



Femton år med marinens doktorandprogram

EVA DALBERG, LARS HÖSTBECK



FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1350 anställda varav ungefär 950 är forskare. Detta gör organisationen till Sveriges största forskningsinstitut. FOI ger kunderna tillgång till ledande expertis inom ett stort antal tillämpningsområden såsom säkerhetspolitiska studier och analyser inom försvar och säkerhet, bedömning av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot och hantering av farliga ämnen, IT-säkerhet och nya sensorers möjligheter.



FOI
Totalförsvarets forskningsinstitut
Systemteknik
164 90 Stockholm

Tel: 08-555 030 00
Fax: 08-555 031 00

www.foi.se

FOI-R--1873--SE
ISSN 1650-1942

Systemteknik
Användarrapport

November 2005

Femton år med marinens doktorandprogram

Omslagsbild: Försvarets bildbyrå

Förord

I skrivande stund kommer marinens doktorandprogram, som varit i gång i olika former sedan 1990, att avslutas under 2005. Därmed har vi betraktat rapporten som en slutrapport, med ambition att ge en kortfattad överblick över projektets verksamhet under hela den period det varit igång. Vi har gått igenom det skriftliga material som finns bevarat på FOI från de gångna åren. Detta material är från vissa perioder ymnigt, medan det från andra är mer sparsamt bevarat. Detta skriftliga material har kompletterats med intervjuer genomförda under hösten 2004 med olika personer som på ett eller annat sätt haft med programmet att göra.

Ett arbete av den här karaktären kommer alltid att präglas av författarnas bakgrund och erfarenheter. Lars Höstbeck är civilingenjör, Teknisk Fysik, KTH och har varit anställd vid FOI sedan 1995, under åren 1995-1999 som operationsanalytiker med inriktning mot marina frågeställningar, och under perioden 2000-2002 som institutionschef för Institutionen för Marina sensorsystem. Sedan 2003 är han biträdande avdelningschef för Avdelningen för Systemteknik vid FOI där en stor del av undervattensforskningen inom myndigheten utförs. Lars Höstbeck har varit projektledare för *Forskningsprogram Marin Teknik* sedan 2002. Eva Dalberg är doktor i astropartikelfysik, anställdes 2000 vid FOI som forskare inom undervattens teknik och var under 2003 institutionschef för Institutionen för Hydroakustik.

Stockholm 2005-12-01

Lars Höstbeck

Eva Dalberg

Sammanfattning

Marinens doktorandprogram var ett projekt där den svenska försvarsmakten under 15 år finansierade forskarutbildning och forskare aktiva inom hydroakustik vid svenska tekniska högskolor. Denna rapport beskriver kortfattat programmets historia och innehåller ett försök att sammanfatta den nytta programmet haft.

Programmet startades som en följd av det kompetensbehov den svenska marinen hade i ljuset av de ubåtsincidenter som präglade det svenska försvaret under 1980-talet. Syftet var att höja den nationella akademiska nivån avseende undervattens teknik och en åtgärd var att ett antal forskarstuderande skulle kunna antas med inriktningar som kanske enbart hade begränsat civilt intresse, men av stort intresse för Marinen.

Sedan starten 1990, som skedde på uppdrag av ÖB, har programmet letts och administrerats av FOA/FOI. Deltagande högskolor har under hela programmets gång varit Kungliga Tekniska Högskolan (KTH), Chalmers Tekniska Högskola (CTH) och Lunds Tekniska Högskola (LTH).

Avtalen mellan de ingående parterna har under åren förändrats, dels beroende på förändrade principer för finansiering av forskarstuderande vid högskolorna, dels pga. FOAs förändring från anslags- till uppdragsfinansierad myndighet. De ekonomiska ramarna har under programmets gång minskats. Tillsammans med de förändrade villkoren för doktoranders finansiering har den ursprungliga tanken att 10 doktorander skulle kunna finansieras parallellt reducerats till en verklighet där endast en doktorand ryms inom ramarna. Utöver doktorander har även forskare som varit adjungerade eller agerat handledare vid högskolorna haft viss finansiering från programmet.

Totalt har nio doktorander och tre forskare deltagit i programmet. Två tredjedelar av programmets doktorander återfinns idag inom den svenska marina undervattenssfären.

Några år in på programmet formulerades fyra grupper av argument för programmets fortlevnad. Dessa var att programmet bidrog till nationell strategisk kompetens, nätverk försvar-industri-UoH, synergi- och samordningsvinster samt internationellt samarbete.

När nu programmet läggs ner kan konstateras att det har bidragit till kompetensuppbyggnad inom det hydroakustiska området. Flera personer som deltagit i programmet arbetar idag med undervattensfrågor inom försvarssektorn. Under en period existerade ett väl fungerande nätverk inom området. Dock tappades nätverket då programmet i sig under en period i mitten på 90-talet var mindre tydligt, och har sedan inte återuppstått. Det går inte att påvisa att synergi och samordningsvinster skulle ha uppstått i någon större utsträckning. Vi har inte heller kunnat se att programmet lett till ett större antal internationella samarbeten.

En av huvudorsakerna till att programmet startades var att området var svagt representerat inom den svenska högskolevärlden. Detta syns tydligt inte minst inom FOIs institutioner för undervattensforskning, som är en miljö med många disputerade forskare, men där endast en mindre andel har disputerat inom en disciplin med koppling till undervattensfrågor. Idag är tre av programmets tidigare doktorander anställda inom FOI. FOI har därmed fått god nytta av programmet.

