

FFI RAPPORT

Noen lærdommer fra en modellerings- og simuleringsaktivitet i prosjekt 795 “Nye fregatter”

Andås Harald Erik, Langset Frode

FFI/RAPPORT-2004/03995

**Noen lærdommer fra en modellerings- og
simuleringsaktivitet i prosjekt 795 “Nye fregatter”**

Andås Harald Erik, Langset Frode

FFI/RAPPORT-2004/03995

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-2004/03995 1a) PROJECT REFERENCE FFIE/795/161.4	2) SECURITY CLASSIFICATION UNCLASSIFIED 2a) DECLASSIFICATION/DOWNGRADING SCHEDULE -	3) NUMBER OF PAGES 28		
4) TITLE Noen lærdommer fra en modellerings- og simuleringsaktivitet i prosjekt 795 "Nye fregatter"				
5) NAMES OF AUTHOR(S) IN FULL (surname first) Andås Harald Erik, Langset Frode				
6) DISTRIBUTION STATEMENT Approved for public release. Distribution unlimited. (Offentlig tilgjengelig)				
7) INDEXING TERMS IN ENGLISH: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> a) <u>Modelling & Simulation</u> b) <u>ASW</u> c) <u>Analysis</u> d) <u>Frigates</u> e) <u>Norwegian</u> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> IN NORWEGIAN: a) <u>Modellering og simulering</u> b) <u>Antiubåtkrigføring</u> c) <u>Analyseverktøy</u> d) <u>Fregatter</u> e) <u>Norske</u> </td> </tr> </table>			a) <u>Modelling & Simulation</u> b) <u>ASW</u> c) <u>Analysis</u> d) <u>Frigates</u> e) <u>Norwegian</u>	IN NORWEGIAN: a) <u>Modellering og simulering</u> b) <u>Antiubåtkrigføring</u> c) <u>Analyseverktøy</u> d) <u>Fregatter</u> e) <u>Norske</u>
a) <u>Modelling & Simulation</u> b) <u>ASW</u> c) <u>Analysis</u> d) <u>Frigates</u> e) <u>Norwegian</u>	IN NORWEGIAN: a) <u>Modellering og simulering</u> b) <u>Antiubåtkrigføring</u> c) <u>Analyseverktøy</u> d) <u>Fregatter</u> e) <u>Norske</u>			
THESAURUS REFERENCE: 8) ABSTRACT This report summarises some of the lessons learned in FFI's project 795 "New frigates", focusing on the ASW analysis.				
9) DATE 2004-11-22	AUTHORIZED BY This page only John-Mikal Størdal	POSITION Director		

ISBN 82-464-0918-2

UNCLASSIFIED

SECURITY CLASSIFICATION OF THIS PAGE
 (when data entered)

INNHOLD

	Side
Noen lærdommer fra en modellerings- og simuleringsaktivitet i prosjekt 795 "Nye fregatter"	7
1 SAMMENDRAG	7
2 INNLEDNING	9
3 PROSJEKTBEKRIVELSE	10
3.1 Problemdefinisjon og målsetning	10
3.2 Problemløsning	11
4 NOEN LÆRDOMMER	13
4.1 Erfaringer med prosjektstyring	13
4.2 Erfaring fra spesifikasjon og design av løsning	14
4.2.1 Designdetaljer i spesifikasjon	14
4.2.2 Spesifikasjonens rolle underveis i designet	14
4.3 Erfaringer med å benytte gammel programvare	15
4.4 Erfaringer med å benytte ukjent programvare	15
4.5 Erfaringer med ASW-modellen OSCAR	16
4.5.1 OSCAR: Fordeler og ulemper	19
4.6 Erfaringer med akustikkmodellen LYBIN	20
4.6.1 LYBIN: Fordeler og ulemper	21
4.7 Erfaringer med den undervannstopografiske modellen	22
4.7.1 Bunnkartmodellen: Fordeler og ulemper	22
4.8 Erfaringer med torpedomodellen USIM	23
4.8.1 USIM: Fordeler og ulemper	24
5 OPPSUMMERING	25
6 FORKORTELSER	26
Litteratur	28

Noen lærdommer fra en modellerings- og simuleringsaktivitet i prosjekt 795 “Nye fregatter”

1 SAMMENDRAG

I denne rapporten redegjøres det for arbeid som er gjort i Arbeidspakke 1.3, ”Ubåtbekjempelse”, tilknyttet Delprosjekt 1, “Systemanalyse av undervannskrigføring”, under FFI-prosjekt 795-E/161.4 “NYE FREGATTER”. Arbeidet er en støtte til Sjøforsvarets fregattprosjekt SMP 6088 som ved kontraktsinngåelse med hovedleverandøren gikk inn i utviklingsfasen.

Arbeidspakkens oppgave var å gi en vurdering av FN-klassens effektivitet i ASW-rollen med det valgte IWS og det organiske helikopteret ved, via simuleringer, å estimere den operative effektiviteten til en ASW-styrke (inkludert FN) under sikring av HVU i scenarier utarbeidet sammen med Marinen. Analysen av scenariene skulle videre gi uavhengige indikasjoner på den faktiske sannsynligheten for nøytralisering av ubåt (kravene SS-IWS 3.2.1.1.1.12.1-2) på ulike deteksjonsavstander. Dette er bare mulig ved hjelp av simuleringer, idet man bare da kan ta hensyn til det om skjer etter at torpedo er avfyrt. Videre skulle den være et grunnlag for optimalisert bruk av kampsystemet FN på det taktisk-operasjonelle nivå relevant for OPEVAL.

Arbeidet støtte underveis på utfordringer som var mer kompliserte og tok lengre tid å løse enn forutsatt. Arbeidspakken kom derfor aldri til målet, som var en relativt omfattende analyse av fregattenes ASW-kapasitet. Denne rapporten beskriver intensjonen med arbeidet, de utfordringer dette medførte i forbindelse med modellering og analyse, samt hvordan disse utfordringene ble taklet. Den oppsummerer videre de erfaringene som arbeidspakken har gjort med særlig vekt på relevans i forhold til fremtidige prosjekter (“Lessons learned”).

Hva har arbeidspakken tilført Marinen og FFI?

- Assistanse ved utvikling av SAT2/OPEVAL-prosedyrer (ASW Engagement & Evasion).
- Assistert Luftforsvaret (og Marinen) ved vurdering av dyppesonarer til fregattenes organiske helikopter (P 7660).
- Verdifull erfaring med utvikling av simuleringsverktøy på operativt styrkenivå. Denne kan brukes for å definere et fremtidig verktøy for utvikling av operative doktriner.
- Utvidet og mer detaljert kunnskap om maritim taktikk og maritime operasjoner for FFI.

Hvilke problemområder har vi støtt på?

- Bruk av utilstrekkelig testede, ”ferdigutviklede”, modeller (LYBIN, OSCAR) der ressurser har blitt benyttet til oppgaver vi forutsatte var gjort fra før.
- Ikke avsatt tilstrekkelig tid til å sette oss inn i disse modellene. Man må sette av nok tid til at man klarer å se for seg hvordan man skal implementere ønsket løsning og hvor mye ressurser dette vil kreve. Man må ha satt seg inn i modellen på dette nivået allerede når

man bestemmer seg for at modellen skal tas i bruk. Faren ved å ikke gjøre dette er at man designer en løsning som man ikke har ressurser til å implementere tilfredsstillende.

- Mangelfull testing. Det må avsettes tilstrekkelig tid til testing av både egenutviklet og mottatte modeller. Vi har indikasjoner på at testing av funksjonalitet kanskje tar like lang tid (eller lenger) som implementasjon. Dette kan reduseres ved at man designer for testing. Man kunne kanskje tenke seg dette dekket av et alminnelig prosjektstyringsverktøy, men det vil antakelig bli for generelt. Fokus må være spesifikasjonen for et gitt system og design / implementasjon / testing av dette. Kanskje er det her rom for anskaffelse / design av et egnet verktøy?
- Bedre og tidligere samarbeid med oppdragsgiver på rett nivå, fokusert på hvor detaljert modelleringen må være og hvilken funksjonalitet den trenger for å svare på de interessante spørsmålene.
- Manglende samsvar mellom ressursinnsats og ambisjonsnivå? Det burde på et tidligere tidspunkt vært økt bemanning på prosjektet og/eller redusert på ambisjonsnivået.
- Det har vært for dårlig kommunikasjon mellom arbeidspakkeleder og delprosjektleder / prosjektleder.

