

FFI RAPPORT

MÅLSETTING OG METODER FOR Å UTVIKLE LUFTVERNSIMULATOREN HJALMAR FOR FRIDTJOF NANSEN KLASSEN FREGATTER

MÆLAND Jahn Andreas

FFI/RAPPORT-2001/01532

FFIE/795/161.4

Godkjent
Kjeller 15 mars 2001

Vidar S Andersen
Forskningsjef

**MÅLSETTING OG METODER FOR Å UTVIKLE
LUFTVERN SIMULATOREN HJALMAR FOR
FRIDTJOF NANSEN KLASSEN FREGATTER**

MÆLAND Jahn Andreas

FFI/RAPPORT-2001/01532

FORSVARETS FORSKNINGSINSTITUTT
Norwegian Defence Research Establishment
Postboks 25, 2027 Kjeller, Norge

FORSVARETS FORSKNINGSINSTITUTT (FFI)
Norwegian Defence Research Establishment

UNCLASSIFIED

P O BOX 25
 NO-2027 KJELLER, NORWAY
REPORT DOCUMENTATION PAGE

SECURITY CLASSIFICATION OF THIS PAGE
 (when data entered)

1) PUBL/REPORT NUMBER FFI/RAPPORT-2001/01532	2) SECURITY CLASSIFICATION UNCLASSIFIED	3) NUMBER OF PAGES 29
1a) PROJECT REFERENCE FFIE/795/161.4	2a) DECLASSIFICATION/DOWNGRADING SCHEDULE -	
4) TITLE MÅLSETTING OG METODER FOR Å UTVIKLE LUFTVERN SIMULATOREN HJALMAR FOR FRIDTJOF NANSEN KLASSEN FREGATTER Purpose and methods for developing the air-defence simulator Hjalmar for the Fridtjof Nansen class frigates		
5) NAMES OF AUTHOR(S) IN FULL (surname first) MÆLAND Jahn Andreas		
6) DISTRIBUTION STATEMENT Approved for public release. Distribution unlimited. (Offentlig tilgjengelig)		
7) INDEXING TERMS IN ENGLISH: IN NORWEGIAN:		
a) <u>Fridtjof Nansen Frigates</u>	a) <u>Fridtjof Nansen fregatter</u>	
b) <u>Simulation</u>	b) <u>Simulering</u>	
c) <u>Air Defence</u>	c) <u>Luftvern</u>	
d) <u>Models</u>	d) <u>Modeller</u>	
e) _____	e) _____	
THESAURUS REFERENCE:		
8) ABSTRACT The purpose of this document is to give a top-level overview of the work that is to be undertaken in workpackage 2.2, anti-ship missile defence, in project 795. It describes how the tasks are to be solved with respect to test and verification by building an air-defence simulator. Furthermore it describes how the air-defence simulator is to be prepared for the inclusion of doctrine statements for tactical development in the AEGIS system on board the Fridtjof Nansen class frigate		
9) DATE 15 mars 2001	AUTHORIZED BY This page only Vidar S Andersen	POSITION Director of Research

ISBN-82-464-0500-4

UNCLASSIFIED

SECURITY CLASSIFICATION OF THIS PAGE
 (when data entered)

INNHOOLD

	Side	
1	PROSJEKTAVTALE 795	7
2	BAKGRUNN	7
3	FRIDTJOF NANSEN KLASSENS SENSOR OG VÅPEN UTRUSTNING	8
3.1	Ildledningssystem til Fridtjof Nansen fregatter	8
3.2	Sensorer til Fridtjof Nansen fregatter	9
3.3	Våpen til Fridtjof Nansen fregatter	9
3.4	Våpenoppgraderinger til Fridtjof Nansen fregatter	9
4	MODELLERING	10
4.1	HLA Infrastruktur	12
4.2	AEGIS på Fridtjof Nansen klassen	13
4.3	NF Sensor Modeller	16
4.3.1	SPY-1F radar	16
4.3.2	IFF	17
4.3.3	Belysningsradarer	17
4.4	NF Våpen Modeller	17
4.4.1	ESSM	17
4.4.2	VLS	18
4.4.3	76mm Kanon	18
4.5	AEGIS modeller	18
4.6	Eksterne modeller	19
4.6.1	Trusler	19
4.6.2	Miljø	20
4.6.3	Skip	21
5	SCENARIER OG SIMULERING	21
5.1	Visualisering	22
5.2	Nye modeller	23
APPENDIKS		
A	FORKORTELSER	24
B	UTDRAG AV PROSJEKTAVTALE 795 FOR DELPROSJEKT 2	24
C	BAKGRUNN FOR INNHOLDET I PROSJEKTAVTALEN FOR DELPROSJEKT 2	26
	Litteratur	28
	Fordelingsliste	29

MÅLSETTING OG METODER FOR Å UTVIKLE LUFTVERNSSIMULATOREN HJALMAR FOR FRIDTJOF NANSEN KLASSEN FREGATTER

1 PROSJEKTAVTALE 795

Tidligere har FFI sin detaljanalyse sett på isolerte modeller for en enkel funksjonalitet som for eksempel deteksjon til en sensor. Deretter har man benyttet andre lands analysemodeller for å vurdere totalevnen til luftvernssystemet. FFI tar nå mål av seg til å utvikle en mer komplett modell av luftvernssystemet med alle tilhørende sensorer, ildledningssystem og våpen som inngår i luftvernssystemet AEGIS for Fridtjof Nansen klasse fregatter.

Arbeidet FFI utfører for SMP 6088 reguleres av prosjektavtalen og et utdrag derifra som er mest relevant for delprosjekt 2, arbeidspakke 2.2, er vedlagt i Appendiks B.

Prosjektet ble høsten 2000 pålagt av oppdragsgiverne å kutte ett årsverk i arbeidspakke 2.2. Endringer i prosjektavtalen er derfor blitt utarbeidet. Denne ble godkjent av oppdragsgivere i etterkant av prosjekttrådmøtet 5/12-2000. Hovedeffekten av endringen er at modellering av trusselvurdering, våpenallokering og engasjementskontroll er fjernet. Simulatoren vil imidlertid legges til rette for at disse funksjonene kan implementeres på et senere tidspunkt.

Prosjekt 795 omfatter tidsperioden fra kontraktinngåelse frem til levering av første fartøy. Denne tiden omfatter en kort designperiode med to milepæler: PDR (7 måneder etter kontraktsinngåelse) og CDR (15 måneder etter kontraktsinngåelse). I tillegg er det to mindre milepæler PR (Process Review) henholdsvis 1.5 og 3 måneder etter kontraktsinngåelse. Kontrakt ble inngått 23/6-1999 (effektiv kontraktsdato er 30/6) og våpensystemet er i hovedsak et AEGIS system levert av Lockheed Martin GES fra USA.

2 BAKGRUNN

FFI har ikke hatt et selvstendig program for å simulere eller analysere totalforsvarsevnen for luftvern. FFI har utviklet enkeltstående modeller bla for sensorenes deteksjonsevne av forskjellige objekter og funksjoner i ildledningsskjeden. Tjenester har vært kjøpt av bla TNO som har utført analyser med en modell som heter SEAROADS.

FFI har bygget opp kompetanse og kunnskap omkring flere relevante, men ikke sammenhengende problemstillinger for overflatefartøy, sensorer, våpen og ildledningssystem. Dette har vært gjort for SMP 6088 for å støtte opp under overordnet systemarbeid, kravspesifisering og vurdering av styrker og svakheter til enkelte utstyrsalternativer i løpet av anskaffelsesprosessen. Da har man vurdert relative nivåer til utstyrsalternativer men ikke nødvendigvis absolutte nivåer til ytelser på systemet.

Målsetningen med Arbeidspakke 2.2 Missilforsvar i prosjekt 795 Nye Fregatter er å etterprøve simuleringsresultater fra leverandøren og legge et grunnlag for utarbeidelse av reaksjonsregler.

Hovedaktiviteten i arbeidspakken vil omfatte bistand i forbindelse med test og verifikasjon. Der er en del omfattende krav og verifikasjonskrav som det er komplisert å fastslå oppfyllelse av. Kravene er i stor grad punktkrav som beskriver en bestemt ytelse under et bestemt forhold mot et definert objekt. Ved å ha en modell av utrustningen kan man da simulere ytelse mot flere forskjellige typer mål og under andre forhold enn kun forhold som er spesifisert i kontrakten. I så henseende er det viktig å fastslå styrker og svakheter til utrustningen under forskjellige miljøforhold og i tillegg mot andre mål i absolutte verdier.

Utover å se på enkeltutstyr så er det helheten i alt utstyret som inngår i ildledningsskjeden som er av vital betydning. Et engasjement omfatter deteksjon, identifisering, målfølgning, trusselvurdering, våpenallokering, ildgivning og treffvurdering. Der er noen krav som omfatter hele sensor- og våpenutrustningen og graden av kravoppfyllelse kan da bare vurderes ved hjelp av simulering. Det er umulig å ha kontrollerte forhold under en virkelig test og det er svært mange ting som endres fra test til test. Selvsagt er det en del tester som egner seg til sjøprøver og til og med noen tester som best kan fastslås ved hjelp av sjøprøver bla på signatur og EMC krav. Ytelse til det integrerte våpensystem egner seg svært bra for modellering og simulering. Det er da også et modent fagfelt. Selvforsvarsevnen til NF (Nye Fregatter) mot lufttrusler vil være sterkt knyttet opp mot evnen til å forsvare seg mot missilangrep.