Kunskapsuppbyggnad och forskning på djupet är tidskrävande processer. Detta leder till en konflikt mellan avtappning och långsiktig uppbyggnad av kunskap. Doktorandprogrammet är unikt genom att ha så starkt fokus på kunskapsuppbyggnad och genom att programmet har verkat under så lång tid. Många av de intressenter vi intervjuat har sett positivt på denna långsiktighet, som idag är sällsynt.

Innehåll

Förord.....	3
Sammanfattning	5
Programmets bakgrund och verksamhet.....	9
Ett forskningsprogram startas upp	9
Förutsättningarna förändras	11
Avtal och finanser	13
Finansiering av doktorander	14
Finansieringsutveckling	15
Vilka har de varit – vad gör de idag?	17
Programmets effekt och nytta	19
Ny kunskap och kompetens	20
Långsiktig forskning	20
Ekonomisk utväxling	21
Nätverk	22
Rekommendationer	23
Bilaga 1 - Avhandlingarna.....	24
Studies of acoustic pulse propagation in relaxing and bubbly liquids	24
Transmission of structure-borne sound in ships: application to a prediction model	24
Design and implementation of a programmable, wideband sonar for sediment mapping	25
Hydroacoustic matched field methods for modal analysis and source localization	27
Prediction of sound radiation from vibrating slender bodies by efficient integral method	28
Influence of acoustic interaction between cavities that generate cavitation noise	29
Homogeneous models of anechoic rubber coatings	29
Simulation of Cavitating Flows for Marine Applications	30
Bilaga 2 - Ramavtal.....	31
Bilaga 3 - Doktorandavtal	34
Bilaga 4 - Projektansvariga vid FOI	41
Källor och Bibliografi.....	42
Intervjuer	42
Skriftliga källor	42
Avhandlingar inom programmet	42
Övrigt källmaterial	43

Programmets bakgrund och verksamhet

Under 1980-talet var det ubåtsjaksproblematiken som i någon mening dominerade Försvarets operativa verksamhet. Att i fredstid jaga ubåt med skarpa vapen har visserligen förekommit hos stormakterna, men att ett land så offentligt och under så lång tid som Sverige, ägnade avsevärda resurser till att jaga ubåtar i trånga och grunda vatten måste anses vara unikt.

I början av 1980-talet var den svenska ubåtsjaksförmågan svag såväl tekniskt som taktiskt. Tidigare försvarsbeslut hade avrustat Marinen dess ubåtsjaks-kapacitet och utvecklingen av nya system hade varit svag. Ubåtskränkningarna ändrade detta, men utvecklingen gick trögt. En bidragande orsak till denna tröghet var avsaknaden av högre akademisk utbildning inom framförallt hydroakustik. Det saknades helt enkelt forskare med en forskarutbildning inriktad mot undervattensfrågor.

Ett forskningsprogram startas upp

Under 1986-90 drevs vid dåvarande FOA¹ *Huvudprojekt Ubåtsskydd* vars syfte var att stödja Marinen i uppbyggnaden av den svenska ubåtsjaksförmågan. Som en spin-off från detta projekt startade diskussionerna om att stödja de tekniska högskolorna ekonomiskt så att ett antal forskarstuderande skulle kunna antas med inriktningar av stort intresse för Marinen men kanske enbart av begränsat civilt intresse².

Ett förslag till program togs fram av FOA och FMV och presenterades för ÖB 1989³. FOA föreslogs bli huvudansvarig för programmet och en samordningsgrupp, senare kallad styrgrupp, bestående av representanter för Marinen, FMV, FOA och berörda högskolor skulle leda programmet.

¹ Från och med 1 januari 2001 är de tidigare myndigheterna Försvarets Forskningsanstalt, FOA och Flygtekniska Försöksanstalten, FFA sammanslagna till den nya myndigheten Totalförsvarets Forskningsinstitut, FOI.

² En mer utförlig presentation av doktorandprogrammet och dess bakgrund återfinns i Magnus Hagwall, Lars Höstbeck, "Forskningsprogram Marin Teknik", FOI Memo 02-2265, 2002.

³ "Förstärkning av forskningen inom det undervattens teknologiska området", PM från FOA och FMV till Överbefälhavaren, 89-2493/S, 1989-04-04.

Redan i detta läge var det Kungliga Tekniska Högskolan (KTH), Chalmers Tekniska Högskola (CTH) och Lunds Tekniska Högskola (LTH) som var aktuella samarbetspartners. Detta har aldrig ändrats under programmets gång. I FOAs och FMVs PM anges att programförslaget förankrats vid ett flertal institutioner enligt Tabell 1.

Tabell 1. Högskolor och institutioner där programförslaget förankrades 1989.

KTH:	CTH:	LTH:
Teknisk akustik	Marin konstruktionsteknik	Teknisk geologi
Hydromekanik	Marin hydrodynamik	
Teoretisk elektroteknik	Teknisk akustik	
	Mekanik	
	Undervattensteknologi	

Ganska snabbt snävades dock målet för verksamheten ner till att enbart omfatta forskarutbildning relaterad till hydroakustik och under årens gång har därför antalet institutioner som är delaktiga i programmet minskat. När ramavtalet skrevs om 2002 var det enbart en institution vid varje högskola som deltog : Institutionen för Farkostteknik vid Kungliga Tekniska Högskolan, institutionen för Marin Teknik vid Chalmers Tekniska Högskola och institutionen för Georesursteknik vid Lunds Tekniska Högskola.