2 INNLEDNING

I denne rapporten redegjøres det for arbeid som er gjort i Arbeidspakke 1.3, "Ubåtbekjempelse", tilknyttet Delprosjekt 1, "Systemanalyse av undervannskrigføring", under FFI-prosjekt 795-E/161.4 "NYE FREGATTER". Arbeidet er en støtte til Sjøforsvarets fregattprosjekt SMP 6088 som ved kontraktsinngåelse med hovedleverandøren gikk inn i utviklingsfasen.

Formålet med FFIs arbeid i denne fasen var å bidra til å sikre at Sjøforsvaret får fregatter som tilfredsstillende kravspesifikasjonen, og som gir best mulig ytelse innenfor de begrensninger som eksisterer i prosjektet. I arbeidet stod modellering av plattformen og våpensystemet sentralt. Bruken av modeller er nødvendig fordi uttømmende eksperimentering er utelukket av sikkerhetsmessige og kostnadsmessige årsaker.

En modell for beregning av operativ effektivitet i bekjempelse av en undervannsbåttrussel må inkludere blant annet fregattens sensorer (skrogmontert og tauet sonar), ASW-torpedo og helikopter som sensorplattform og våpenbærer. Disse elementene inngår i en samhandlingsmodell som spesielt omfatter helikopterets eventuelle bruk av dyppesonar og sonarbøyer når det er nødvendig å relokalisere en mistet kontakt, tidsforbruket til helikopteret i rollen som sensorplattform og våpenbærer, samt UVB-ens taktikk for å unnsnippe. Dette gir grunnlag for å trekke slutninger med hensyn til fregattens taktiske overlegenhet i forhold til undervannsbåter. En slik modell ville også kunne være et verktøy for utarbeidelse av anti-undervannsbåttaktikk med hensyn på både sensor- og våpenbruk. I Arbeidspakke 1.3 var oppgaven å estimere den operative effektiviteten til de nye norske fregattene (Fridtjof Nansen-klassen), inkludert det organiske helikopteret, i ASW-rollen, basert på ytelsen til sonarene i det valgte IWS (8), (6).

Tidligere FFI-bidrag til disse problemstillingene er beskrevet i (1), "Undervannskrigføring og nye norske eskortefartøyer, analyse av åpen sjø scenario", (3) "Sammenligning av operativ ASW-effektivitet for sonarkombinasjoner fra to aktuelle leverandører til SMP 6088. Metode og resultater", (5) "Sammenligning av operativ ASW-effektivitet for dyppesonarer fra to aktuelle leverandører til P 7660. Metode og resultater" og (2) "Preliminær analyse av nye norske fregatters effektivitet i undervannsbåtbekjempelse".

Arbeidet støtte underveis på utfordringer som var mer kompliserte og tok lengre tid å løse enn forutsatt. Arbeidspakken kom derfor aldri til målet, som var en relativt omfattende analyse av fregattenes ASW-kapasitet. Denne rapporten beskriver intensjonen med arbeidet, de utfordringer dette medførte i forbindelse med modellering og analyse, samt hvordan disse utfordringene ble taklet. Den oppsummerer videre de erfaringene som arbeidspakken har gjort med særlig vekt på relevans i forhold til fremtidige prosjekter ("Lessons learned").

3 PROSJEKTBEKRIVELSE

3.1 Problemdefinisjon og målsetning

Arbeidspakkens oppgave var å gi en vurdering av FN-klassens effektivitet i ASW-rollen med det valgte IWS og det organiske helikopteret ved, via simuleringer, å estimere den operative effektiviteten til en ASW-styrke (inkludert FN) under sikring av HVU i scenarier utarbeidet sammen med Marinen. Analysen av scenariene skulle videre gi uavhengige indikasjoner på den faktiske sannsynligheten for nøytralisering av ubåt (kravene SS-IWS 3.2.1.1.12.1-2, se (9)) på ulike deteksjonsavstander. Dette er bare mulig ved hjelp av simuleringer, idet man bare da kan ta hensyn til det om skjer etter at torpedo er avfyrt. Videre skulle den være et grunnlag for optimalisert bruk av kampsystemet FN på det taktisk-operasjonelle nivå relevant for OPEVAL.

I utgangspunktet skulle analysen fokusere på "taktiske situasjoner" for FN som kunne komme inn under MFU-paraplyen. Dette skulle gi grunnlaget for et spekter av miljøforhold og operasjonsbetingelser som ville gi en bred karakteristikk av FNs kapasitet under ulike forhold. I løpet av prosjektet ble det opprettet kontakt med "Skole for maritime operasjoner" (SMOPS) ved KNM T som gav signaler om at det var lite ønskelig å knytte analysen opp mot spesifikke geografiske områder, men nyttigere å beskrive en *type* omgivelse og miljø. Det ble derfor besluttet å benytte generiske kart, dvs lage egne kart basert på en oppfatning av de karakteristiske forholdene man ønsket for evalueringen av FN .

Sammen med SMOPS ble det utarbeidet en liste over hovedspørsmål for analysen:

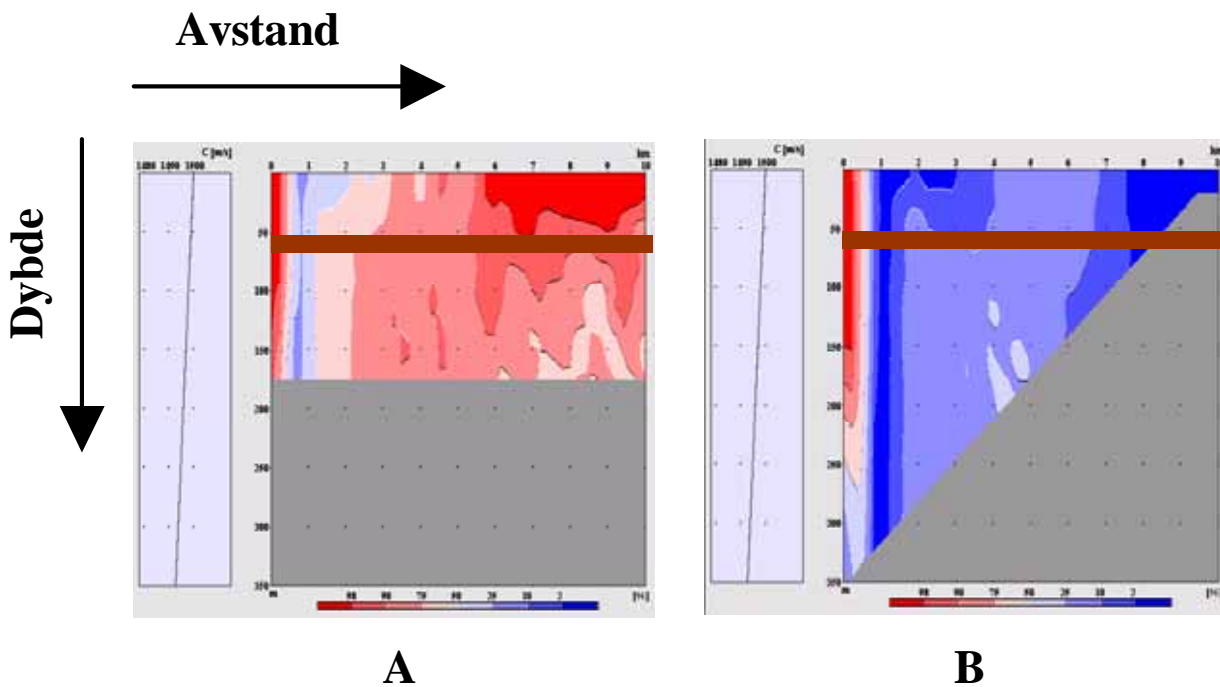
1. Sannsynligheten for å gjennomføre operasjonen uten tap av HVUer.
2. Sannsynligheten for å gjennomføre operasjonen uten tap av eskorter.
3. Sannsynligheten for å detektere en UVB som prøver å komme i angrepsposisjon.
4. Sannsynligheten for å nøytralisere en UVB etter deteksjon.
5. Helikopteret som styrkemultiplikator – rolle og sensorpakke
 - Hva er mest effektiv bruk av helikoptrene under operasjonen for å oppnå deteksjon?
 - Alert 30 (benyttes ofte)
 - Alert 15 (benyttes noen ganger)
 - Alert 5 (benyttes neste aldri)
 - Bokser foran screenet (benyttes ofte)
 - I screenet (benyttes sjeldent)
 - Under hvilke forhold bør vi velge hvilken anvendelse av helikoptrene?
 - Antall tilgjengelige helikopter
 - Oseanografiske forhold
 - Antall tilgjengelige fartøy

- Hvilken sensor (kombinasjon) på helikopteret er mest effektiv for å oppnå deteksjon?
(Radarsøk)
Dyppesonarsøk
Bøyeseøk i kombinasjon med dyppesonar
6. Bruk av FN – skjermings- og sensorpolicy, rutevalg.
- Hva er mest effektiv bruk av fartøyene under operasjonen for å oppnå deteksjon?
Stasjon i screen (benyttes mest)
Kombinasjon av screen og operasjoner foran styrken (benyttes noen ganger)
Bør LFAS og/eller ADS settes på ulike dyp for å øke deteksjonen?
 - Hvilke ruter (innenskjærs, nær land, åpent hav) er mest effektive mht sannsynligheten for å gjennomføre operasjonen uten egne tap?
7. Angrepolicy for skjermingsstyrken
- Hva er mest effektive angrepstype dersom fartøyet har kontakt på sonar?
Fregattens egne våpen
VECTAC
HOVERTAC
 - Hva er mest effektive angrepstype dersom helikopteret har kontakt på dyppesonar?
HOVERTAC
VECTAC med andre fly eller helikopter
8. Er FN i stand til å gjennomføre målfølgning over tid?
9. Hva hvis UVB skifter fokus fra HVU til fregatter som mål i spesielle situasjoner?