Derfor ønsker nå FFI å bygge opp en total integrert modell for relevant våpenutrustning for å analysere og simulere luftvernnytelsen spesielt med hensyn på missilforsvar. Vi har gitt denne modellen navnet Hjalmar¹.

3 FRIDTJOF NANSEN KLASSENS SENSOR OG VÅPEN UTRUSTNING

Fridtjof Nansen fregattene er primært anti-ubåt fregatter, men blir fra tid til annen omtalt som multifunksjons fregatter. Det skyldes vel at fregattene har en betydelig kapasitet også på luftvernssiden med multifunksjonsradar, langtrekkende antiskipsmissiler og 76mm luftvernsskanon.

Hele utrustningen til fregattene er svært omfattende, men hvis en begrenser seg til den delen av det integrerte våpensystemet (IWS) som har relevans for luftvern, så er utrustningen straks mer oversiktlig. I og med at våpensystemet er integrert er det ikke enkelt å skille det som er relevant for luftvern fra annen utrustning i luftvernsammenheng. Luftvern og overflatekrigføring omfatter overlappende utrustning i AEGIS systemet, men ASW utrustningen er klart skilt fra AEGIS systemet.

3.1 Ildledningssystem til Fridtjof Nansen fregatter

AEGIS utrustningen skal installeres på fregattene som det spanske verftet Bazan² bygger. Bazan bygger også 4 F-100 fregatter med AEGIS våpensystem til Spania, men med litt annen

¹ Navnet viser til Hjalmar Johansen som spilte en viktig rolle i ekspedisjonene til Fridtjof Nansen og Roald Amundsen. FFI håper at luftvernsimulatoren Hjalmar på samme måte vil bidra til at Fridtjof Nansen klassen fregatter når sin målsetning.

² Bazan har nå endret navn til IZAR etter en fusjon med et annet spansk skipsverft.

utrustning enn det den norske Fridtjof Nansen klassen vil få. AEGIS systemet er for overvannskrigføring som omfatter både overflate- og luftkrigføring. Tradisjonelt sett skiller AEGIS ut elektronisk krigføring som "stand alone" og i AEGIS er det da heller ikke softkill/hardkill koordinering. Dette er nedlagt mye arbeid fra forskjellige lands forskningsinstitusjoner omkring problemstillingen softkill/hardkill koordinering. Man har ansett at slik atskillelse er suboptimal og FFI vil dersom tiden strekker til forske litt på hvilken funksjonalitet man trenger og hvilke ytelser man kan oppnå med å integrere ESM sensoren tettere.

AU systemet skal KDA levere. I Arleigh Burke destroyere skilles for øvrig også ut ASW systemet ut i fra AEGIS systemet. Utover AU systemet skal en del våpen og sensorer som brukes i overflatekrigføring, men ikke nødvendigvis eksklusivt i overflatekrigføring, integreres med KDA systemet. KDA systemet omfatter i tillegg til alle AU systemer NSM missil, 76mm kanon og EO sensoren.

3.2 Sensorer til Fridtjof Nansen fregatter

Sensorene som er relatert til overvannskrigføring er

- SPY-1F multifunksjonsradar S-bånd,
- Sagem Vigy 20 EO direktor,
- Mk XII IFF, (transponder og interrogator)
- Condor Systems CS-3701 ESM,
- 2 Mk82 (AN/SPG-62) CW illuminatorer,
- 3 navigasjonsradarer (2 X bånd og 1 S bånd), alle pulsede.

Antenneplatene til SPY-1F er like store (12 fot) som platene til SPY-1D så det er jo mulig å installere SPY-1D antenner og alt det tilhørende ekstrapstyret, men det ikke en mulighet som ikke er særlig aktuell.

FFI prosjektet – 795 behandler ikke fregattenes kommunikasjonsutstyr. COM ESM er forøvrig heller ikke en del av utrustningen til fregattene.

3.3 Våpen til Fridtjof Nansen fregatter

Våpen som er relatert til overvannskrigføring er

- Evolved SeaSparrow Missil i Mk41 VLS,
- 76mm kanon Oto Melara Super Rapid
- Decoy Launcher Terma SKWS DL12
- To 12.7mm manuelt betjente mitraljøser
- NSM antiskipsmissiler 2 launchere á 4 missiler

3.4 Våpenoppgraderinger til Fridtjof Nansen fregatter

I designet av Fridtjof Nansen klassen inngikk en del større utrustning som måtte strykes av

økonomiske årsaker. Konstruksjonen ble imidlertid beholdt for mulige oppgraderinger på et senere tidspunkt. De mulige våpenoppgraderinger som er relatert til overvannskrigføring er;

- 1 40mm kanon eller lignende
- 1 ekstra Mk41 VLS
- 2 stk Nulka Active Off-board Decoy launchere

4 MODELLERING

De enkelte våpensystemene og sensorsystemene må nødvendigvis modelleres. Det er viktig at modellene representerer de egenskapene som kan påvirke ytelse og funksjonalitet som er relevant i en helhetlig systemmodell. Det er også viktig at det er mulig å interface modellene til et større helhetlig totalmodell. De naturlige spørsmålene er da hvorfor, hva og hvordan dette skal gjøres.

Relevant i den sammenheng er referatet fra et møte mellom SFK og FFI i oktober 1999 hvis referat er vedlagt i Appendiks C.

Hvorfor:

Den overordnede hensikten er test og verifikasjon av krav, vurdering av designløsninger og operativ evaluering. Som nevnt i kapittel 2 så er det sterkt ønskelig å vite antatt ytelse av et system uten å måtte gjennomføre virkelige sjøprøver. Dersom man skal prøve å bestemme ytelse mot en trussel som man ikke er i besittelse av, må man modellere og simulere. Skal man fyre av våpen mot mål, er det av tids- og kostnadsgrunner helt nødvendig å modellere og simulere i forkant for at øvelsen for å forsikre seg om at fyringen skal bli hensiktsmessig. I ettertid er det også svært nyttig å logge data fra øvelser og fyringer for å verifisere modeller, analysere resultat og bruke dataene til nye simuleringer for å undersøke potensialet for forbedret ytelse, eliminering av usikkerheter og sjekke robusthet.

Det er uendelig mange permuteringer i hvordan man bruker et ildledningssystem og de tilhørende sensorer og våpen. Bare et fåtall av disse mulighetene kan prøves ut under test og evaluering. Det er imidlertid overkommelig å simulere et stort antall scenarier for å undersøke ytelse og sjekke robusthet.

Forskjellige typer simuleringsverktøy gir mål på ytelse. Bare mål på ytelse er ikke tilstrekkelig i denne sammenheng. Vi vil også vite hvorfor man oppnår den ytelsen man oppnår og hvordan man kan oppnå robust ytelse. Derfor er det nødvendig å ha 'high-fidelity' modeller, dvs modeller av høy troverdighet slik at de forskjellige systemenes karakteristikk blir gjenspeilt i totalmodellens simuleringer og innsikt i svakheter og kritiske aspekter blir synliggjort. Da vil man være i stand til å simulere selvforsvarstaktikker og også å begrunne dem, hvilket FFI ser på som nødvendig. I beslutningen om å utvikle en totalmodell var det avgjørende at man etter fullførelsen ville være i stand til å delta i utvikling av doktriner. Det var sett på som viktig at man har en mulighet for å simulere forskjellige doktriner/taktikker for våpen og sensorbruk nasjonalt og at man ikke måtte være avhengig av US Navy for å få utført slike tjenester. I denne

sammenheng er det ytterst viktig at tidsaspektet med hensyn på forløp blir ivaretatt under simuleringer.

Hva:

Selvforsvarsevnen mot lufttruslene til fregatten ivaretas først og fremst av AEGIS ildledningssystemet med SPY-1F multifunksjonsradaren og ESSM. Det er derfor helt essensielt å modellere disse systemene. Før et engasjement av et mål kan skje er identifisering av det nødvendig og den prosessen spiser av reaksjonstiden. Hvordan og når våpen anvendes er bestemt av såkalte "rules of engagement".

Det er også regler for identifisering, bruk av trusler som f.eks. å belyse et mål med illuminator og skyting av varselskudd som vi må finne ut av og kanskje modellere dersom det har relevans. Hvordan alle sensorer og våpen brukes operativt er vi ikke sikre på, men vi ønsker å tilegne oss den kunnskapen gjennom dette delprosjektet for å produsere realistiske simuleringer.