Förslaget som presenterades 1989 innebar ett program som löpte under 6 år med en total kostnad på 15 Mkr eller 2,5 Mkr per år. I detta skulle ingå:

- Finansiering av 10 doktorandtjänster vid CTH, KTH och LTH
- Utökade resurser för handledning av doktoranderna (adjungerade professorer/forskare)
- Ämnesområden:
 - Marin hydroakustik
 - Hydroakustik, särskilt signalanalys
 - Tillämpad hydromekanik
 - Tillämpad maringeologi
 - Tillämpad oceanologi⁴/oceanografi
- En samordningsgrupp under ledning av FOA

⁴ I de första dokumenten från 1989 används uttrycket "oceanologi". I ramavtalet från maj 1990 har detta ändrats till "oceanografi".

Det ursprungliga programmet förutsatte att både Försvarmakten och högskolorna sköt till resurser för programmets genomförande. Försvarmakten skulle finansiera doktorandernas löner under tre år medan handledningen, liksom doktorandens fjärde år, förutsattes finansieras inom högskolornas ramar. Värt att notera är att den ursprungliga PM som beskriver förslaget anger att högskolorna skall bestrida kostnaderna för adjungerade professorer. Detta skiljer sig från dagens situation då adjungerade professorer vid UoH oftast förutsätter extern finansiering.

På den tiden var FOA och FMV anslagsfinansierade och i princip kunde denna typ av verksamhet hänvisas till att tas inom respektive myndighets budget. Dock ansågs detta vara ett så stort åtagande ekonomisk sett att extra pengar fordrades utöver budget. Under 1990 fick FOA ett uppdrag från ÖB⁵, med finansiering, att genomföra ett program enligt ovan.

Förutsättningarna förändras

Den 1 juli 1994 blev FOA en uppdragsmyndighet. Detta betydde att FOA inte längre fick några anslag direkt, utan pengarna gick istället till Försvarmakten som inom den sk Forsknings- och Teknikutvecklingsprocessen (FoT) lade ut uppdrag på FOA att bedriva forskning för Försvarmaktens behov. FOA hade samtidigt fått en ny organisation med ny generaldirektör, nya avdelningschefer och ny finansieringsstruktur.

Det ramavtal som skrivits med högskolorna 1990 löpte ut den 30 juni 1995 och mot bakgrund av den förändrade finansieringsformen så sade FOA upp alla underavtal till ramavtalet, från och med den 1 juli 1995. Detta lämnade doktorandprogrammet i någon form av avtalslöst tillstånd. De doktorander som just då ingick i programmet fick fortsätta, men under något lösare former. FOAs förändring till en uppdragsmyndighet sammanfaller även ungefär i tiden med att högskolornas principer för finansiering förändrades. Vid mitten av 90-talet hade alltså bägge avtalsslutande parter i doktorandprogrammet fått kraftigt förändrade förutsättningar och i praktiken gick det ej längre att driva programmet i dess ursprungliga form.

⁵ "Uppdrag till Försvarets Forskningsanstalt att genomföra program avseende utnyttjande av högskolorna i försvarsforskningen", Överbefälhavaren, Plan 2 080:60288, 1990-01-24.

Omläggningen till uppdragsfinansiering 1994 följdes av det speciella 18-månader långa budgetåret 1995/96 då staten gick över till att ha kalenderåret som budgetår. Doktorandprogrammet levde under denna tid vidare med en ny ledning i ett avtalslöst tillstånd där doktoranderna finansierades inom ramarna för andra forskningsuppdrag på det marina området. Denna ordning upplevdes sannolikt inte som optimal för någon, då dessa forskningsuppdrag i någon mening hade dubbla målsättningar, både att producera tillämpad forskning och att stödja grundläggande forskarutbildning där målet med doktorandens arbete inte med nödvändighet omfattades av målet med det större forskningsprojektet.

Inom den FoT-process som fanns, och fortfarande finns, skapades då ett separat projekt med rubriken *Forskningsprogram Marin teknik* från och med år 1996. Detta FoT-projekt har levt kvar i stort sett oförändrat fram till och med 2004, men ekonomin har sakta urholkats samtidigt som högskolornas krav på ersättning har ökat. Den ömsesidighet som präglade avtalet från 1990 har inte kunnat vidmakthållas under åren efter 2001, sannolikt mycket beroende på att högskolorna saknat den ekonomiska flexibiliteten att hålla kvar sin ursprungliga roll i programmet.

Avtal och finanser

Under de 15 år som projektet har bedrivits har utformningen av programmet förändrats. Det beror mer på förändrade principer för finansiering av forskarstuderande vid högskolorna än på ändrad finansiering och inriktning av styrningen från Försvarmakten.

Verksamheten har konstruerats kring ett ramavtal⁶ med högskolorna. Det senaste ramavtalet tecknades med institutionen för Farkostteknik vid Kungliga Tekniska Högskolan, institutionen för Marin Teknik vid Chalmers Tekniska Högskola och institutionen för Georesursteknik vid Lunds Tekniska Högskola. Detta ramavtal innebär enbart en överenskommelse om att berörda institutioner är beredda att komma med förslag till doktorandprojekt och att sedan ta emot doktorander enligt separata avtal. För varje doktorand har ett separat avtal mellan FOI och högskolan upprättats som reglerar verksamhet och ersättningar i varje enskilt fall. Genom åren har avtalen mellan FOI och högskolorna varierat i utseende och innehåll.