3.2 Problemløsning

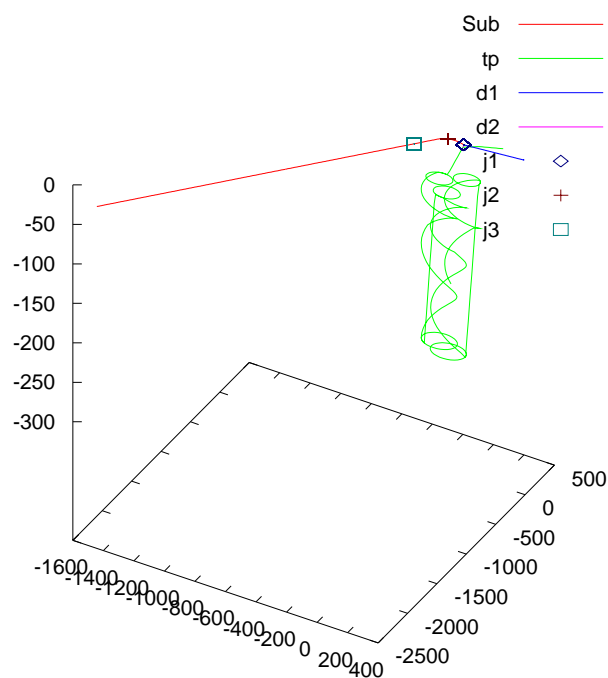
Ved lignende analyser tidligere har simuleringsmodellen OSCAR blitt benyttet. Dette tidligere arbeidet begrenset seg til modellering av undervannsbåtbekjempelse i åpent farvann. Beregninger av ytelsene til enkeltsonarer ble foretatt ved hjelp av den tekniske modellen Generic Sonar Model (GSM). Den operative ytelsen til ASW-styrken ble så estimert ved hjelp av OSCAR. Både GSM og OSCAR er tidligere omtalt i hhv (4) og (1). En slik løsning er ikke tilfredsstillende når man skal utvide modelleringen til kystnært farvann, se f eks Figur 3.1. Hovedproblemet her er knyttet til ønsket om en dynamisk modellering av sonarrekkevidder og ASW-torpedoer, bl a med begrensninger på plattformenes bevegelsesfrihet, variable bunnforhold og aspektvinkler osv. GSM opererer f eks med flat bunn, og må foreta nye beregninger for hver aktuelle UVB-dybde. En mer omfattende diskusjon av denne problemstillingen og forslag til løsninger finnes i (7).

En løsning som tillater dynamisk modellering av sonarytelser er å inkludere beregningskjernen av en akustisk modell i modellen som skal estimere den operative effektiviteten (OSCAR). Vi har benyttet Marinens akustiske modell LYBIN, jf. (10).



Figur 3.1 *Illustrasjon av hvordan bunntopografi påvirker deteksjonssannsynligheten under ellers like forhold. Diagrammene viser deteksjonssannsynlighet som funksjon av dybde og avstand. Rød farge angir høyeste sannsynlighet. Diagrammene er produsert med den akustiske modellen LYBIN. Tilfellet A har flat bunn, tilfellet B har skrå bunn med samme gjennomsnittsdybde som A. Til sammenligning vil GSM for hver beregning produsere kun en tabell med deteksjonssannsynligheter som funksjon av avstand for en gitt dybde (eksemplifisert med horisontal strek på diagrammene ovenfor).*

Tilsvarende har modelleringen av torpedo vært rudimentær i OSCAR, begrenset til run-out av torpedoen og en tilhørende oppslagstabell med treffsannsynligheter som funksjon av utløpt distanse. Særlig i forhold til ASW-torpedoer er dette utilstrekkelig, da søkefasen for denne typen utgjør mesteparten av tidsforbruket i engasjementene og simulering i 3D er essensiell, jf. Figur 3.2. Videre er muligheten til å modellere mottiltak (manøvre, TCM) fra UVB-ens side viktig. En løsning på dette er å integrere en dedikert modell for ASW-torpedo med OSCAR. Vi valgte den FFI-utviklede modellen USIM, se f eks (7).



Figur 3.2 Eksempel på fyring av LWT i OSCAR med en USIM-simulering (3D). Grønn linje viser torpedoens bevegelse, rød linje undervannsbåtens. De blå og lilla linjene markerer decoyene. I dette tilfellet bommer torpedoen.

4 NOEN LÆRDOMMER

I det følgende skal vi prøve å oppsummere de erfaringer vi har fått innenfor modellering av operativ effektivitet av sjøstyrker i bekjempelse av en undervannsbåttrussel med OSCAR og gjennom utvidelsene med LYBIN, USIM og bunnkart. Det er også tatt med noen tanker fra prosjektledelsen.

4.1 Erfaringer med prosjektstyring

- Bedre og tidligere samarbeid med oppdragsgiver på rett nivå, fokusert på hvor detaljert modelleringen må være og hvilken funksjonalitet den trenger for å svare på de interessante spørsmålene.
- Manglende samsvar mellom ressursinnsats og ambisjonsnivå? Det burde på et tidligere tidspunkt vært økt bemanning på prosjektet og/eller redusert på ambisjonsnivået.
- Det har vært for dårlig kommunikasjon mellom arbeidspakkeleder og delprosjektleder / prosjektleder. Det er viktig at de skriftlige rapportene der det rapporteres om status for hver av arbeidsoppgavene definert i de halvårlige planen leveres hver måned slik at man lettere kan se om man ligger foran eller etter planen. I arbeidspakken har disse rapportene bare blitt levert sporadisk. Prosjektledelsen burde ha påsett at dette ble gjort jevnlig etter planen.

- Det er blitt utarbeidet halvårsplaner for arbeidet basert på de oppsatte milepælene. Det er viktig at disse holdes låst i tid og ikke forskyves i tid etter hvert som forsinkelser oppstår. Dersom arbeidsplanene hele tiden forskyves i tid er det vanskeligere å se hvor langt etter de opprinnelige planene man er.

4.2 Erfaring fra spesifikasjon og design av løsning

4.2.1 Designdetaljer i spesifikasjon

Når man arbeider med spesifikasjon av et system, altså å omsette mål/ønsker til krav, er det veldig lett å blande inn meninger om hvordan bestemte løsninger bør se ut. Et problem vil det da være at man ikke alltid overskuer alle aspekter av en løsning før man setter seg ned og studerer designet i detalj. Det er derfor ønskelig at spesifikasjonen dreier seg mest mulig om funksjonalitet og ikke om tekniske løsninger og designdetaljer. I denne arbeidspakken er det to gode eksempler på slike ikke-funksjonelle krav og problemer som oppstår på grunn av dette; kravet om at man skal benytte USIM for torpedosimulering og at man skal bruke HLA som integrasjonsmekanisme.

USIM viste seg å være en meget lite fleksibel modell som det ville kreve for mye ressurser å endre til å kunne brukes for alle de formål som vi ønsket til å begynne med. Vi måtte derfor redusere ambisjonsnivået. Kravet ble derfor ikke oppfylt på alle områder slik det står.

HLA skulle brukes som integrerende arkitektur for USIM og LYBIN. For LYBINs del var hastigheten avgjørende. LYBIN trenger ikke den funksjonaliteten som HLA tilbyr. HLA var altså et feil spor. Når det gjelder USIM ville HLA ha vært en veldig egnet arkitektur, men her var det som ovenfor nevnt ressursene som satte grenser. Risikoen ble for stor slik at vi valgte en annen, noe dårligere løsning.