Hvordan:

Hvordan vi skal kunne bygge opp en totalsimulatormodell er ikke rett frem. En meget viktig faktor er ressursproblematikken. Den ideelle måten å gjøre slike ting på er å bestemme seg for hva en har lyst på, hvordan det skal lages, og så få tilstrekkelig med ressurser til å gjennomføre det. Imidlertid er det begrenset med ressurser. Man regnet med at 4 mann skulle jobbe med luftvernsimulatoren og da sier det seg selv at FFI ikke kan utvikle alt selv. I og med at man har en del forskjellige modeller og andre tilsvarende institusjoner har diverse modeller, besluttet man høsten 1999 at man skulle undersøke muligheter til å anskaffe tilstrekkelig med modeller og integrere disse i en større helhet. Selvsagt måtte man også generere en del modeller selv dersom de ikke kunne oppdrives, men man var villig til å ta i bruk "black box" modeller, dvs at man bruker modeller man ikke har innsyn i. Høsten 1999 var vi klar over at vi ville få et ESSM program som het INTSIM som vi visste svært lite om, men vi visste at det var moduler inne i det som ville være lukket for innsyn.

Et annet viktig moment var at man måtte ta stilling til hvordan man skulle integrere alle modellene. De ville nødvendigvis være skrevet i forskjellige språk og ulike operativsystem. Modeller ville bli tilgjengelige etter hvert så både design og integrasjonen måtte være modulær. Dermed er ett klassisk hierarkisk oppbygd program ikke noen god løsning, da det vil medføre at hele programmet må granskes hver gang en ny modell skal integreres. Med klassisk hierarki menes her strukturert programmering. Imidlertid er objektorientert programmering mer moderne og de fleste kompilatorer støtter slik funksjonalitet.

Videre er en distribuert arkitektur mer attraktiv - nesten nødvendig - for å unngå å granske

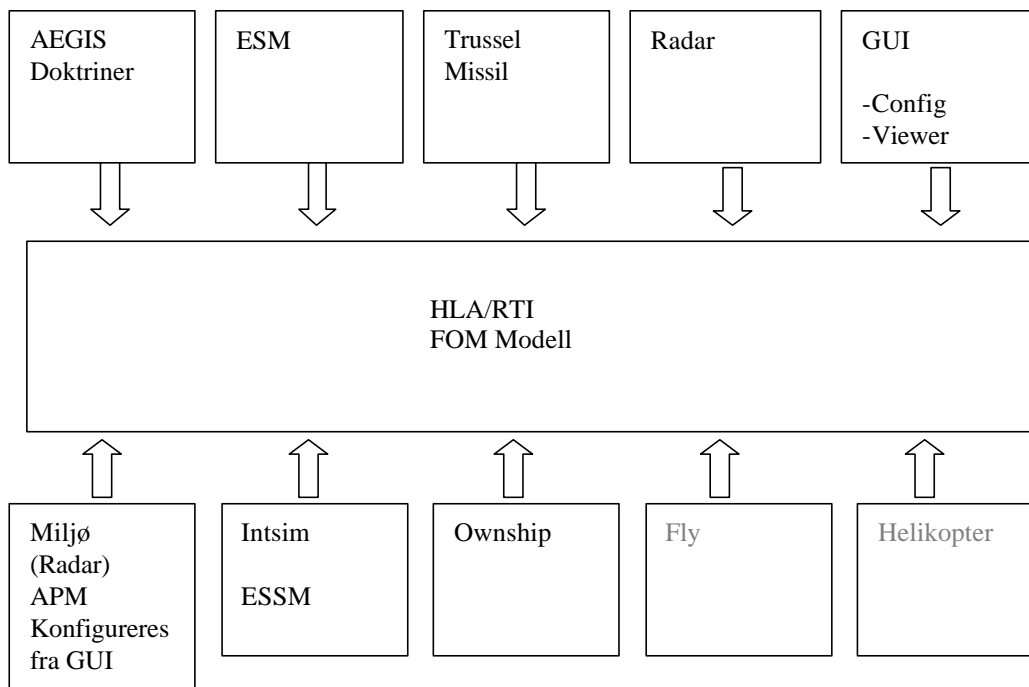
strukturen av programmet hver gang en ny modell integreres. I løpet av 1999 'seilte' HLA (High Level Architecture) opp som en metode for distribuerte systemsimuleringer. HLA var ukjent for oss, men i og med at amerikanske militære myndigheter valgte det som en standard og at våpensystemet var amerikansk, var det en god grunn for å prøve det. Parallelt var det på FFI en egen HLA arbeidsgruppe og man antok at en viss synergi kunne bli gjeldende. Det er en målsetting for FFI å utforske nye metoder og verktøy i informatikk i modelleringsøyemed.

Programvareutviklingsmiljø er selvsagt også viktig. Å kunne standardisere utvikling av simuleringmetoder på verktøy og språk fører til større robusthet med hensyn på medarbeidere og det er letter å trenge gjennom vanskelige spørsmål dersom flere arbeider med de samme verktøyene. Microsoft Visual Studio ble foretrukket. Det ville vært vanskelig å velge noe annet ettersom INTSIM, som er så sentral, er utviklet i Visual Fortran. Visual Studio støtter flere programmeringsspråk som overlapper med språkene som HLA API'ene fra DMSO er tilgjengelige i. Man kunne valgt en annen mellomvarearkitektur, for eksempel CORBA, uten at kostnadene hadde vært enorme, men CORBA har litt annen funksjonalitet. CORBA har sanntidsstøtte og er hendelsesdrevet. HLA synkroniserer simuleringmodellene hvilket er viktig i simuleringssammenheng uten sanntidsstøtte. I ettertid viste det seg at INTSIM ikke er et sanntidsprogram og dermed var ikke sanntid noe mål for totalmodellen.

Ved å standardisere på HLA ønsket man at FFI kunne motta HLA modeller fra bl.a. USA og integrere disse i vår totalmodell. Via Internett ble man klar over at svært mange simuleringprogrammer for US Navy skulle gjøres HLA kompatible. Flere søsterorganisasjoner som DSTO, DERA og TNO har også valgt HLA som en standard hvilket muliggjør samarbeid om modellutvikling og utveksling av delmodeller.

4.1 HLA Infrastruktur

HLA RTI programvare utvikles i regi av DMSO og kan lastes ned fra <http://www.dmsomil> gratis.



Figur 4.1 Illustrativ tegning over HLA infrastruktur for totalmodellen

Hvordan de forskjellige modeller integreres i HLA sammenheng er illustrert i Figur 4.1. Det er viktig å merke seg at Figur 4.1 illustrerer at ikke bare modeller over AEGIS utstyr er integrert, men også modeller over eksterne enheter som for eksempel fly som igjen kan være trusler, nøytrale eller vennligsinnede samt at miljømodeller også må integreres. Det er særs viktig at man har kontroll over miljøbetingelser slik at man forsikrer seg om at alle modeller opererer i ett definert miljø (vind, temperatur, trykk, fuktighet nedbør, bølgehøyde og landmasser).

Det er for øvrig ikke noe magisk ved HLA i den forstand at den inneholder en funksjonalitet som ingen andre infrastrukturer har. For øvrig er Figur 4.1 svært lik de fleste figurer som omhandler integrasjon.

4.2 AEGIS på Fridtjof Nansen klassen

Figur 4.2 som Lockheed Martin presenterte i forbindelse med tilbudet er svært generisk, men det gir et godt utgangspunkt om hva AEGIS innbefatter og en ide om hvordan sensorer og våpen er integrert. Blant annet aner man at EO-sensoren ikke er en del av WCS (Weapon Control System) men knyttet opp til kanonen og at chaff launcher også er direkte tilkoblet ESM og ikke til WCS.

Ser en på Figur 4.3 legger en merke til at amerikanske Arleigh Bruke destroyere har en annen utrustning enn det Fridtjof Nansen klassen vil få. Det er litt forskjell på hva som skal inngå av utstyr på de norske fregattene i henhold til kapittel 3 som ble resultatet av en ferdigforhandlet kontrakt, og tilbudet til Bazan/LM i henhold til Figur 4.2. At det er noen forskjeller er naturlig i og med at Sjøforsvaret har en del særegne krav. Det er viktig å merke seg at Fridtjof Nansen

klassen ikke vil ha ett "Close in Weapon system", missil jammer, Standard Missiler og kun 2 belyserradarer. Spanias F-100 fregatter vil heller ikke ha samme utrustning som USA har eller Norge vil få. Dermed vil Norge ende opp med en unik variant av et AEGIS system. Fridtjof Nansen klassen vil også få SPY-1F radarer som er unike i tillegg til at den ikke vil ha en egen overflateradar. Dermed må SPY-1F benyttes til overflateovervåkning i tillegg til horisontovervåkning, volumovervåkning og full hemisfærisk overvåkning. Hvilke konsekvenser alle disse overvåkningsoppgavene har for missildeteksjon må det bringes klarhet i, spesielt når fregattene opererer i norske kystnære farvann.