De tidiga avtalen talade i huvudsak om vem doktoranden var och rubriken på doktorandprojektet, samt definierade att FOA skulle betala högskolan ersättning för doktorandens lönekostnader, inklusive lönebikostnader samt viss ersättning för resor, seminarier och andra kontaktskapande åtgärder. Avtalet talade explicit om att högskolan skulle stå för övertidskostnader, men det var det enda åtagande för högskolan som reglerades i avtalet.

De tidiga avtalens längd varierade. År 1991 slöts ett avtal med LTH för perioden 1 juli 1990 till och med sista juni 1996, dvs sex år. Ett avtal från 1993 löpte på två år. Från 2002 tas även delar av högskolornas overhead med i det som ersätts av FOI. I denna avtalsmall definieras också högskolornas åtagande på ett tydligare sätt än vad som gjordes tidigare.⁷

⁶ Sista skrivna ramavtal återfinns i Bilaga 2.

⁷ Mall för doktorandavtal finns i Bilaga 3

Avtalen var tidigare tvåpartsavtal mellan FOI och högskolan, utan inblandning av doktoranden. Sedan 2002 tillämpas ett trepartsavtal där den tredje parten är doktoranden själv. Det fanns flera syften med att föra in doktoranden som avtalsslutande part. Ett sådant syfte var att ge doktoranden en större insyn och delaktighet i den samverkan mellan FOI och högskolan som doktoranden ingår i. Ett annat skäl till att införa doktoranden som avtalspart är att på det sättet kunna säkra FOIs rätt, och därmed svenska totalförsvarets rätt, till de resultat som framkommer inom doktorandarbetet. Detta eftersom forskningsprogrammet finansierats med försvarsmaktens FoT-medel och dessa resultat bör jämföras med övriga resultat som framkommer vid forskning för FoT-medel inom FOI.

Finansiering av doktorander

När programmet startades var avsikten att de ca 2,5 Mkr som då avsattes per år skulle räcka till ungefär 10 forskarstuderande. Grundtanken var hela tiden att de forskarstuderande skulle vara anställda som vanliga doktorander vid högskolorna, genomföra sina studier och examineras som vanliga forskarstuderande och därefter ha en sådan utbildning att de var intressanta för anställning vid FOI, FMV eller försvarsindustrin.

Vartefter högskolornas finansieringssituation har förändrats så har också förutsättningarna för de doktorander som finansieras via FoT-medlen förändrats. Idag, år 2005, tar i princip inte högskolorna emot en forskarstuderande utan en kostnadstäckning till 100 %. Doktorander som finansieras inom ramen för FoT-medlen jämföras med industridoktorander och för att ta emot dessa kräver högskolorna ersättning för doktorandens lön, inklusive LKP, ersättning för lokaler, utrustning och annan overhead för att täcka såväl institutionens som högskolans administration.

De forskarstuderande har, som alla andra anställda, en löneutveckling. Med antagandet att doktorsutbildningen tar fyra år fås i budgetsammanhang en fyraårig trappa med lägst lönekostnad år ett och högst år fyra. På denna lägger högskolan en overhead. Med overheadkostnaden inräknad gällde under 2002 årskostnader enligt Tabell 2.

Tabell 2. Högskolornas årskostnader för en forskarstuderande 2002 i kkr.

År	1	2	3	4
KTH	780	810	904	951
CTH	583	591	669	692
LTH	725	764	856	814

Modellerna för att räkna ut overheadkostnaderna varierar mellan högskolorna, liksom storleken på påslaget. Gemensamt är att man tar ut någon form av ersättning för lokalhyra och för institutionsgemensamma kostnader. Värt att notera är att LTH i dessa sammanhang gör en bedömning om hur övriga kostnader som är associerade till en doktorsutbildning varierar mellan åren. I denna bedömning antas år fyra vara det år avhandlingen skrivs varför övriga kostnader det året går ner. Den totala kostnaden för år fyra vid LTH är därför lägre än för år tre.

Vid den genomgång som gjordes inför omskrivningen av ramavtalet 2002 framkom att de berörda högskolornas påslag låg mellan 64 % och 130 % räknat på summan av lön och lönebikostnader.

Ett resultat av högskolornas krav på en högre grad av finansiering är att antalet doktorander har minskat. Med den finansieringsnivå som har rått sedan ett antal år tillbaka, 1,5 Mkr per år, i kombination med högskolornas önskemål om full finansiering är det endast möjligt att finansiera två doktorander samtidigt. Även om det skedde en liten uppräknig av den ekonomiska ramen för programmet till 1,7 Mkr 2004, är den långsiktiga situationen ohållbar. Redan under 2004 pekade FoT-planeringen mot att resurserna för undervattensforskningen skulle minska. Det beslutades tidigt att doktorandprogrammet var ett av de projekt som då skulle läggas ner. Mot bakgrund av det har inga nya doktorander tagits in i programmet och under 2005 inriktades arbetet mot att den sista kvarvarande doktoranden skulle bli klar med sin avhandling. Senast från och med den första januari 2006 kommer doktorandprogrammet att vara avslutat. Ramavtalet med högskolorna löper dock fram till den 31 december 2006, men det finns alltså inga resurser för att finansiera doktorander efter 2005.