4.2.2 Spesifikasjonens rolle underveis i designet

Man kan si at spesifikasjonen har to roller under utviklingen av et design, nemlig 1) som utgangspunkt for et mer detaljert design - man bryter ned spesifikasjonens krav - og 2) som en kontrolliste under utviklingen av designet der man kan huke av kravene etter hvert som man har implementert og testet at de er oppfylt.

Selv om spesifikasjonen var forsinket i forhold til prosjektets milepælplaner var denne arbeidspakken tidligere ute (1. febr. 2001) enn f. eks. arbeidspakke 2 (torpedomottiltak). I Ap2 var det kanskje nettopp mangel på en spesifikasjon som var det største problemet med å komme i gang med oppgavene og at vi måtte gjøre redesign forholdsvis sent i prosjektet. I denne arbeidspakken var ikke dette et hovedproblem. Den første store utsettelsen kom på grunn av sen leveranse av en av modellene, LYBIN og til dels store arbeider for å få denne i en stand slik at vi kunne starte integrasjonsarbeidet. Av dette kan vi kanskje lære at en tidlig utarbeidelse av en kravspesifikasjon er en forutsetning for god gjennomføring av et design.

Vi utarbeidet i arbeidspakken et designdokument for de forskjellige bitene som skulle utvikles med utgangspunkt i spesifikasjonen. Dette steget er svært nyttig da det både viser helheten i hvordan systemet skal virke og detaljert hva som må implementeres. Å gjøre dette før man begynner å lage programvare viste seg å være viktig da designet endret seg etter hvert som vi detaljerte det, men man må være åpen for at designet kan endres underveis etter at implementeringen har startet (iterativ designprosess).

Vi var ikke like flinke til å vente med å huke av funksjonalitet som implementert til vi hadde testet den. På den måten får man ikke like god oversikt over hvor mye arbeide som egentlig gjenstår og likeledes at det er ting som man trodde var ferdig som man av en eller annen årsak sliter med å få til å virke. Kanskje kunne man ha flere nivå av ”gjennomførthet” for hvert krav, f. eks. påbegynt, implementert og testet. For at dette skal kunne brukes effektivt som beslutningsgrunnlag, må informasjonen også være tilgjengelig oppover for prosjektansvarlige. Man kunne kanskje tenke seg dette dekket av et alminnelig prosjektstyringsverktøy, men det vil antakelig bli for generelt. Fokus må være spesifikasjonen for et gitt system og design, implementasjon og testing av dette. Kanskje er det her rom for anskaffelse / design av et egnet verktøy?

4.3 Erfaringer med å benytte gammel programvare

I denne sammenhengen er det først og fremst OSCAR som er *gammel*. LYBIN og USIM har måtte tilpasses OSCARs 16-bits-miljø. Detaljene relatert til OSCAR er nærmere beskrevet i avsnitt 4.5.

4.4 Erfaringer med å benytte ukjent programvare

Ved å gjenbruke allerede eksisterende programvare er det mulig å spare ressurser som ellers må til for å utvikle en tilfredstillende funksjonalitet helt fra bunnen av. Dette er imidlertid en sannhet med modifikasjoner:

- Man trenger tid til å sette seg inn i et system. Hvor mye tid man trenger avhenger sterkt av hvor godt systemet er dokumentert og hvor god strukturen i systemet er (i våre dager betyr dette ofte omsatt i praksis: hvor godt systemet følger objektorienterte prinsipper).
- Det tar tid å gjøre endringer i den eksisterende programvaren. Gitt at man har satt seg inn i systemet: Hvor mye tid man trenger avhenger av hvor store endringene er og i hvilken grad man må gjøre strukturelle endringer (dvs. redesign).
- Det tar tid å teste programvare. Hvor mye tid avhenger av hvordan systemet er designet, særlig hvor mange koblinger det er mellom de forskjellige deler av systemet, og hvor god dokumentasjonen er (hvordan skal systemet virke?). LYBIN hadde den ulempe at den har en feilhåndtering som effektivt skjuler feil. I USIM er det mange koblinger mellom de forskjellige deler av systemet slik at en endring ville måtte teste hele systemet på nytt, ikke bare en liten del. For OSCARs vedkommende var modellen (da FFI mottok

den på 90-tallet) så kompleks at daværende prosjekt (og etterfølgende!) ikke fant tilstrekkelig med ressurser til å gjennomføre en grundig test av alle deler av systemet.

Det er viktig å erkjenne at man må teste programvare for at man skal kunne stole på resultatene. Dette må gjøres *selv om* det ikke allerede er manifeste feil. Man kan stole på at andre har testet, men da må det ikke ha vært gjort annet enn helt enkle endringer i systemet etter denne testen. Erfaringsmessig må man heller ikke bygge denne tilliten på at man *antar* at andre har testet. Et godt eksempel her er OSCAR som ble mottatt fra DRA midt på 90-tallet. Man visste da at modellen hadde gjennomgått store endringer, også strukturelle, og det ble brukt ca. 10 måneder på å verifisere funksjonalitet og enklere testing. Man må regne inn ekstra tid for testing når man skal vurdere om man vil ta modellen i bruk, kanskje også gjøre testingen før avgjørelsen tas. Å hoppe over testing kan fort bli en risikabel øvelse. LYBIN er et annet godt eksempel. Vi hadde knapt kjørt modellen mer enn et par ganger før vi stilte spørsmålsteget ved resultatene den gav. Her gjensto det arbeide som kanskje krevde i størrelsesorden like mye ressurser som det allerede var lagt ned i den. USIM ble benyttet slik den var uten særlige endringer (ingen strukturelle). Vi visste at modellen var blitt benyttet tidligere ved FFI i et analysearbeid for ubåt. Testingen var derfor begrenset, men tok allikevel en god del ressurser. Testingen besto for det meste i å verifisere at våre antakelser for hvordan modellen virket var riktige.

I tillegg til det ovennevnte er det også viktig å erkjenne at hvordan og hva programvaren benyttes til også betyr noe for hvor godt den må testes. Det er ikke alltid at nøyaktigheten i resultatene spiller like stor rolle. For et prosjekt som vårt er nøyaktigheten av stor betydning. Dette er først og fremst fordi en feil vil propagere inn i resultatene som blir produsert og derfra vider inn i beslutninger som tas med bakgrunn i resultatene. Dette er helt forskjellig fra f. eks. en prototyp/demonstrator som mer skal virke som en idégenerator, visualiseringsverktøy og testbed for ny funksjonalitet.

4.5 Erfaringer med ASW-modellen OSCAR

Utviklingen av en simuleringsmodell går i hovedsak gjennom fire faser; 1) utarbeidelse av kravspesifikasjon, 2) modelldesign, 3) implementasjon og 4) test og verifikasjon. I denne prosessen vil det forekomme endel iterasjoner av fasene 2), 3) og 4).

Simuleringsmodellen OSCAR ble anskaffet til FFI fra DRA (UK), gjennom det trilaterale UK-NO-NL-samarbeidet, i forbindelse med P645 "Analyse til støtte for Sjøforsvarets valg av nye eskortefartøyer" da det var innlysende at det ikke ville være tid til å utvikle lignende programvare på FFI innenfor prosjektets tidsramme. Modellen ble overført uten vederlag, men mot et løfte om at FFI skulle gi DRA tilbakemeldinger om eventuelle feil som ble funnet under utprøving (modellens brukervennlighet var nettopp blitt oppgradert og funksjonaliteten utvidet via programvareselskapet *logica*). Særlig var det lagt vekt på å utvide helikopterfunksjonaliteten (og innføre AAW-kapasiteter), som utgjorde en av hovedproblemstillingene i analysen.

Hovedrisikoen ved en slik prosedyre er at den effektivt kortslutter utviklingsarbeidet, særlig de

to første fasene. Da modellen ble mottatt var designet ukjent og kravspesifikasjonene uklare, selv om noe dokumentasjon av en tidligere modellversjon ble oversendt fra DRA. Etter mottak av modellen ble arbeidsinnsatsen i denne delen av P645 konsentrert om kompetanseoppbygging innenfor saksområdet og å forstå modelldesignet. Etter hvert begynte også testfasen for de delene av modellen der designet var forstått. DRA fikk så oversendt ett notat med oversikt over de funksjonelle manglene/feilene FFI hadde funnet og de grepene som var tatt for å rette på disse. Før analysene i P645 ble igangsatt hadde prosjektet således skaffet seg oversikt over designet og testet modellen i den grad prosjektet var i stand til det. Likevel var det ikke tid til en *fullstendig* gjennomgang av modellen i den forstand at *all funksjonalitet* var verifisert. Det ble i det vesentlige antatt at funksjonaliteten fulgte dokumentasjonen (for store deler bare i kilde-koden) inntil det motsatte var bevist, eller i det minste indikert med unormale eller uventede resultater ved inspeksjon av modellkjøringer og analyseresultater. Dette gjaldt også ved bruk av modellen i senere prosjekter (P702, P727). Innsatsen fokusert på videreutvikling av modellen tilpasset prosjektenes spesielle behov (innføre Confined Area, MPA, utvide logging av data osv).