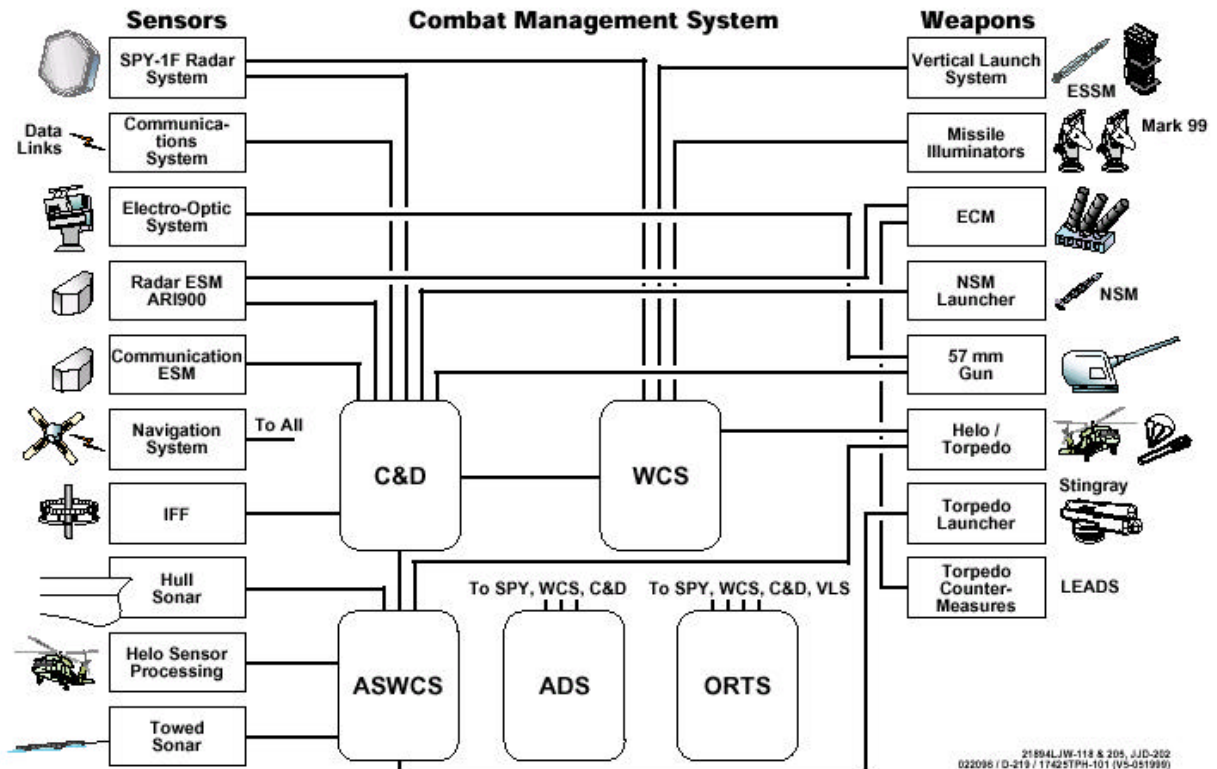
Det er derfor nødvendig at man tar hensyn til disse norske særegenhetene i fastsettelse av doktriner og at en har mulighet for å verifisere dem ved hjelp av simuleringer av hele våpensystemet som inngår i engasjementet. Det er dermed klart at hensikten ikke er å lage en modell av AEGIS systemet, men av de komponentene som inngår i luftvern og missilengasjement. Det ville være alt for omfattende å modellere hele AEGIS systemet med alle tilhørende datamaskiner og alle sensorenes og våpnenes funksjonalitet og egenskaper.

I tillegg ønsker FFI å undersøke hva man kan oppnå ved hjelp av ESM mot radarheimende missiler mht. tidlig varsling. Det er en kjent sak at ESM oftest kan detektere en missilsøker på langt større avstand enn det en radar kan detektere et missil. I og med at det er et skille mellom SPY-1F og hardkill våpen og ESM og softkill våpen ønsker FFI å se hva man kan oppnå ved å utnytte tidlig ESM varsling av trusselmissiler og hvordan man eventuelt skal kunne gjøre det. Det er en kjent sak at sannsynligheten for å unnsnippe treff øker med deteksjonsavstanden.

Hard-Kill/Soft-Kill koordinering er en klassisk problemstilling, men da først og fremst for våpenbruk og ikke sensorbruk. Men i og med at man antar at man har begrensede ressurser til missildeteksjon ved kun SPY-1F, så ønsker FFI å fokusere på denne problemstillingen. Man har bevisst utelatt simuleringsarbeid med SK-våpen dvs. chaff og IR narremidler, pga. mangel på ressurser og tvil om nytten av slike enkle passive narremidler.

Norway Integrated Weapons System Baseline

Combat Management System Basis is Baseline 6 Phase I



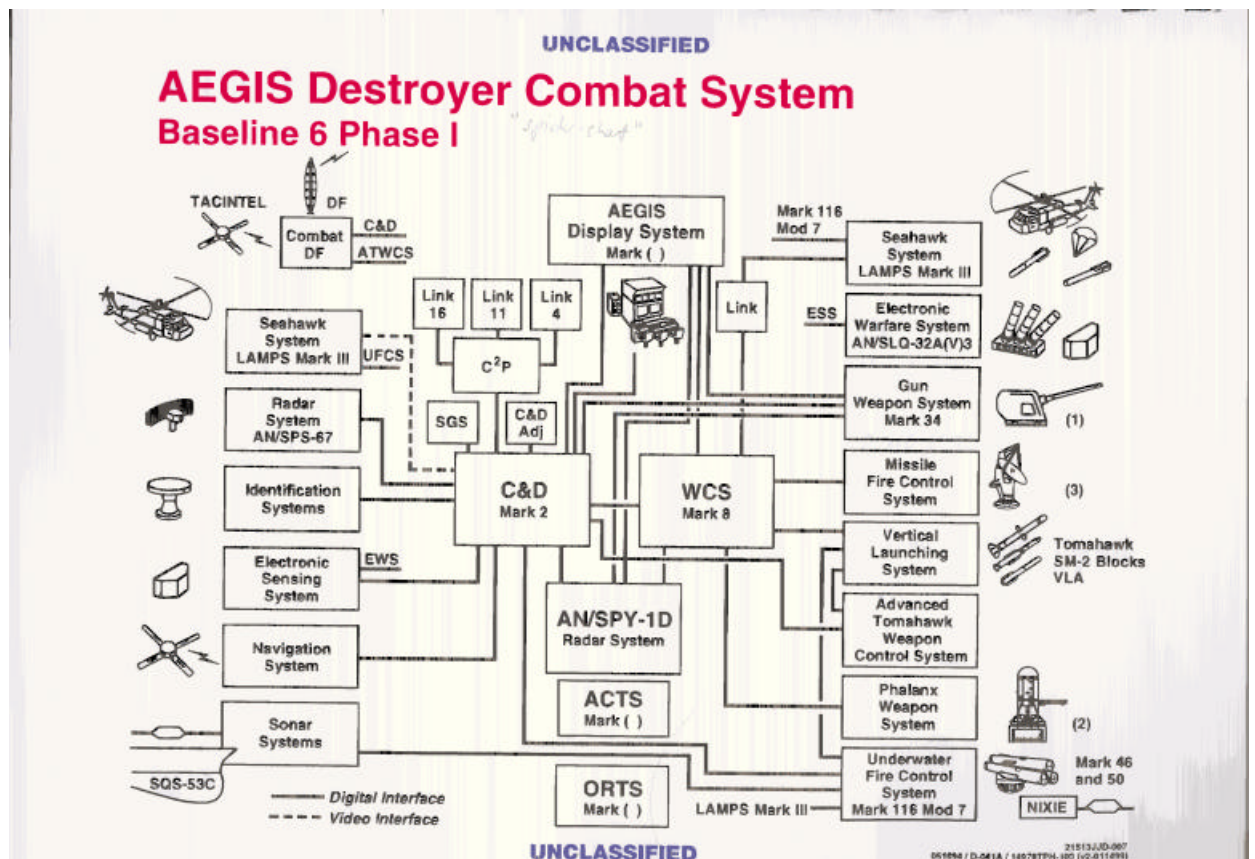
Figur 4.2 AEGIS integrasjons illustrasjon for NF

Fridtjof Nansen klassen vil få en 76mm Otobreda luftvernskanon. AEGIS systemet inkluderer vanligvis en mer grovkalibret kanon (127mm) eksklusivt til overflateformål ved bruk av EO sensoren til ildledning. Det har vært nevnt overfor LM av SFK at man ønsker å bruke kanonen til luftmål med ildledning fra SPY radaren, men det er ikke endelig klart om dette er mulig. LM har muntlig sagt det under forhandlinger, men om LM har lovet det i endelig kontrakts form vet ikke FFI. At US Navy ikke bruker kanon til luftvern henger sammen med at de ikke kun har ESSM våpenet til selvforsvar men også standard missiler, missiljammere og CIWS. Fridtjof Nansen klassen har kun ESSM til selvforsvar og det er da naturlig for FFI å undersøke hva man kan oppnå ved bruk av kanonen. Man er ganske sikker på at ESSM i de aller fleste situasjoner er overlegen en kanon, men det kan være situasjoner hvor det er hensiktsmessig å bruke kanonen i stedet for ESSM som:

- I metningsangrep kan kanonen avlaste den begrensingen 2 illuminatorer er.
- Kanoner er sannsynligvis kjappere til å engasjere med enn ESSM hvilket er viktig for sent detekterte mål,
- Mot noen luftmål som helikopter vil det være sløsing å bruke ESSM med det begrensede antall missiler man har om bord, siden man til vanlig har rikelig med kanonammunisjon ombord.