Finansieringsutveckling

Hur har då projektets medel använts under årens gång? Det är inte möjligt att helt exakt rekonstruera hur utgifterna fördelat sig genom alla år, beroende på att FOI inte har ett ekonomisystem med tillräckligt långt minne. Som tidigare nämnts blev dåvarande FOA under tidigt 1990-tal ominriktat från en anslags-till en uppdragsfinansierad myndighet. I samband med detta ändrades budgetåret från brutet till kalenderbundet, och därmed finns ett "långt år" som bryter mönstret. I samband med de projektomläggningar som även blev en följd av denna process redovisades inte doktorandprogrammet som ett eget projekt under ett par år. Därmed är det omöjligt att i efterhand särskilja doktorand-programmets del av de övriga medel de projekt som blev moderprojekt till doktorandprogrammet hade till sitt förfogande.

Något som gör det ännu svårare att skapa en balanserad bild av de medel högskolorna haft till förfogande på undervattensområdet är att olika verksamheter, relevanta för doktorandprogrammet, har finansierats vid sidan av programmet. Som exempel kan nämnas den verksamhet vid KTH som gick under namnet Undervattenstekniskt centrum (UVC), som delvis finansierades från FM via FOA⁸. Under detta paraply finansierades bl.a. ett antal doktorander. Dessa doktorander deltog delvis i det nätverk som då var aktivt i doktorandprogrammets regi och som innebar regelbundna träffar och studiebesök. Ett annat exempel är de adjungeringar som från början bekostades inom programmet, men som under senare tid övertagits av andra, närliggande forskningsprojekt på FOI finansierade av FoT-medel.

⁸ Efter diskussioner under 1991-92 skrevs ett avtal om ett Undervattenstekniskt centrum mellan FOA och KTH, med samråd från Marinen, i december 1992. Avtalet avsåg tre års finansiering. Rektorn vid KTH beslutade i mars 1993 att inrätta ett sådant centrum för perioden 1993-04-15—1996-04-15. Inför förnyandet av avtalet bestämde sig Marinen för att inte stödja denna verksamhet efter det att de tre åren löpt ut.

Vilka har de varit – vad gör de idag?

Totalt har nio doktorander haft finansiering via programmet. Av dessa har två varit knutna till CTH, fem till KTH och två till LTH. Av dessa nio doktorander har sex disputerat och en avlagt licentiat examen. I skrivande stund håller Niklas Wikström på med att lägga sista handen vid sin avhandling.

De avhandlingar som utgör ett mycket konkret resultat av forskningsprogrammet är, i kronologisk ordning;

- *Studies of acoustic pulse propagation in relaxing and bubbly liquids*, Johan L. Leander, KTH, 1993
- *Transmission of structure-borne sound in ships : applications to a prediction model*, Ulf Orrenius, KTH, 1997
- *Design and implementation of a programmable, wideband sonar for sediment mapping*, Peter Jonsson, Lunds universitet, 1998
- *Hydroacoustic matched field methods for modal analysis and source localization*, Elias Parastates, KTH, 1999
- *Prediction of sound radiation from vibrating slender bodies by efficient integral methods*, Fredrik Grönberg, KTH, 2000
- *Influence of acoustic interaction between cavities that generate cavitation noise*, Jan Hallander, Chalmers, 2002
- *Homogeneous models of anechoic rubber coatings*, Alex Cederholm, KTH, 2003
- *Simulation of Cavitating Flows for Marine Applications*, Niklas Wikström, Chalmers, Försvarens våren 2006

Abstracts till dessa återfinns i bilaga till denna rapport.

Två tredjedelar av programmets doktorander återfinns idag inom den svenska marina undervattenssfären. En person är idag anställd inom universitets- och högskolevärlden, två är anställda inom försvarsindustrin och tre är anställda på FOI. Endast tre har idag anställning i det privata näringslivet, utan direkt koppling med den marina försvarssektorn. Några av dessa som idag arbetar inom försvarsindustrin eller annat näringsliv har varit anställda på någon av högskolorna innan sina nuvarande anställningar.

Utöver dessa doktorander som direkt fått ett ekonomiskt stöd genom programmet, har även andra doktorander kunnat delta i de nätverksträffar som regelbundet förekom i programmets tidiga skede. En del av dessa var knutna till det på KTH verksamma Undervattenstekniskt Centrum (UVC) som var aktivt på mitten av 1990-talet, andra var industridoktorander eller anställda på FOA.

Förutom finansiering av doktorander har även delfinansiering av handledare skett. Detta stöd har varit betydligt mindre i omfattning än doktorandstödet, men ändå utgjort en inte försumbar del av medlen. Under åren har programmet stått för delfinansieringen av en adjungerad professor vid LTH under åren 1992-95, en likaledes delfinansierad adjungerad professor vid KTH fram till 1999 och en delfinansierad lektor vid Chalmers fram till 2005.

Programmets effekt och nytta

Det mest intressanta att utvärdera, men också det svåraste, är vilken effekt programmet fått på undervattensforskningen i Sverige och dess användbarhet för Försvarmakten. Genom de intervjuer vi genomfört med olika inblandade parter har vi försökt att bilda oss en uppfattning om vilken nytta programmet haft. Det är dock ofrånkomligt att vi inte har lyckats fånga upp alla relevanta åsikter, eller hört alla dem som kunde ha haft något att tillföra. Programmet har verkat under många år. Det är enklare att höra dem som finns kvar i verksamheten idag än de som lämnat den. Med ett tidsperspektiv på 15 år är det lätt att vissa saker faller ur minnet och att värderingen av det som hände för länge sedan blir annorlunda än av det som nyligen inträffat. Dessutom är det ofrånkomligt att vi först och främst ser på detta från ett FOI perspektiv i första hand.