I P795 var således situasjonen ved starten at prosjektet hadde tilgang til en modell (OSCAR II) som hadde vært i bruk i flere tidligere prosjekter, og som hadde levert troverdige og aksepterte resultater. I planleggingen la man således vekt på arbeidet med å integrere operasjonsmodellen med en akustisk modell for dynamiske beregninger (LYBIN) og en dedikert torpedomodell (USIM) og de utfordringer dette ville representere (design, implementasjon, test og verifikasjon).

En av hovedutfordringene var å få en modellversjon basert på en kompilator tilpasset et gammelt operativsystem for 16-bit applikasjoner (Borland C++ 4.5 for Windows 3.11) konvertert til en ny versjon basert på en kompilator for 32-bit applikasjoner (Borland 5.0 for Windows NT). Det viste seg etter kort tid at dette ville kreve mer ressurser enn det som var tilgjengelig i prosjektet. Hovedgrunnen var at programvareselskapet *logicas* oppgradering hadde medført en redesign av minnehåndteringen (med bl a nye konstruksjons- og destruksjons-operatorer). Forsøket på konvertering ble derfor oppgitt, da det fremdeles var mulig å arbeide med den gamle modellen og kompilatoren under Windows NT. Ved senere omlegging til Windows XP medførte dette en del problemer knyttet til overføring av data fra OSCAR til Excel regneark via Excels og operativsystemets innebygde mekanismer, men dette var ikke kritisk.

Etter dette gikk prosjektet løs på arbeidet med å integrere OSCAR med delmodellene, først LYBIN, så USIM. Design og implementasjon ble foretatt løpende etter funksjonalitetskravene i (7), så testet. Ressursbruken til test og verifikasjon viste seg gjentatte ganger å bli undervurdert, men oppgaven ble til slutt ferdigstilt, se f eks (2), om enn med betydelige forsinkelser i forhold til de opprinnelige planene for progresjon. Et vedvarende problem i denne fasen var knyttet til den undervannstopografiske modellen, hovedsakelig for bruk til beregninger i LYBIN, men også til navigasjonsformål for plattformene i OSCAR. Dette siste aspektet viste seg å være en stor utfordring, da det var svært vanskelig å finne en effektiv algoritme for å estimere retningen

på en sterkt varierende bunn. Dette arbeidet ble satt bort til en sommerstudent. I ettertid kan vi konkludere med at dette var uheldig, da denne algoritmen var kritisk i forhold til navigasjonsalgoritmen i OSCAR. Imidlertid var det i løpet av prosjektet opprettet kontakt med "Skole for maritime operasjoner" (SMOPS) ved KNM T som gav signaler om at det var lite ønskelig å knytte analysen opp mot spesifikke geografiske områder, men nyttigere å beskrive en *type* omgivelse og miljø. Det ble derfor besluttet å benytte generiske kart, dvs lage egne kart som framhever de geografiske/topografiske egenskapene man ønsker å evaluere FN for. Det er da enklere å variere et gitt sett av egenskaper (f. eks. dypt vann/grunt vann, nær land/langt fra land, smal fjord/bred fjord) uten å få for stor innflytelse fra andre variasjoner som "følger med på kjøpet" ved å bruke virkelige kart fra flere geografiske områder. En slik tilnærming viste seg å være effektiv for de fleste scenarier man tenkte seg for videre analyse med ett unntak (det såkalte "fjordscenariet"). Ved prosjektslutt var det ennå ikke mulig å simulere et tilstrekkelig antall replikasjoner for analyse av dette scenariet.

Under arbeidet med scenariedefinisjoner kom SMOPS frem til at det ville være ønskelig om analysen kunne estimere den midlere varigheten av FNs kontakt med UVB med sin tauede antenne etter initiell deteksjon med eget eller andre fartøy. En slik funksjonalitet var tidligere ikke vurdert, men ble ansett som mulig å implementere i løpet av relativt kort tid, slik at dette ble utsatt til etter at de mer presserende oppgavene var løst. Jobben med å implementere denne funksjonaliteten avdekket alvorlige uoverensstemmelser, relatert til tidsplanleggingen av sonarenes deteksjoner av UVB, mellom dokumentert og faktisk funksjonalitet i OSCAR. Dette skjedde rett før produksjonskjøringer for analysen skulle igangsettes. For å rette opp dette måtte prosjektet bruke av tiden som skulle gått til produksjonskjøringer og analyse, med den endelige konsekvens at analysen ikke kunne gjennomføres innenfor prosjektets tidsramme. Nærmest som en kuriositet kan nevnes at det ble avdekket nye programfeil i LYBIN da to av scenariene til slutt ble kjørt. Dette er dog noe man måtte regne med kunne skje (selv om vi hadde håpet å unngå det), da det ikke tidligere var satt av tid til mer omfattende testing (se avsnitt 4.6)!

Den viktigste lærdommen fra denne arbeidet med OSCAR er relatert til overtagelsen av ukjent programvare (gjelder generelt, se avsnitt 4.4). Det er ytterst viktig at det settes av tilstrekkelige ressurser til testing og verifikasjon av modellen opp mot spesifikasjonen, spesielt i de tilfellene der resultater fra modellen skal benyttes til å estimere faktisk ytelse. Med mindre den aktuelle versjonen av modellen tidligere har vært brukt til å gjennomføre analyser, kan man ikke anta at dette har vært gjort i tilstrekkelig grad. Antagelig bør det brukes tilnærmet like mye ressurser på dette som på implementering av eventuelle endringer og/eller tilleggsfunksjonalitet.

Dernest er det viktig på et så tidlig tidspunkt som mulig sammen med oppdragsgiver å prioritere de spørsmålene en skal svare på. Deretter er det lettere å bestemme hvilken funksjonalitet som nødvendigvis må implementeres og med hvilken detaljeringsgrad. Spesifikt kunne dette ha forkortet tiden brukt til arbeidet med navigasjonsalgoritmen, idet en forenklet løsning sannsynligvis ville vært lettere å implementere. Dette prinsippet ble delvis fulgt i arbeidspakken med gjennomføringen av "Software Requirements Analysis", se (7), men ikke med det taktisk / operative miljøet i Sjøforsvaret, siden dette ikke var direkte representert i prosjektrådet (bare

med ledelsen).

4.5.1 OSCAR: Fordeler og ulemper

Det viktigste fortrinnet til OSCAR er at den er et simuleringsverktøy på operativt styrkenivå: En modell på dette nivået må inkludere bl a fregattens sensorer (skrogmontert og tauet sonar), ASW-torpedo og helikopter som sensorplattform og våpenbærer. Disse elementene inngår i en samhandlingsmodell som spesielt omfatter helikopterets eventuelle bruk av dyppesonar og sonarbøyer når det er nødvendig å relokalisere en mistet kontakt, tidsforbruket til helikopteret i rollen som sensorplattform og våpenbærer, samt UVB-ens taktikk for å unnsnippe. Dette gir grunnlag for å trekke slutninger med hensyn til fregattens taktiske overlegenhet i forhold til undervannsbåter. En slik modell ville også kunne være et verktøy for utarbeidelse av anti-undervannsbåttaktikk med hensyn på både sensor- og våpenbruk.

De viktigste begrensningene omfatter bl a:

1. UVB-taktikk: Den er statisk, og angrep kan ikke unngås ved å variere sensorbruken (f eks aktiv/passiv i samme scenario) for blå styrke idet UVB-en ikke er modellert med egne sensorer. Dermed kan man ikke unngå at konvoien blir ”oppdaget”, men UVB-en kan velge HVU *eller* fregatt som hovedmål. Videre er UVB-oppførselen ikke ”intelligent”.
2. Sensorer: Kan ikke slå sensorer på og av underveis, men kan ha både aktiv og passiv opererende samtidig.
3. Ressurser: Definerte for et gitt scenario, dvs at ressursituasjonen er konstant (gjelder dog ikke helikopterutholdenhet og våpenforbruk). Modellen egner seg dermed best til sammenlignende taktikkstudier, ikke ressursstudier.
4. Anti-shippingtorpedo: Ikke modellert slik at TCM kan studeres i detalj, bare rudimentære manøvrer (policyavgjørelse på USIM).