Man antar at kanonen kun vil være effektiv mot subsoniske mål. Det må undersøkes i hvilken

grad målfølgingen til SPY-1F radaren er egnet til kanonildledning mot supersoniske missiler.



Figur 4.3 AEGIS integrasjons illustrasjon for Arleigh Burke

Miljøet som sensorene skal operere i vil kun bli modellert med hensyn til radarbølgeutbredelse og ikke infrarødt bølgeutbredelse. EO sensoren og målenes termiske signaturer vil ikke bli modellert. Skipets signaturer vil bli gjenstand for arbeidspakke 2.1 som ikke er direkte knyttet til arbeidspakke 2.2.

FFI har gjennom SMP6088 gitt uttrykk overfor LM og US Navy at man ønsker seg modellene SEATRAP, MEDUSA, ENGAGE og SCHEDULE, men har ikke fått svar. FFI er medlem av AEGIS working group som er en mulighet til informasjonsutveksling på government-to-government basis. FFI ønsker å bruke AEGIS working group til å fremme ønsker om modeller og være en kilde for videre relevante kontakter. Resultater og metoder fra tester vil være relevante for begge parter. FFI anser det som nødvendig å ha direkte tilgang til både LM og US Navy, men gjerne i regi av SFK.

4.3 NF Sensor Modeller

4.3.1 SPY-1F radar

SPY-1F radaren tenkes modellert av FFI. Man ønsker da å bygge videre på modeller man har utviklet ifm prosjekt 727 hvor man modellerte deteksjonsevnen til flere overvåkningsradarer. Man må utvikle kompetanse for multifunksjonsradar fordi det ikke på noe tidspunkt før mars

1999 var aktuelt å anskaffe en MFR. Tids- og energibudsjettering blir ett nytt moment samt målfølgning i den sammenheng. SPY radaren må modelleres slik at man gjennom det arbeidet får innsikt i og kunnskap om radaren og senere hvordan man kan bruke radaren i forskjellig sammenhenger. SPY-1F radaren utfører overflatesøk, horisontsøk, long-range søk, volum søk, målfølgning, ESSM up-link og down-link. Brukerne må generere doktriner for bruk av radaren og et viktig verktøy i dette arbeidet vil være bruk av modeller.

4.3.2 IFF

Fridtjof Nansen klassens IFF interrogator og kanskje IFF transponder vil også måtte bli modellert. Vanligvis vil svar eller manglende svar som følge av en interrogering bli avgjørende for om og når et engasjement blir igangsatt. Interrogering tar tid og gjentatt interrogering tar enda mer tid. Dette vil ha betydning for utfallet av et engasjement. Transponderen til det interrogererte objekt vil også måtte modelleres. Sivile fly har transpondere, men uten militære krypterte koder. Prosjektet har lite kjennskap til IFF og bruken av slikt utstyr.

4.3.3 Belysningsradarer

Belysningsradarene er slavet til SPY-radaren via AEGIS systemet. De står på litt forskjellig høyde for og akter og har blindsoner pga. overbygget. INTSIM modellerer belysningen i forbindelse ESSM firing så man vil ta utgangspunkt i den modellen. Ulempen i INTSIM er blant annet at man ikke selv kan spesifisere en refraksjonsprofil og at man ikke har innsyn i flerveispropageringen. KDA har fått kontrakt på å utvikle og produsere belysningsradarene og bruke NERA som underleverandør til RF delen. Siden norske bedrifter skal utvikle og produsere belyserene gjør det straks lettere å få tilgang til data og informasjon om dem. Man vil i ta utgangspunkt i belysermodellen i INTSIM.

4.4 NF Våpen Modeller

I og med at Soft-Kill våpen ikke er inkludert i prosjektavtalen, er det kun ESSM FFI har forpliktet seg til å arbeide med. Men i perioden høsten 1999 og våren 2000 da man prøvde å finne ut hvilke modeller man kunne få fatt i forfulgte man modeller for kanonen også. Det arbeidet viste seg å være tidkrevende, men med god støtte fra fagkontoret på SFK og leverandøren Otobreda har man valgt ikke å avbryte det arbeidet. Fra FFI sin side vil man da fullføre arbeidet med en ballistisk modell, men ikke påbegynne noe modelleringsarbeid av selve kanonen eller ildledningskjeden.

4.4.1 ESSM

INTSIM er modellen som vi har tatt i bruk (2)**Feil! Fant ikke referansekilden.** Det er under utvikling av NAWC-WD (Naval Air Warfare Center - Weapons Division) og har for tiden begrenset funksjonalitet, men det vil komme nye versjoner etter hvert. Vi har ikke oversikt når nye versjoner kommer og ei heller fullstendig oversikt i hvilken funksjonalitet som blir

tilgjengelig i versjonene som kommer. INTSIM simulerer ett 'one-on-one' engasjement med sine egne trusselmodeller. For tiden arbeider man med å integrere INTSIM til HLA, overføre trusselmissilets dynamikk og ESSM missil data via HLA og legge til rette for at man kan simulere flere ESSM missiler parallelt som man gjør i salvefyring.

4.4.2 VLS

ESSM missilene er lagret i MK41 VLS som LM leverer. INTSIM modellerer ikke tidsdynamikken som warm-up og start-up (igangsettelse av termisk batteri og spinn av INS) og slike ting som kan ta betydelig tid. Det er noe modellering i INTSIM som overføring av trussel data og bevegelsen i VLS som induserer bevegelse i ESSM.

I salvefyring er det også en del begrensinger som gjør at ytterligere tidsforsinkelser må påregnes. I praktiske fyringer av missiler opplever man ikke sjelden at missilet ikke fungerer og da må en prøve å få avfyrt et annet missil som igjen tar tid. FFI vet svært lite om VLS og må prøve å få slik informasjon og modeller.

4.4.3 76mm Kanon

I modellering av kanon vil prosjektet ta utgangspunkt i NABK (NATO Artillery Ballistic Kernel), et program for detaljerte ytreballistiskberegninger som er utviklet i regi av NATO med FFI deltagelse (3). FFI har etterspurt ballistiske data fra Otobreda og de ga det de hadde. Imidlertid var de ikke vant med en så detaljert modell som NABK, men sa seg villig til å utarbeide data for oss uten å kreve noe for jobben. Data man har mottatt beskriver løpet og prosjektilene til ammunisjonen i hovedsak. Man har kun sett på SAPOMER (Semi-Armour Piercing OTO Munition Extended Range) og MOM (Multi-role OTO Munition) ammunisjon og ikke AMARTOF (Anti-Missile Ammunition Reduced Time of Flight) som er mest egnet til luftvern i og med at ammunisjonen ikke er ferdig og det ikke foreligger planer om å utvikle ammunisjonen ferdig heller.

Det har tatt litt tid å få data i NABK format, men i og med at man er interessert i å vite hva man kan oppnå i luftvernsammenheng ved bruk av kanonen er det viktig med en så detaljert modell. Det neste blir å verifisere disse dataene ved hjelp av simuleringer av NABK rutiner og sammenlikne disse med skytetabeller.

Dersom det viser seg at man kan treffe rimelig nøyaktig, vil vi vurdere å benytte hovedfags- og/eller sommerstudenter for å utvikle modeller for kanonens bevegelser. Skrogets bøying og vridning mellom radar (eventuelt annen sensor) og kanonfundament er ikke planlagt modellert. Når det gjelder treff er man avhengig av data om nærhetsbrannrøret og en sårbarhetsmodell. I INTSIM er det en sårbarhetsmodell JSEM, men den er lukket for innsyn. Det blir en utfordring å se om man kan gjenbruke JSEM. Nærhetsbrannrør er RF baserte, men det er ikke sikkert at man må modellere på RF nivå for å få tilstrekkelig god representasjon.

4.5 AEGIS modeller

FFI har etterspurt modellene SEATRAP, MEDUSA, ENGAGE og SCHEDULE. Om og når vi vil få dem er veldig usikkert i og med at vi ikke har fått svar. Vi er avhengig av modeller som

representerer måten AEGIS bruker doktriner for identifikasjon av trusler og våpenbruk for at Hjalmar skal representere våpensystemet til Fridtjof Nansen klassen. Det er klart at forskjellige moder som fullt automatisk og halvautomatisk våpenbruk vil påvirke den totale ytelse. Halvautomatisk våpenbruk vil nødvendigvis bli noe mer tidkrevende i og med at operatører kommer inn i bildet. Men i og med at vi har for liten innsyn i AEGIS kan vi ikke si veldig mye om dette foreløpig.