När det första ramavtalet löpte ut 1995 och underavtalen med högskolorna sades upp lovade FOA de inblandade högskolorna att argumentera för programmets fortsättning. Med facit i hand vet vi att ett nytt program med lägre ram startades från och med 1996 som ett projekt inom FoT.

Under 1994 togs en lista på argument för programmets fortsättning fram inom FOA. Som ett sätt att utvärdera effekten av programmet har vi jämfört utfallet av projektet med de argument som listades upp 1994. Listan med 22 argument kan koncentreras till fyra olika grupper:

- Nationell, strategisk kompetens
- Nätverk Försvaret – UoH – Industrin
- Synergi- och samordningsvinster
- Internationellt samarbete

Som framgår längre ner i denna text så har programmet bidragit till kompetensuppbyggnad och under en tid har ett fungerande nätverk funnits. Synergi och samordningsvinster har inte uppstått i någon större grad. Inte heller har programmet lett till ett större antal internationella samarbeten. Samtidigt kan konstateras att fler EU-projekt har genomförts inom gruppen av personer som på ett eller annat sätt deltagit i programmets verksamhet. Huruvida detta hade skett även utan doktorandprogrammet är givetvis omöjligt att uttala sig om.

Ny kunskap och kompetens

Forskarutbildning innebär möjligheten att ägna mycket tid åt ett relativt smalt område. Programmet har därmed inneburit att vår kunskap inom några forskningsområden har ökat. Detta är kunskap som kanske inte funnits om programmet inte kommit till.

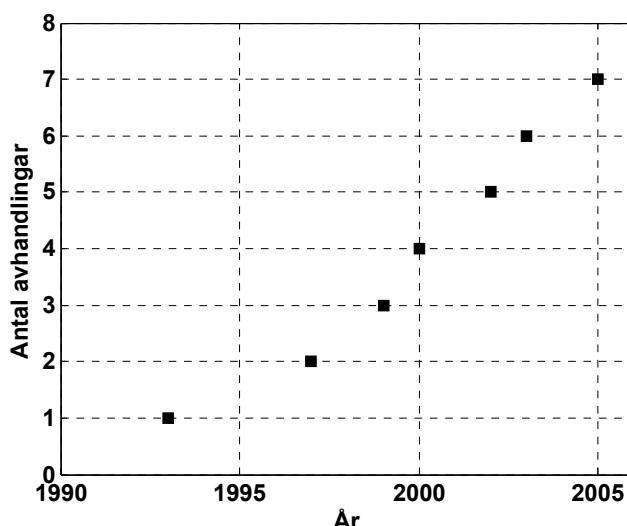
En av huvudorsakerna till att programmet startades var att området var svagt representerat inom den svenska högskolevärlden. Att detta fortfarande är fallet syns tydligt inte minst inom FOIs institutioner för undervattensforskning, som är en miljö med många disputerade forskare, men där endast en mindre andel har disputerat inom en disciplin med koppling till undervattensfrågor. Även i de fall en sådan koppling existerar är den oftast relativt perifer. Som redan påpekats är idag tre av programmets tidigare doktorander idag anställda inom FOI. FOI har därmed fått god nytta av programmet. Forskarutbildning ger en gedigen grund att stå på, vilket blir mer och mer viktigt med tanke på att forskningen i allt högre grad blir avtappande och mindre grundforskningsinriktad och långsiktig. Därmed ges mindre tid till djupare kompetensuppbyggnad inom forskningsprojekt vid FOI.

Långsiktig forskning

Idag är flexibilitet och förändringsbenägenhet honnörsord inom den svenska försvarsmakten. Detta gäller även inom försvarsforskningen, där relevansen och kundnyttan av den forskning som genomförs är ett ständigt aktuellt ämne. Att genomföra forskning som efterfrågas och att som forskare ha täta kontakter med kunder och avnämare är mycket tillfredsställande. Men utan tvekan är kunskapsuppbyggnad och forskning på djupet tidskrävande processer. Detta leder till en konflikt mellan avtappning och långsiktig uppbyggnad av kunskap. Doktorandprogrammet är därmed unikt genom att ha så starkt fokus på kunskapsuppbyggnad och genom att programmet har verkat under så lång tid. Många av de intressenter vi intervjuat har sett positivt på denna långsiktighet, som idag är sällsynt.

Figur 1 visar det kumulativa antalet avhandlingar som varit frukten av programmet under årens gång. Som figuren visar finns en naturlig tröghet i ett doktorandprogram utveckling, eftersom det tar ett stort antal år innan en doktorand lägger fram sin avhandling. Programmet har ändå lyckats hålla en ganska stabil takt av nya doktorer. Men eftersom inga nya doktorander antagits under de senaste åren och det idag bara finns en aktiv doktorand kvar, kommer kurvan att stagnera, även om programmet får en fortsättning efter 2005.

Det är viktigt att komma ihåg att doktorandprogram inte är något man sjösätter på kort sikt, utan att det är en satsning man inte kan förvänta sig ger mätbara resultat förrän efter tidigast 4-5 år. Det är heller inte möjligt att snabbt avbryta ett sådant program tillfälligt för att sedan kunna ta upp det igen efter något år. Kontinuitet och stabilitet är viktigt för att satsningen överhuvudtaget ska vara meningsfull.