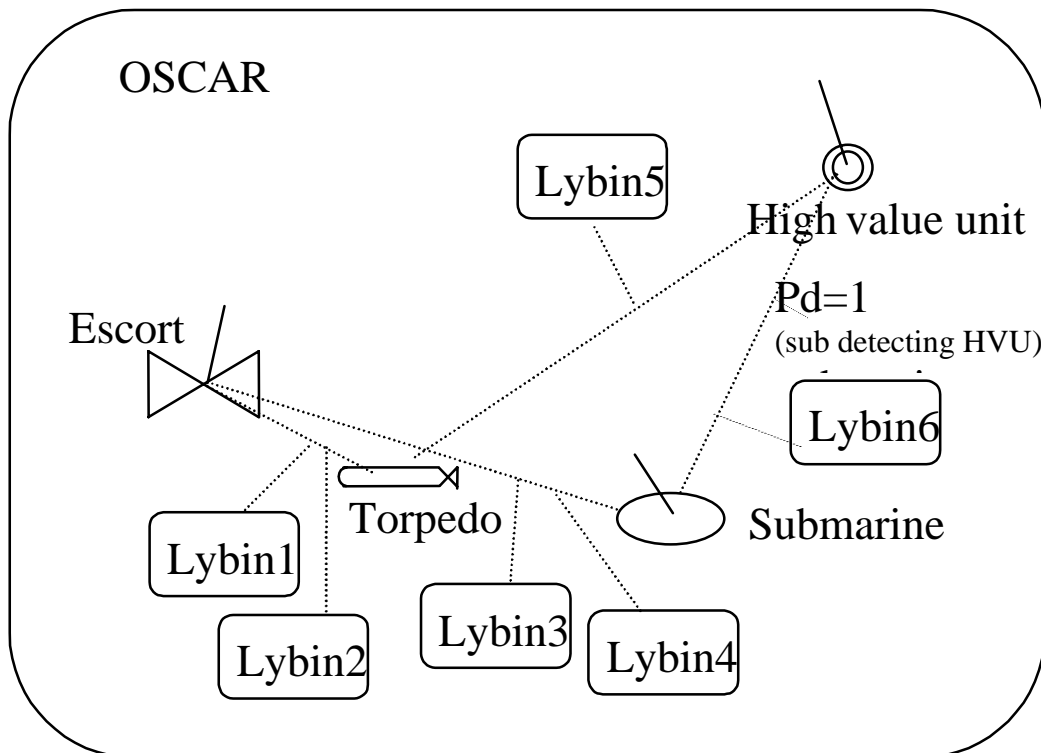
OSCAR er en lukket, stokastisk og hendelsesstyrt modell der hendelsene er drevet av behovet for vekselvirkning mellom UVB og ASW-styrken. Det har ikke vært noe stort behov for en sofistikert UVB-taktikk som innbefatter ressursvariasjon eller sensordueller og OSCAR har derfor implementert en forenklet taktikk-modell. Denne forenklingen er av mindre betydning når modellen skal brukes i analyser av en overflatestyrke, spesielt en eskortestyrke, som man må forvente at UVB vil ha som høy prioritet å angripe. Verre blir det for andre typer scenarier, f eks områdesøk, barriere-operasjoner og lignende, der man kan anta at UVB i stor grad vil legge vekt på å unngå deteksjon. Programvarespesifikasjonen (7) inneholder krav for en mer sofistikert modell for UVB-taktikken, men disse ble tatt ut med godkjenning fra oppdragsgiver pga forskinkelsene.

Likeledes vil en detaljert modellering av en anti-shippingtorpedo krevd at USIM, eller en

tilsvarende modell, hadde måttet bygges opp fra grunnen av. I OSCAR / USIM ble likevel ASW-torpedo prioritert, idet selve søkefasen for disse torpedoene ofte representerer det alt vesentlige av utløpt distanse og de er mer sårbare overfor TCM. For anti-shippingtorpedo består utløpt distanse i det helt vesentlige av run-out, som kan modelleres med detaljeringsnivået som allerede fantes i OSCAR.

4.6 Erfaringer med akustikkmodellen LYBIN

Vi mottok det som skulle være en ferdigutviklet LYBIN fra FLO/Sjø. Det viste seg imidlertid raskt at denne ikke hadde gjennomgått tilstrekkelig testing (hvis noen i det hele tatt). Det var mange kritiske feil i modellen. Deler av modellen (bl. a. raytracealgoritmen) måtte skrives helt på nytt og mange feil ble rettet opp i andre deler av modellen. LYBIN bar også preg av å være utviklet av flere forskjellige personer over tid, enkelte av disse med antatt liten erfaring i utviklingsverktøyet og programmering generelt. Dette gjorde at deler av koden var lite optimal med hensyn til hastighet. Hastighet har vært et viktig aspekt for OSCAR siden det skal kjøres ganske mange simuleringer. I tillegg var vanlig feilbehandling i LYBIN å "late som om feilen ikke oppsto" og å gi et tilsynelatende plausibelt svar der hvor det egentlig skulle ha vært innført unntaksbehandling (f. eks. ved deling med null). Dette er kanskje en enkel metode for å unngå at programvaren krasjer, men det minsker sannsynligheten for å finne til dels alvorlige feil.



Figur 4.1 Alle kombinasjoner av sonarer, target og miljødata tilordnes et særskilt LYBIN-objekt for de aktuelle akustikkberegningene. Her brukes LYBIN til deteksjon av torpedoen med eskortesonaren osv.

Erfaringen her er altså at selv om funksjonaliteten skulle være ferdig implementert gjensto det til dels store arbeider med testing, feilretting og optimalisering. For LYBIN antas disse arbeidene å ha krevd i størrelsesorden like mye ressurser som den innledende implementeringen, men dette vil avhenge sterkt av hvor enkel modellen er å teste. Det er altså viktig å beregne tilstrekkelig tid til uttesting og optimalisering, kanskje i størrelsesorden like mye som man regner med å bruke på implementasjon. Dette kommer i tillegg til å sette seg inn i den ”ferdigutviklede” modellen.

Ved integrasjon i OSCAR ble LYBIN pakket inn og gitt et eget programmeringsgrensesnitt. Noe funksjonalitet ble lagt til for å kunne styre hvor ofte LYBIN skulle beregne nye løsninger. Disse gikk stort sett på å sette brukerstyrte grenser for hvor mye den enkelte inngangsvariable kunne endre seg uten at LYBIN skulle foreta nye beregninger. I tillegg ble LYBIN laget slik at det skulle benyttes et LYBIN-objekt pr. sonar-mål-interaksjon, se Figur 4.1, i stedet for å ha ett enkelt objekt som skulle gjøre alle beregninger. Alt dette til sammen gjør at man minimaliserer parameterendringer i det enkelte LYBIN-objekt og dermed antall nyberegninger som trengs. Dette konseptet har vist seg å fungere meget godt. Denne optimaliseringsgevinsten var en av hovedargumentene for å ikke gå for HLA-lignende løsninger (High Level Architecture) ved integrasjonen av LYBIN.

4.6.1 LYBIN: Fordeler og ulemper

Det viktigste fortrinnet ved å bruke LYBIN er:

Raytracemodellen innfører avhengighet av mange flere variable enn LUT-ene har, dvs. at de varierer underveis i scenariet. De to avhengighetene som sannsynligvis har størst utslag er geografisk plassering i 3 dimensjoner av sonaren og samme av målet. Dette innfører en variasjon i deteksjonssannsynligheten grunnet variasjonen i bunntopografien når sonaren og målet beveger seg. Den muliggjør derfor analyser som er avhengig av varierende bunnforhold, f. eks. om det er bedre å gå nær land der bunntopografien vil gjøre at sonarforholdene varierer mye eller på dypt vann der sonarforholdene er rimelig konstante. Det nye ligger altså i at sonarforholdene varierer underveis i simuleringen. Modellen muliggjør dessuten stokastisk variasjon av viktige parametere som beskriver omgivelsene, noe som er viktig for Monte Carlo-simuleringer.

De største begrensningene ved denne akustikkmodellen er:

1. Fiksring av beregningene geografisk foregår ved at man setter sonaren i en gitt posisjon og beregner i dybde og avstand ut fra denne posisjonen. Modellen er således to-dimensjonal og regner ikke med noen variasjoner ortogonalt på dybde-/avstandsplanet. Modellen antar videre at bunnprofilen som brukes i beregningene ikke heller ortogonalt på dens retning. Dette gir at strålene bare beveger seg i det todimensjonale planet.
2. Det er ingen avstands-/dybdevariasjon i parametrene unntatt lydhastigheten som varierer med dybde og bunnndybde som varierer over avstand. Modellen vil under visse

omstendigheter¹ kunne trenge i størrelsesorden 10 sekunder pr. beregning (mange ståler, mange refleksjoner fra bunn og overflate, store avstander).