4.6 Eksterne modeller

4.6.1 Trusler

Hovedtrusselen til denne arbeidspakken er antiskips missiler. De kan bli skutt ut i fra alle typer våpenplattformer som kampfly, ubåter, helikopter, kanonbåter, lastebiler, kystfort og andre større krigsskip. I og med at hovedsatsing av arbeidet er for forsvaret av Norge, så er ikke alle våpenplattformene like sannsynlig til å skyte antiskips missiler mot Fridtjof Nansen klassen. Det er helt utenkelig at kystfort vil skyte antiskips missiler mot Fridtjof Nansen klassen, men det er ikke utenkelig at mobile enheter setter i land stridslag med korthold panservern raketter og benytter det mot Fridtjof Nansen klassen. Det mest sannsynlig missilangrep mot Fridtjof Nansen klassen i Norge er missiler avfyrt fra kampfly eller større krigsskip, men ikke nødvendigvis isolert sett. Det vil som oftest være mange forskjellige plattformer både i luften og til sjøs som igjen vil være vennligsinnede, fiendtlige og nøytrale. I tillegg til bevisste angrep har både feil identifisering i krisesituasjoner forekommet, og tekniske feil under øvelser har skjedd som kan medføre at Fridtjof Nansen klassen kan måtte forsvare seg mot antiskipsmissiler fra uventet hold.

Utover heimende missiler finnes det mange trusler som bomber (både styrte og frittfallende), panserbrytende raketter, artilleri og våpenplattformer (kampfly, bombefly, maritime overvåkningsfly, kamphelikopter og lignende) . Der er ingen krav i IWS-SSS'en til å skyte ned slike våpenplattformer, men deres tilstedeværelse må tas hensyn til slik som i et virkelig angrep. Videre vil det være av interesse å vite ytelse til ESSM mht å skyte ned våpenplattformer, men dette omfattes ikke av prosjektavtalen.

4.6.1.1 Missiler

Hovedtrusselen er antiskips missiler. De er definert som både subsonisk, supersoniske lavtflyvende og stupende. Subsoniske missiler var en av de første modeller man tok tak i.

Supersoniske antiskipsmissiler har man ikke noen modell av. Det er igangsatt konfigurering av en generisk supersonisk missilmodell MLSE som ble utviklet ved STC (Shape Technical Center). I faglitteraturen blir subsoniske antiskipsmissiler som man har i vesten betegnet som sakte og intelligente, mens supersoniske antiskipsmissiler, som kun kan brukes i åpne farvann, blir betegnet som raske og dumme. Man vil avvente resultater av arbeidet med å konfigurere MLSE modellen. Dersom man ikke kan bruke MLSE modellen vil man selv utvikle en svært enkel modell.

4.6.1.2 Subsoniske Missiler

I og med at Norge lager missiler (Penguin og NSM) har man tilgjengelig slike modeller. Modellen man tok utgangspunktet i var HITSIM som er en krysning av Penguin og NSM. Den har egenskapen at den kan programmeres til å fly over land i transittfasen og hvor den følger terrengets høydeprofil for å unngå å bli oppdaget. Videre kan en forhåndsprogrammere horisontalbanen med en rekke veipunkter. Disse egenskapene i slike trusler er det veldig viktig at man forsikrer seg at Fridtjof Nansen klassen kan forsvare seg mot. Søkermodellen har ikke prosjektet fått tilgang til. Man ønsker da heller å modellere en enkel RF søker for å finne ut på hvilke avstander Fridtjof Nansen klassen kan detekteres på for slike missiler og på hvilke avstander ESM'en på Fridtjof Nansen klassen kan detektere søkeren på. Man ønsker ikke å bevege seg inn i søkerlogikk og narremiddel problematikken.

En annen modell man har undersøkt er TESS (Tactical Engagement Simulation Suite) sine to simuleringsprogram DASCMP og DASCMPR som er simuleringsprogram for fartøyer som avfyrrer henholdsvis fallskjerm- og rakettbaserte aktive RF narremidler. Av dette kan man forstå at simuleringsprogrammet DASCMP er en modell av SIREN produktet og at simuleringsprogrammet DASCMPR er en modell av Nulka produktet. Disse simuleringsprogrammene er SIMULINK baserte og ved nærmere ettersyn så viste det seg svært vanskelig å ekstrahere en RF søker pga. måten programmet var strukturert på. Dette var kommersielt tilgjengelig program som man kjøpte i prosjekt 727. I og med at SMP6088 har besluttet ikke å anskaffe slike narremidler ser ikke FFI det som viktig i denne omgang å integrere slike modeller i Hjalmar.

I og med at TESS sine produkter kommersielt tilgjengelig sier det seg selv at den programvaren ikke inneholder graderte data eller sannsynligvis har noe spesifikk informasjon om RF delen til narremiddelet. Da må man betvile om resultatene er representative for de reelle produktene. Slike narremidler er ikke med i Fridtjof Nansen klassen sin initialutrustning, men kun som en mulig oppgradering. Skulle denne oppgraderingen vurderes gjennomført eller besluttet gjennomført kan FFI se nærmere på TESS for å foreta mer nøyaktig modellering av narremidlene.

Man vil ta utgangspunkt i en MATLAB modell som FFI utviklet ved FFI for simulering av avledning med RF narremidler (1) for å ekstrahere og videreutvikle en RF søker.

4.6.2 Miljø

I definisjonen av et scenario inngår definisjonen av miljøet. Det er viktig at alle modellene opererer med de samme miljøbetingelsene. Kun under slike forhold kan man få svar på hvordan værforholdene påvirker trusler og egne våpen og sensorer. For eksempel, er det tryggere eller mer farlig for Fridtjof Nansen klassen å krysse Vestfjorden i skikkelig ruskevær eller i pent vær gitt et bestemt antall missiler mot skipet?

I scenario definisjonen bestemmer man seg for hvor de forskjellige elementene er, hva de er og hva de kan og skal gjøre. I scenarier inngår landmasser. I tillegg må man bestemme hvordan miljøbetingelser som vindhastighet, vindretning, temperatur og trykk i luftlagene skal være

definert. Videre må luftfuktighet, nedbør og bølgehøyde også være globalt definert.

De aller fleste simuleringsmodeller forventer at miljøbetingelser er definert eller så antar de standard verdier. Oppgaven blir da å gå igjennom alle simuleringsmodeller og fastslå hvilke miljøverdier man kan bestemme og hvilke man ikke kan manipulere og eventuelt hva som er definert som verdier på miljødefinisjoner man ikke kan manipulere. Når man har gjort det har man da en oversikt over alle modellenes forventning og mulighet av miljødefinisjon. Man må helt sikkert gjøre en del kompromisser og bestemme seg hvor hvordan man definerer miljøet som helhet og lage en applikasjon som genererer data over HLA eller eventuelt filer de forskjellige modellene forventer og nødvendige meldinger slik at modellene kan benytte disse dataene eller filene.

En modell av radarbølgeutbredelse er nødvendig for simulatoren. Spesielt viktig er det at modellen tar hensyn til bølgehøyde, landmasser og flerveispropagering hvor man i stor grad selv kan bestemme refraksjonsprofilen. I og med at de fleste overvåkningsradarer som SPY er beregnet for åpent hav, er det usikkerhet omkring ytelse innaskjærs. Momenter som er ansett som helt nødvendig i denne sammenheng er landmasser (terrengkart), bølgehøyde, og diverse ducting fenomen som fordampningssjikt, overflatesjikt, eleverte sjikt og lignende. Man vurderte å modellere dette selv, men fant ut at SPAWAR som legger ut AREPS (Advanced Refractive Effects Prediction System) også hadde lagt ut en ren propageringsmodell også – APM (Advanced Propagation Model). Den ble prøvd ut litt og man fant noen feil, men den skal ha ovennevnte funksjonalitet. Man har da bestemt seg for å benytte seg av denne programvaren fra SPAWAR som hentes fra <http://www.sunspot.spawar.navy.mil/543/software>.

SPAWAR har også en propageringsmodell for det optiske båndet (Radio Physical Optics model). I og med at vi ikke skal modellere i det optiske båndet er det ikke aktuelt å sette seg inn i den modellen. Skulle det bli aktuelt å modellere EO sensoren, kan det bli aktuelt å benytte denne modellen.

4.6.3 Skip

Målsetning med en skipsmodell er å modellere rull, svai og stamp som funksjon av vind og bølgehøyde, skipets kurs, hastighet, akselerasjon, svinging etc. Skipets bevegelser og orientering vil påvirke sensorenes ytelse og VLS launcheren som igjen vil påvirke skipets signatur som til slutt påvirke ESSM ytelse.

Skipsdynamikk for deplasementfartøyer med stabilisatorer er ikke et fagfelt FFI har engasjert seg i den senere tid. Instituttet har vært involvert i skrog og fremdrift i MTB prosjektet men anser ikke det som veldig relevant. Det vil kanskje la seg gjøre å skaffe en modell gjennom samarbeidspartnere som DERA og lignende eller kanskje fra Bazan. Vi vil ikke legge stor innsats i dette arbeidet.