Figur 1 Det ackumulerade antalet avhandlingar under programmets gång.

Ekonomisk utväxling

Det är en gammal sanning inom forskarvärlden att om man vill få mycket forskning gjord till en relativt liten kostnad ska man använda sig av doktorander. Detta är idag lite mindre sant än vad det en gång var, eftersom universitet och högskolor har en annan ekonomisk verklighet att möta idag och därmed måste kostnader för doktorandens lön, handledare, lokaler, utrustning, administration och annat täckas fullt ut. Målstyrningen har också blivit tydligare. Där det tidigare fanns möjlighet att förlänga doktorandtiden om behov fanns, är idag de ekonomiska incitamenten starka för att utbildningstiden ska bli så kort som möjligt. Därmed finns inte samma frihet att söka sig fram i forskningen, utan den måste genomföras efter en tydligare plan.

Utan tvekan är det fortfarande billigare för arbetsgivare som letar efter forskningskompetens att anställa färdiga doktorer med en för arbetet relevant inriktning, snarare än att inom ramen för ordinarie verksamhet bygga upp forskarkompetens.

Hur effektivt har då programmet varit i att leda doktoranderna hela vägen till en doktorsexamen? Totalt har drygt 20 miljoner använts genom åren för doktorandprogrammet. Ur detta har 7 doktorshandlingar och 1 licentiatavhandling sprungit. Det är svårt att mäta hur ekonomiskt effektivt detta varit. Totalsumman för programmet kan jämföras med siffrorna i tabell 2 där kostnaden för en doktorand under en ideal tid på fyra år presenterades för året 2002. Kostnaden för en doktorand varierade då mellan ca 2,5 till 3,5 miljoner kronor beroende på lärosäte.

Ett mål var att skapa eller stärka forskningsmiljöer inom hydroakustiken inom svenska UoH. Viss effekt har säkert programmet haft, men det är idag svårt att hävda att det finns starka forskargrupper inom området vid svenska högskolor tack vare programmet existens. Det kanske hade varit möjligt att skapa en sådan miljö vid någon högskola om alla pengar satsas samlat, men nu bedömer vi att de enskilda pengapåsarna blev för små för att vara verkningsfulla.

Ett möjligt alternativ till att bygga upp egna forskarmiljöer inom landet hade varit att bekosta utbildning av doktorander vid utländska, erkänt starka institut.

Nätverk

En viktig ambition med programmet var att skapa ett nationellt nätverk inom undervattensområdet. En period var även det vid KTH inrättade Undervattens-tekniskt centrum (UVC) en aktör för ett sådant nätverk. Nätverket fungerade i början, men föll sedan. Kanske behövdes en eldsjäl vid rodret för att orka upprätthålla detta. Doktorander som var aktiva under programmets tidigare år uppskattade mycket de regelbundna träffar där studiebesök kombinerades med presentationer av doktorandernas arbeten i en grupp där även FM och FMV var representerade. De som kommit in sent i programmet har däremot saknat denna möjlighet till kontakter.

Utöver dessa träffar har doktorander haft direkt kontakt med FM och FMV, bl.a. genom att material för studier tillhandahållits.

När de anslagna medlen minskades gjordes försök från FOIs sida att få in fler medfinansierare till programmet, bl.a. FMV och industrin, men några konkreta resultat nåddes ej.

De högskolekontakter som programmet gett har varit viktiga för FOI även på annat sätt än att ge kompetensförsörjning. Gemensamma forskningsprojekt har genomförts, bl a inom ramen för EU-finansierade projekt, där nätverk är en förutsättning för att medel ska betalas ut till forskningsprojekt.

FOI haft en roll som budbärare mellan FM och UoH, en nyckelroll som innebär möjligheter men även risker om de olika parterna inte upplever att de får ut det de vill av programmet. En sådan förmedlande roll ser FOIs ledning som en viktig strategisk roll att stärka i framtiden.⁹ I ljuset av den utvecklingen kan det tyckas vara olyckligt att detta program, som verkat under så många år, just nu går i graven.

⁹ Ett av FOIs långsiktiga mål är att öka samverkan med andra utförare av forskning, till exempel universitet och högskolor. Se till exempel "FOI forskar för en säkrare värld – FOI Strategi 2005".

Rekommendationer

Under den tidigare delen av marinens doktorandprogramms 15-åriga livslängd fanns, som en liten, men viktig del av programmet, ett aktivt nätverk där doktorander och representanter för FM, FMV och FOI deltog. Detta har från doktorandernas sida uppfattats som mycket positivt, gett kundkontakter och varit inspirerande. Det är olyckligt att den delen av programmet fallit ifrån, eftersom möjligheten att träffas, diskutera, ge och ta idéer är en viktig inspiration och grogrund för forskning och för att ge det mervärde, utöver ren finansiering, som ändå var programmets grundidé.

I skrivande stund är det beslutat att programmet av besparingsskäl skall läggas ner från och med årsskiftet 2005/2006. Även om programmet inte längre finns kvar, skulle ett tätare nationellt nätverk inom undervattensområdet kunna fylla en viktig uppgift i framtiden, särskilt med tanke på den kärva ekonomiska verklighet som är en realitet idag. Det finns idag ett antal mer eller mindre formella forum för försvarsrelaterade undervattensfrågor. Dessa existerande grupper skulle kunna utvidgas och omfatta fler intressenter från FM, FMV, FOI, FHS, UoH och industri inom området.