3. Noen parametre (f. eks. antall stråler, antall overflate- og bunnrefleksjoner, etc) brukes til å spesifisere egenskaper ved selve modellen. Verdien av disse vil i stor grad kunne avgjøre hvor hurtig modellen beregner. Samtidig vil de avgjøre hvor nøyaktige beregningene blir. Sammenhengen er slik at jo større nøyaktighet, jo tyngre blir beregningene. Disse parametrene må gis en verdi basert på skjønnsmessig vurdering. En slik vurdering må derfor gjøres i forkant av simuleringene, og da fortrinnsvis ved bruk av LYBIN.

4.7 Erfaringer med den undervannstopografiske modellen

Grensesnittet mot bunnkart ble utviklet i prosjektet. Dette ble implementert over samme lest som LYBIN og har fungert godt. Det eneste som kanskje ikke har fungert tilfredstillende er algoritmen for å finne tangenten til dybdekoten i en gitt posisjon. Denne benyttes til å avgjøre hvilken retning man skal prøve å styre til for å unngå å gå på grunn. Det har vist seg at det ikke er en triviell oppgave å estimere en fornuftig retning på denne tangenten. Dette har to hovedårsaker. For det første er det ikke trivielt å lage en generell algoritme som finner den koten som går gjennom et gitt punkt i en gridbasert database. Problemene blir større jo mer kupert bunnen er, f. eks. i typisk norsk skjærgård mot land. For det andre vil denne retningen variere alt etter hvilken skala man betrakter den aktuelle koten i. Skal man bruke tangenten i et gitt punkt, eller skal man betrakte et større område og forsøke å gi en hovedretning i området? Dette gjør at OSCAR ikke alltid finner en taktisk lur retning å bevege seg i.

4.7.1 Bunnkartmodellen: Fordeler og ulemper

Bunnkartmodulen ble først og fremst utviklet for å gi LYBIN tilgang til bunnprofiler, dernest for at de forskjellige entitetene må ta hensyn til farvannets beskaffenhet når de skal stake ut videre kurs eller fyre torpedoer:

1. Torpedofyring: Når en torpedo skal fyres tas det nå hensyn til dybden i området der torpedoen skal fyres. Hvis f. eks. målet ligger bak ei grunne/øy vil torpedo ikke kunne fyres. Dette vil kunne ha stor innvirkning på resultatet av simuleringene.
2. Ubåt: En ubåt som beveger seg inn mot grunnere vann vil nå møte farvann som er grunnere enn sin nåværende dybde. Den vil da enten tvinges til å endre kurs eller til å endre dybde². Begge disse vil kunne ha stor innvirkning på utfallet av simuleringen, kursendringer f. eks. fordi dette kan hindre den i å oppnå sin hensikt, dybdeendringer fordi dette f. eks. typisk vil endre hvor vanskelig den er å oppdage. En ubåt som går neddykket vil også kunne få større begrensninger i det området den kan bevege seg enn et fartøy i overflatestilling.

¹ Forekommer sjelden i de aktuelle scenarioene for analyse.

² Pr. i dag vil kun kursen endre seg da modellen kjører med fast forhåndsbestemt dybde for ubåten.

3. Overflatefartøy: Land/grunner vil kunne hindre videre forflytninger, men samtidig kunne virke som skjul. Bunnprofilen vil derfor i like stor grad påvirke oppførselen til overflatefartøy som ubåt.

De største begrensningene ved denne modellen er:

1. Bunnprofilen inneholder informasjon bare for 2 dimensjoner, dybde og avstand. Variasjoner ortogonalt på denne retningen er ikke med.
2. Estimater av retningen på koten som bryter med dybdekravet er grovt og vil i mange tilfeller kunne være misvisende. Ut i fra den estimerte retningen på dybdekoten gjør man den antakelse at man finner dypere vann enn dybdekoten i en retning som er ortogonal på den estimerte retningen. Denne antakelsen er ikke nødvendigvis riktig. Dette gjelder særlig ved kupert terreng.

4.8 Erfaringer med torpedomodellen USIM

USIM er en uoversiktlig modell som ble laget for å gi svar på helt spesifikke spørsmål. Det er bl. a. veldig mange avhengigheter mellom forskjellige deler av koden, noe som gjør at man trenger dyp innsikt i oppbygging og funksjonsmåte over hele modellen før man kan gjøre endringer utenom de aller enkleste. I praksis ville man antakelig måtte skrive om hele modellen på nytt for å klare å utvide modellen med den funksjonaliteten vi kunne ønske oss. Årsaken til at man tar i bruk en allerede eksisterende modell er at man er ressursbegrenset i prosjektet og håper å øke kost/nytteforholdet på denne måten. Som USIM-modellen viser er man imidlertid da ofte henvist til å godta en del begrensninger eller avvik i forhold til hva man egentlig ønsker seg (dvs. mindre kost og mindre nytte). Dette virker altså inn på i hvilken grad man oppfyller spesifikasjonen til det ferdige produkt. Således bør man altså ha satt seg ganske detaljert inn i programvarekoden før man avgjør om den øker kost/nytteforholdet og bestemmer seg for om man vil benytte seg av den for å oppfylle spesifikasjonen. I vårt tilfelle betyr det at vi burde ha gjort dette *før spesifikasjonen ble utarbeidet*, siden det er spesifikasjonen som sier at vi skal benytte USIM.

Integrasjonen av USIM og OSCAR kunne ha hatt nytte av å benytte seg av mer høynivå arkitekturer som CORBA eller HLA. Dette ville i praksis ha krevd en total omskriving av modellen, noe som ville ha ført til større ressursbehov. Vi gikk for en løsning som lignet den vi benyttet for LYBIN med de begrensningene dette medførte (se særlig pkt 10 nedenfor).

Det har bare vært foretatt helt enkle endringer i USIM-modellen. Dette medfører at sannsynligheten for at vi introduserer nye feil er liten og at vi derfor ikke har trengt å bruke store ressurser på testing. Dette forutsetter imidlertid at de som har benyttet modellen tidligere (ubåtprosjektet ved FFI) har testet denne godt før de har kjørt sine analyser.

4.8.1 USIM: Fordeler og ulemper

De viktigste fortrinnene ved denne modellen er:

1. Innføring av TCM for ubåt
2. Bevegelse med reelle søkemønstre for ASW-torpedoer og ubåt.

De største begrensningene ved modellen er:

1. Modellen har to faste torpedomodeller, Stingray og Dm2a3. Det er stort sett bare søkemønstrene som er modellert for disse torpedoene.
2. Torpedoene har bare søkemønstre som egner seg for firing mot ubåter.
3. Korridorsøkdelen av Stingray-søkealgoritmen er ikke implementert (men vi har implementert et rettløpende søk som erstatning).
4. "Lost contact"-prosedyrer er ikke implementert.
5. Den har bare bevegelsesmodell for ubåt, ikke fregatt.
6. Den har svært enkle TCM-regler og de er beregnet på ubåt.
7. Modellen er geometrisk med parametre for deteksjonsavstander (ingen akustiske betraktninger³).
8. Det er sterk kobling (hardkodet) mellom de forskjellige deteksjonsavstandene for torpedo mot uvb, torpedo mot decoy og torpedo mot jammere. Disse er antakelig gitt ut i fra betraktninger av en gitt torpedo mot en gitt ubåt som bruker gitte motmidler.
9. Torpedoens mål beveger seg bare i horisontalplanet.
10. Modellen kan ikke ta hensyn til hendelser på utsiden av seg selv og vil derfor kunne bryte med forutsetninger som eksisterer på utsiden. Dette gjelder bl. a. topografiske begrensninger, innvirkning fra andre entiteter enn målfartøyet og hendelser i OSCAR-simuleringen som påvirker målfartøyet og som inntreffer etter at simuleringer i USIM er satt i gang. Dette siste kan f. eks. være at målfartøyet skifter kurs av andre årsaker, f. eks. en annen torpedo som er avfyrt. Modellen støtter derfor ikke salvefyringer mot samme mål. Vi kan forenklet si at integrasjonen av de to modellene går bare en vei: USIM er integrert i OSCAR, men OSCAR er ikke integrert i USIM.

³ En versjon med akustikk finnes, men dokumentasjonen for denne er svært dårlig og det er uklart hvorvidt modellen var ferdig.