5 SCENARIER OG SIMULERING

Hjalmar vil bli tilrettelagt for simulering av det FFI antar er relevante scenarier. Dette vil

innebære et geografisk bestemt område med terrenginformasjon og definisjon av alle enhetenes posisjon, kurs, fart, våpenlast og intensjon. Utover det er det usikkert hvor mye som vil bli mulig med hensyn på nøytrale og sivile elementer. Man har ikke tenkt å la mennesker være interaktive i angrepet på eller forsvaret av fregatten. Taktikk vil bli definert før scenariet simuleres.

IFF interrogering vil nødvendigvis modelleres på objekter som virkelig har det. I fagkontorene i Marinen vil det finnes ulike oppfatninger på hvordan man definerer scenarier. Først ved at FFI får vist sin - en egnet til simuleringsformål - måte å definere scenarier på, kan vi gå i dialog med Marinen for felles forståelse. Det antas at flere målgrupper i Marinen vil være interessert med sine forskjellige problemstillinger.

Overflatekrigføring omfattes ikke av prosjektavtalen, men det er klart at de samme systemene blir benyttet og for at simuleringen skal være reelle må slike begrensninger i luftvernsammenheng modelleres på en enkel måte inn. Bla. så blir SeaSparrow missiler benyttet til selvforsvar mot overflatefartøy i AEGIS systemet og dette antar man at det leverte AEGIS systemet også vil ha mulighet til. Kanskje det er tvingende nødvendig?

Det er ikke sikkert at kanonen vil bli eller kan bli benyttet eksklusivt til overflate formål for Fridtjof Nansen klasse fregatter. Slike problemstillinger kan det kun bringes klarhet i ved hjelp av simuleringer og ikke kun ved hjelp av analyse.

5.1 Visualisering

Det er ønskelig å visualisere på flest mulig områder hva som er konsekvenser ved forskjellige valg som for eksempel interrogeringsavstander, identifikasjonsdoktriner, salvevalg, fyringsavstander og forskjellige ressursbruk på SPY-1F radaren. 2D visualisering er godt egnet til å gi innblikk og forstå konsekvenser av slike valg og dermed vil Hjalmar gi et viktig bidrag til taktikkforståelse og begrensninger og muligheter til Fridtjof Nansen fregatter.

Kart og terrengdata ønsker man å benytte for å få innsikt og forstå hva som skjer når fregattene seiler langs kysten i nærvær av skjulende terreng og kanskje reflekterende landmasser. 3D visualisering av forskjellige våpenbæreres sensorer og missilers synsfelt til å oppdage fregatten og visa versa er svært nyttig. Man kan se hvordan de forskjellige objektene beveger seg simultant i 3 dimensjoner og observere dette ettersom hva eller hvilken synsfelt man er interessert i. Dette vil gi innblikk i rutevalg og hvilke konsekvenser å seile nært opp til land har. Under simulering av engasjement kan man se hvordan fregatten forsvarer seg mot mange trusler simultant og man får god innblikk i konsekvenser av salvevalg og fyringsavstander.

For å verifisere taktiske valg må man kjøre statistiske simuleringer som gir innsikt i robusthet til taktikken og kanskje ytelsen til enkelte delsystemer. Slike statistiske variasjoner kan være variasjoner over en type angrepsscenarioer eller det kan gjøres mot et eller flere forskjellige typer angrepsscenarioer.

5.2 Nye modeller

Arbeidet vil konsentrere seg om sensorer, våpen og ildledningssystemet som er kontraktsfestet. Men ved valg av HLA som infrastruktur kan man i fremtiden, uten for mye omprogrammering, introdusere andre modeller som for eksempel standard missil, en ny radar eller radarfunksjonalitet eller andre måter å bruke sensorer og våpen enn det AEGIS systemet tillater for å vurdere nytten av endringer. I den senere tid er det blitt veldig mange dataspill kommersielt tilgjengelig med meget høy realisme for kampfly og lignende. Noen er også gratis og kan hentes via Internett. Grafikken til slike spill er etter hvert blitt veldig imponerende og kan gi ideer til denne simulatoren. Kanskje spillene kan brukes i simulatoren over angripende, nøytrale eller vennligsinnede/samarbeidende enheter? Deres tilstedeværelse vil da være et realistisk element og tillate interaksjon.

APPENDIKS

A FORKORTELSER

API	Application Programmer Interface
APM	Advanced Propagation Model
AREPS	Advanced Refractive Effects Prediction System
CIWS	Close-In Weapon system
DMSO	Defense Modelling and Simulation Office
HK	Hard Kill
MFR	Multifunksjonsradar
SK	Soft Kill
SPAWAR	Space and Naval Warfare Systems Command
STC	Shape Technical Center
TESS	Tactical Engagement Simulation Suite
DASCMP	Decoy Anti-Ship Cruise Missile Parachute
DASCMR	Decoy Anti-Ship Cruise Missile Rocket

B UTDRAK AV PROSJEKTAVTALE 795 FOR DELPROSJEKT 2

I FFIs arbeid vil modeller av plattformen og våpensystemet stå sentralt. Bruken av modeller er nødvendig fordi uttømmende eksperimentering er utelukket av sikkerhetsmessige og kostnadsmessige årsaker. Bruken av disse modellene kan oppsummeres i tre punkter:

Vurdering av designløsninger.

To viktige milepæler for prosjektet i utviklingsfasen vil være Preliminary og Critical Design Reviews (PDR og CDR). Under disse granskningene vil det være viktig å kunne gi tilbakemelding om designløsninger som kan begrense fregattenes overlevelsessevne og/eller operative effektivitet og som det vil være vanskelig å rette opp i en senere fase. Eksempelvis kan senere endringer av dårlige designløsninger for overvannssignaturer ha så store kostnadskonsekvenser at de i praksis er uopprettelige.

Test og verifikasjon.

Her er målsetningen å legge et grunnlag for å verifisere at fregattene vil tilfredsstille kravene under kontrollerte forhold. Deler av den mest kritiske funksjonaliteten, som for eksempel missil- og torpedoforsvar, kan ikke testes under realistiske forhold. Det er derfor nødvendig å benytte simuleringer for å kartlegge systemets ytelser. Modeller spiller også en rolle for å kompensere for variable miljøforhold under testing.

Operativ evaluering.

Her vil fokus være på hvordan fregattene må brukes for å maksimere ytelsen under et bredt spekter av miljø og trusler. Dette krever blant annet utvikling av taktikk og prosedyrer. Spørsmålene som må besvares er: Hvilke oppgaver må utføres? Hvem skal utføre dem? Hvordan og under hvilke betingelser skal de utføres? Det operasjonelle miljøet vil i løpet av fregattenes levetid være i konstant forandring i form av endringer i operasjonstyper og bemanningssituasjon, nytt teknisk utstyr, og trusselutvikling. Dette vil gjøre det nødvendig å

kontinuerlig tilpasse taktikk og prosedyrer til nye betingelser. Prosjektet vil anskaffe, utvikle og/eller tilpasse eksisterende modeller for de to første bruksområdene. Modellene vil imidlertid også bli tilrettelagt for å utgjøre et grunnlag for videre arbeid med punkt 3.

Måledata vil være nødvendig både som inngangsdata til modellene og for å kunne verifisere modellparametre. Forberedelse for innsamling og analyse av data vil derfor utgjøre en viktig del av FFIs arbeid i utviklingsfasen. Dette innebærer blant annet at FFI vil kartlegge hvordan registreringsmulighetene i levert utstyr kan utnyttes best mulig og være med å definere formater og presentasjonsmåter av registrerte data i AU-kontrollsystemet som skal utvikles.

I løpet av tilbudsevalueringen og forhandlingsfasen har det blitt klart at den foretrukne hovedleverandøren har en svak egen kapasitet innenfor enkelte områder. Området signaturreduserende tiltak på overvannssiden vil bli fulgt opp.

FFI har deltatt i både konsept- og definisjonsfasen av fregattprosjektet.

Den mer konkrete delen av prosjektavtalen som omfatter luftvern er i prosjektavtalen:

V3.1.2.2 Arbeidspakke 2.2: Missilforsvar

FFI vil anskaffe, utvikle og tilpasse modeller av utstyret til nye fregatter som vil kunne brukes for å vurdere effektiviteten av missilforsvaret til NF. Det er usikkert om vi vil få tilgang på modeller av AEGIS-systemet (som for eksempel SEATRAP, MEDUSA, ENGAGE og SCHEDULE) fra US Navy som er eier av disse modellene. Mer generiske modeller som er tilpasset AEGIS av Lockheed Martin kan det også bli vanskelig å få frigitt. Vi vil derfor først beskrive målsetningen med modelleringsarbeidet uavhengig av leverandørens (Lockheed Martin/US Navy) modeller.

FFI skal bygge opp en kjede av modeller som modellerer forløpet av et missilengasjement fra deteksjon til avskjæring. Komponentene i en slik kjede vil være:

1. Radarmodell for deteksjon og målfølgning.
2. ESM deteksjon.
3. Identifikasjon. Det vil være nødvendig å modellere den leverte løsningen av sensor og metode for IFF interrogering for å bestemme oppfyllelsen av IWS-kravene. Dessuten vil alternative modeller for løsninger av automatisk eller semiautomatisk identifikasjon være interessant å simulere for å bestemme styrker og svakheter ved løsningen.
4. ESSM-avfiring, baner og våpeneffekt på trusselmissil.
5. Overordnet modell som integrerer resultater fra enkeltmodellene.

