for havoverflaten (Hindcast data)* hentet 25. April fra

<https://kartkatalog.geonorge.no/metadatas/meteorologisk-institutt/hav-og-is-bolge-og-vindstatistikk-for-havoverflaten-hindcast-data/5332dc23-2ee1-4fbc-bcab-161ffc46a8f6>

Store Norske Leksikon

2018, *Sjøgang*, hentet 25. April fra <https://snl.no/sjøgang>

Offshore energy today

2017, *Standard drilling increases fleet to 10 PSVs*, Hentet 5. April fra

<https://outlook.office.com/owa/?realm=sksk.mil.no&exsvurl=1&ll-cc=1044&modurl=0&path=/mail/search>

Bunker Oil AS

2018, *Generelt om drivstoff; gassolje, fyringsolje, bensin og parafin*, hentet 24. Mai fra <https://www.bunkeroil.no/produkter>

Bunker Index

2018, *Bunker index MGO*, hentet 24. Mai fra http://www.bunkerindex.com/prices/bixfree.php?priceindex_id=5

Janes

2018, *Arleigh Burke class*, hentet 24. Mai fra https://janes.ihs.com/Janes/Display/jfs_3533-jfs

8.5 Intervju, mail, telefonsamtaler og svar på forespørsler

SolstadFarstad

Mannskap Normand Arctic – kontaktinformasjon kan fås på forespørsel

SolstadFarstad

Tangen, Morten - Document Controller – Kontaktinformasjon kan fås på forespørsel

Sjøkrigsskolen

Ulriksen, Ståle - Lærer i sjømakt og sikkerhetstudier/forsker ved norsk utenrikspolitiske institutt – Kontaktinformasjon kan fås på forespørsel

Fearnley Offshore supply

Evans, Christian – Skipsmegler - Kontaktinformasjon kan fås på forespørsel

Clarksons Platou AS

Petter Dyring – Skipsmegler – Kontaktinformasjon kan fås på forespørsel

Vedlegg

1. Kravdokument
2. Kravspesifikasjon
3. Vektregnskap
4. Intervju
5. Datablad Normand Arctic
6. Fact Sheet PSV crane Rolls-Royce
7. General Arrangement Rolls-Royce
8. Load Chart Hook Rolls-Royce