5 OPPSUMMERING

Arbeidspakkens oppgave var å gi en vurdering av FN-klassens effektivitet i ASW-rolle med det valgte IWS og det organiske helikopteret ved, via simuleringer, å estimere den operative effektiviteten til en ASW-styrke (inkludert FN) under sikring av HVU i scenarier utarbeidet sammen med Marinen. Analysen av scenariene skulle videre gi uavhengige indikasjoner på den faktiske sannsynligheten for nøytralisering av ubåt (kravene SS-IWS 3.2.1.1.1.12.1-2) på ulike deteksjonsavstander. Dette er bare mulig ved hjelp av simuleringer, idet man bare da kan ta hensyn til det om skjer etter at torpedo er avfyrt. Videre skulle den være et grunnlag for optimalisert bruk av kampsystemet FN på det taktisk-operasjonelle nivå relevant for OPEVAL.

På grunn av ressursituasjonen ble det i utgangspunktet besluttet å gjenbruke allerede eksisterende programvare (FFIs ASW-modell OSCAR og torpedomodell USIM, samt Sjøforsvarets akustiske modell LYBIN) for å spare det man hadde trengt på ressurser for å utvikle en tilfredstillende funksjonalitet helt fra bunnen av. Dette er imidlertid en sannhet med modifikasjoner, idet en slik prosedyre effektivt kortslutter modellutviklingsarbeidet, særlig de to første fasene (kravspesifikasjon og modelldesign). Hovedrisikofaktor er TTT (Ting Tar Tid):

- Man trenger tid til å sette seg inn i et system. Hvor mye tid man trenger avhenger sterkt av hvor godt systemet er dokumentert og hvor god strukturen i systemet er.
- Det tar tid å gjøre endringer i den eksisterende programvaren. Gitt at man har satt seg inn i systemet: Hvor mye tid man trenger avhenger av hvor store endringene er og i hvilken grad man må gjøre strukturelle endringer (dvs. redesign).
- Det tar tid å teste programvare.

Det er viktig å erkjenne at man *må* teste programvare for at man skal kunne stole på resultatene. Dette må gjøres *selv om* det ikke allerede er manifeste feil. Man kan stole på at andre har testet, men da må det ikke ha vært gjort annet enn helt enkle endringer i systemet etter denne testen. Erfaringsmessig må man heller ikke bygge denne tilliten på at man *antar* at andre har testet.

Hva har så arbeidspakken tilført Marinen og FFI?

- Assistanse ved utvikling av SAT2/OPEVAL-prosedyrer (ASW Engagement & Evasion).
- Assistert Luftforsvaret (og Marinen) ved vurdering av dyppesonarer til fregattenes organiske helikopter (P 7660).
- Verdifull erfaring med utvikling av simuleringstøytøy på operativt styrkenivå. Kan brukes for å definere et fremtidig verktøy for utvikling av operative doktriner.
- Utvidet og mer detaljert kunnskap om maritim taktikk og maritime operasjoner for FFI.

Hva skulle arbeidspakken ha tilført Marinen?

- Uavhengige indikasjoner på den faktiske sannsynligheten for nøytralisering av ubåt (kravene SS-IWS 3.2.1.1.1.12.1-2) på ulike avstander idet man bare ved simuleringer tar hensyn til det om skjer etter at torpedo(er) er avfyrt.
- Et grunnlag for optimalisert bruk av kampsystemet Nansen.

- Hvordan bør helikopteret brukes i forskjellige situasjoner?
- Hvordan bruker helikopteret sensorene (dyppesonar og sonobøyer) mest effektivt?
- Sammenligne ytelsen av undersøkte operativ taktikker og rutevalg.

Hvilke problemområder har vi støtt på?

- Mottatt utilstrekkelig testede ”ferdigutviklede” modeller (LYBIN, OSCAR) der ressurser har blitt benyttet til oppgaver vi forutsatte var gjort fra før.
- Ikke avsatt tilstrekkelig tid til å sette oss inn i allerede utviklede modeller. Man må sette av tilstrekkelig tid til at man klarer å se for seg hvordan man skal implementere ønsket løsning og hvor mye ressurser dette vil kreve. Man må ha satt seg inn i modellen på dette nivået allerede når man bestemmer seg for at modellen skal tas i bruk. Faren ved å ikke gjøre dette er at man designer en løsning som man ikke har ressurser til å implementere tilfredsstillende.
- Mangelfull testing. Det må avsettes tilstrekkelig tid til testing av både egenutviklet og mottatte modeller. Vi har indikasjoner på at testing av funksjonalitet kanskje tar like lang tid (eller lenger) som implementasjon. Dette kan reduseres ved at man designer for testing (f. eks. innebygd testfunksjonalitet, egne scenarioer der man kjenner svaret på det man vil teste, testprogram som man kjører modellen gjennom med jevne mellomrom under utviklingen for å sjekke om man influerer på andre deler av systemet, osv.). Man kunne kanskje tenke seg dette dekket av et alminnelig prosjektstyringsverktøy, men det vil antakelig bli for generelt. Fokus må være spesifikasjonen for et gitt system og design / implementasjon / testing av dette. Kanskje er det her rom for anskaffelse / design av et egnet verktøy?
- Bedre og tidligere samarbeid med oppdragsgiver på rett nivå, fokusert på hvor detaljert modelleringen må være og hvilken funksjonalitet den trenger for å svare på de interessante spørsmålene.
- Manglende samsvar mellom ressursinnsats og ambisjonsnivå? Det burde på et tidligere tidspunkt vært økt bemanning på prosjektet og/eller redusert på ambisjonsnivået.
- Det har vært for dårlig kommunikasjon mellom arbeidspakkeleder og delprosjektleder / prosjektleder.

6 FORKORTELSER

AAW	Anti Air Warfare
ADS	Active Dipping Sonar
ASW	Anti Submarine Warfare
CORBA	Common Object Request Broker
FLO	Forsvarets logistikkorganisasjon
FN	Fridtjof Nansen
GSM	General Sonar Model
HLA	High Level Arcitecture
HVU	High Value Unit
IWS	Integrated Weapon System
LFAS	Low frequency array sonar
LUT	Look Up Table

LWT	Light Weight Torpedo
LYBIN	Navn på en undervannsakustisk modell
MPA	Maritime Patrol Aircraft
OPEVAL	Operativ evaluering
OSCAR	Navn på en simuleringsmodell for maritim krigføring
SAT	Sea Acceptance Test
SMOPS	Skole for maritime operasjoner
SMP	Sjøforsvarets materialprosjekt
TCM	Torpedo Countermeasure
USIM	Navn på en simuleringsmodell for Stingray torpedo fyrt mod ULA-klasse undervannsbåt
UVB	Undervannsbåt

Litteratur

- (1) Ljøgodt J H (1996): Undervannskrigføring og nye norske eskortefartøyer, Rapport fra delprosjekt 1, delaktivitet 1b, analyse av åpen sjø scenario, FFI/RAPPORT-96/03555, KONFIDENSIELT
- (2) Andås H E (2002): Preliminær analyse av nye norske fregatters effektivitet i undervannsbåtbekjempelse, FFI/RAPPORT-2002/02447, KONFIDENSIELT
- (3) Andås H E (1999): Sammenligning av operativ ASW-effektivitet for sonarkombinasjoner fra to aktuelle leverandører til SMP 6088, Metode og resultater, FFI/RAPPORT-99/04979, KONFIDENSIELT
- (4) Karlsen M, Knudsen T (1999): Simulated performance of sonar systems offered to P6088, FFI/RAPPORT-99/02477, RESTRICTED
- (5) Andås H E (2000): Sammenligning av operativ ASW-effektivitet for dyppesonarer fra to aktuelle leverandører til P 7660, Metode og resultater, FFI/RAPPORT-2000/05871, KONFIDENSIELT
- (6) KDA (2000): System / Segment Design Document for AEGIS National World of Integrated Weapon System, SSDD60180648, KDA PROPRIETARY
- (7) Andås H E (2001): Software Requirements Analysis for an Extended ASW Model, FFI/RAPPORT-2001/00668, UNCLASSIFIED
- (8) LMOC (2001): System / Segment Design Document for The Integrated Weapon System for Norway New Frigate (NNF) Program, Rev C, IZAR No 832-4-32-001-0H, COMMERCIAL IN CONFIDENCE
- (9) NAVMATCOMNOR (1998): P6088 New Frigates, Requirements Baseline 5.0, SSS-NF og SSS-IWS.
- (10) NAVMATCOMNOR (2000): LYBIN 2.0 Technical Documentation, SGP-108(C) Part B, UNCLASSIFIED.