FFI vil bruke modellen av ESSM-missilet (INTSIM) som en hovedkomponent i vurderingen av missilforsvaret av nye fregatter. Denne vil være tilpasset AEGIS-systemet ved at kommunikasjonen mellom missilet og SPY-antennen er modellert. Det vil imidlertid være nødvendig å modellere deler av AEGIS-systemet i tillegg for å ha en modell av kontroll og igangsetting av et missilengasjement. Dette gjelder blant annet SPY-radaren og "Command And Decision"-delen av AEGIS. Det vil måtte vurderes hvor tett INTSIM bør integreres med modeller av de andre komponentene i AEGIS.

FFI vil utarbeide en samling detaljerte luftvernscenarier med utgangspunkt i verifikasjonskravene innen luftvern. Disse vil beskrive trusselparametre og -baner og miljøforhold. En taktikk vil måtte implementeres i disse modellene, som for eksempel ESSM fyringspolicy. Det samlede modellgrunnlaget vil utgjøre et verktøy for å kunne simulere bruk av forskjellige typer taktikker i luftvernsammenheng.

Hovedmålsetningen med dette modelleringsarbeidet vil være å etterprøve simuleringsresultater fra leverandøren på tekniske, men ikke operativt nivå og å forberede et grunnlag for videre arbeid med utvikling av reaksjonsregler på operativt nivå. Resultatet av aktiviteten vil være en vurdering av NFs luftvernkapasitet basert på luftvernmisser. Softkill innvirkning på luftvernnytelsen vil ikke bli vurdert.

C BAKGRUNN FOR INNHOLDET I PROSJEKTAVTALEN FOR DELPROSJEKT 2

Oppfølging modeller innen AAW			
Tid (dato, fra kl til kl):	1 okt 99 1030 - 1400		
Innkalt av (avd og person):	Sjøforsvarets forsyningskommando, P6088, KL/Ass PK IWS Torkel Eriksen		
Ordstyrer:	Nils Stensønes		
Deltakere:	Nils Stensønes SFK, Per Nybakken SFK, Jan Monsen SFK, R Nødtvedt SFK, C Irgens SFK, V Børresen SFK, T Eriksen, Arne C.Jenssen FFI, Erik Nordø FFI, M Kinn KNM T, S Willassen KNM T, Rostad KNM T		
Sted:	Lekteren		
Referent:	Torkel Eriksen		
Sak	Diskusjon og Konklusjon	Ansvarlig	Tidsfrist
A.	<p>Ref til agenda for møtet.</p> <p>Ambisjonsnivå for bruk av modellene, 3 alternative nivåer for modeller;</p> <p>I. Test og verifikasjon, bruke modellene kun for å verifisere våre krav.</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Dette vil være punktkrav, og vil være begrenset av spesifikasjonene. Det vil være en mulighet å kunne akseptere at LM verifiserer kravene under kontroll av US Navy. <p>II. Opeval, øke kompetansen til å kunne bruke fartøyet og optimalt utnytte det.</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <p>III. Taktikk- prosedyreutvikling og testfyringer gjennom hele fartøyets levetid.</p> <p>Det er ikke kjent hva vi får tilgang til av modeller og eller kildekoder ifm modeller, imidlertid må forespørsler om dokumentasjon være eksplisitte og det må refereres til MOU-er mellom Norge og USA.</p> <p>De modellene som USN bruker for analyse antas og ikke være like gode for analyse av våre kystnære farvann (littoral warfare). Her kan vi muligens foreta utprøvinger og datainnsamling som kan ha stor interesse for USN.</p> <p>ESSM analyse gjøres i samarbeid med US Navy i ESSM programmet. SFK vil anskaffe INTSIM for fremtidig analyse av ESSM ifm med NF. P6088 vil ta beslutning ila uke 41 om INTSIM skal oppdateres til AEGIS konfigurasjon.</p> <p>Konklusjon:</p> <p>KNM T mener at målet må være å kunne gjøre så mye som mulig selv av analysearbeidet selv, akseptere at det finnes "black boxes" og begrenset innsyn i kildekoder.</p> <p>Der vi ikke får modeller bør US Navy gjøre analyse.</p> <p>P6088 vil ta beslutning ila uke 41 om hvilken konfigurasjon av INTSIM som skal anskaffes.</p>		
B.	<p>Tolkning av verifikasjonskrav.</p> <p>Det er ønskelig at Sjøforsvaret internt blir enige om</p>		

Sak	Diskusjon og Konklusjon	Ansvarlig	Tidsfrist
	<p>ambisjonsnivå og modellene på forhånd, beslutning om modellene skal vente til etter neste forhandlingsrunde..</p> <p>FFI skal utarbeide en spørsmålsliste angående bruk av modeller slik at modeller kan tas inn som en del av forhandlingene om Test&Verifikasjon.</p>		
C.	<p>AEGIS-hardware og –software.</p> <p>SFK bør få prisede opsjoner på 1 til 1 utstyr.</p>		
D.			
Observatører: Sted og dato:	Bergen 4 okt 99	Signatur:	

LITTERATUR

- (1) Jahnsen Berit (99): Study of Active Off-board Decoys in Anti Ship Missile Defense, FFI/RAPPORT-99/00103, RESTRICTED
- (2) Aas Lars Andreas, Mæland Jahn Andreas (2000): PRELIMINARY SIMULATION OF ESSM - Standalone ESSM simulation with INTSIM version 1.01 against NF threats, FFI/Notat-2000/04374, CONFIDENTIAL
- (3) Haarseth Egil, Cappelen Didrik, Dullum Ove (98): NATO ARTILLERY BALLISTIC KERNEL, FFI/RAPPORT-98/05980, IKKE OFFENTLIG

FORDELINGSLISTE

FFIE

Dato: 15 mars 2001

RAPPORTTYPE (KRYSS AV) <input checked="" type="checkbox"/> RAPP <input type="checkbox"/> NOTAT <input type="checkbox"/> RR	RAPPORT NR. 2001/01532	REFERANSE FFIE/795/161.4	RAPPORTENS DATO 15 mars 2001
RAPPORTENS BESKYTTELSESGRAD UGRADERT		ANTALL EKS UTSTEDT 65	ANTALL SIDER 29
RAPPORTENS TITTEL MÅLSETTING OG METODER FOR Å UTVIKLE LUFTVERN SIMULATOREN HJALMAR FOR FRIDTJOF NANSEN KLASSEN FREGATTER		FORFATTER(E) MÆLAND Jahn Andreas	
FORDELING GODKJENT AV FORSKNINGSSJEF:		FORDELING GODKJENT AV AVDELINGSSJEF:	

EKSTERN FORDELING

INTERN FORDELING

ANTALL	EKS NR	TIL	ANTALL	EKS NR	TIL
1		SFK	14		FFI-Bibl
1		v/Kommandør Per Erik Gøransson,	1		Adm direktør/stabssjef
5		v/Kommandørkaptein Christian Irgens	1		FFIE
1		v/Orlogskaptein Vidar Børresen	1		FFISYS
			1		FFIBM
1		FO/SST	1		FFIN
1		v/Orlogskaptein Jarle Vika	1		Vidar S Anderssen, FFIE
			1		Arne Cato Jenssen, FFIE
1		MARINSP/EFI	1		Jahn Andreas Mæland, FFIE
1		v/Kommandør Trond Grytting	1		Erik Nordø, FFIE
			1		Tom Skoglund, FFIE
1		KNM Tordenskjold	1		André Pettersen, FFIE
1		v/Orlogskaptein Stig Ljunggren	1		Berit Jahnsen, FFIE
1		v/Orlogskaptein Ben Lofstad	1		Robert H MacDonald, FFIE
			1		Frode Langset, FFIE
1		FO/E	1		Kenneth Gade, FFIE
1		v/Kommandørkaptein Bjørn Christen Johansen	1		Arild Skjeltorp, FFIE
			1		Kjell Rose, FFIE
			1		Ole Martin Mevassvik, FFIE
1		Erik Løvli, Radian AS Gustava Kiellandsvei 6 3610 Kongsberg	1		Stig Lødøen, FFIE
			1		Kurt A Veum, FFIE, FFIE
			1		Pål Kristiansen, FFIE
			1		Karsten Bråthen, FFIE
			1		Bjørn Jervell Hansen, FFIE
			1		Bjørn Jalving, FFIE
			1		Morten Urdahl, FFIE
			1		Johan Aas, FFIE
			1		Jon Buer, FFIE
			1		Haakon Ljøgodt, FFISYS
			1		Morten Søderblom, FFIBM
			4		Arkiv, FFIE
					FFI-veven

FFI-K1

Retningslinjer for fordeling og forsendelse er gitt i Oraklet, Bind I, Bestemmelser om publikasjoner for Forsvarets forskningsinstitutt, pkt 2 og 5. Benytt ny side om nødvendig.