Ett möjligt sätt att öka kontakterna mellan olika intressenter skulle kunna vara att öka antalet finansierade adjungeringar med personal från FM, FMV, FOI eller försvarsindustri vid högskolorna, eller att adjungera personal från UoH vid FOI. Under senare år har dessa möjligheter använts sparsamt.

Ett alternativt val i ett ansträngt ekonomiskt läge är att helt renodla verksamheten till finansiering av doktorander vid högskolorna, utan att ge stöd till redan disputerade, aktiva forskare. För att få ut största möjliga effekt bör doktoranderna helt fokusera på sina studier. Dessa bör då inte bedrivas parallellt med annat arbete, till exempel en anställning vid FOI.

Satsningen inom programmet har varit helt inriktad mot hydroakustik. Ett bredare synsätt har efterfrågats, kanske mindre disciplinärt och mer behovsstyrt. Forskning runt frågor som rör undervattensmiljön i vid bemärkelse, även med andra tekniker än hydroakustiska, skulle kunna ingå i ett tänkbart framtida program. Forskning kring nya tekniker för olika undervattensplattformar, styrning och navigering, kommunikation från och till dessa är andra möjligheter.

Bilaga I - Avhandlingarna

Studies of acoustic pulse propagation in relaxing and bubbly liquids

Johan L. Leander, KTH, 1993

This thesis considers two problems in hydroacoustics. The first is acoustic pulse propagation in relaxing liquids. Paper I is a numerical simulation of the influences of viscosity and chemical relaxation in seawater. The pulse distortion is discussed in terms of the absorption and the dispersion. In Paper II it is shown that information about the relaxation time spectrum can be obtained in terms of moments of the impulse response function. Paper III presents a closed form analytical expression for the impulse response function. The inverse problem is analyzed and various methods are suggested and discussed for the estimation of the governing liquid parameters on the basis of experimental data.

The second problem is that of acoustic pulse propagation in bubbly liquids. In Paper IV a numerical investigation of the distortion is presented. It is shown that for the case of bubbles of one size a propagating pulse can be separated into several distinct wave packets. This effect can be less significant for the case of bubbles of many sizes. Paper V considers transient interaction with a single bubble. Effects of viscosity, heat conduction and compressibility are included. An approximate expression for the low frequency regime of the scattering amplitude is derived. Scattering of a triangular pulse is simulated analytically. The final Paper VI considers an analytical and numerical investigation of the transmission and reflection through and from a layer of small bubbles. Multiple scattering theory is used for the regimes of single and Foldy-Twersky multiple scattering. The theoretical simulations agree qualitatively with experimental data.

Transmission of structure-borne sound in ships: application to a prediction model

Ulf Orrenius, KTH, 1997

This thesis examines transmission of structure-borne sound in rib-stiffened plate structures. In particular, the application of a prediction model for ships is analysed. This model is based on a waveguide description of the structure. At low frequencies, the model is sensitive to the structural description and the main emphasis of the work is on this description in the low frequency regime. Effects of different source models, as well as various models for calculation of velocity levels, are also analysed.

For the structural analysis, different methods are adapted for use with rib-stiffened structures. These methods are here applied to geometries typical of ships, but can be used with any structure with waveguide behaviour. For ship's structures, the boundary conditions that the frames constitute on the sub-panels are analysed analytically and experimentally. A modal decomposition technique is employed and further developed to determine the distribution of energy on different modes at model-scale and full-scale experiments. A hybrid finite element technique is adapted and further developed to calculate the dispersion properties of typical ship's structures. Results from this calculation are compared to those obtained with various analytical models of the structure. At low frequencies it is shown that wave numbers may be approximated with so-called equivalent plate theory, for which the properties of the ribs are "smeared" on the plating. Even at higher frequencies the wave numbers of some of the modes can be estimated from equivalent plate theory.

Energy flow in simple waveguide systems is analysed. For a row of connected plates it is shown that the energy flow through a particular element may be large, even at small vibration levels. Application of damping locally will therefore generally not greatly reduce the energy flow. For rib-stiffened plates, the energy flow in "stiff" modes, for which the stiffeners deflect with the base-plating, is related to that of sub-panel modes at the same amplitude for vibration.

For a structural model at low frequencies, a waveguide description is suggested for which the main frames of the ship's hull constitute boundaries and the properties of the ribs are smeared on the plating in-between. Such a stiff description is implemented in the prediction model and results are presented with and without consideration of coupling between sub-panel modes and stiff modes at plate junctions. Without coupling, application of smeared-out theory results in too small transmission losses compared to those measured. Good correspondence is obtained using sub-panel theory only, at frequencies above cut-on of the fundamental sub-panel mode. The simple coupling models applied, also yield a fair correspondence at low frequencies, but are quite sensitive to the structural and source description.

Design and implementation of a programmable, wideband sonar for sediment mapping

Peter Jonsson, Lunds universitet, 1998

To be able to explore different signal types and processing techniques, apt for sediment mapping, a programmable, fully digital profiling system has been built and tested. The system is designed to be deployed also at small water depths from small boats, without special handling equipment. The usable frequency band is 100-25000 Hz, currently limited to about 2-10 kHz depending on the projector used.

Measurements have been made with the sonar programmed to cyclically repeat a sequence of signals, producing profiles that are (virtually) made in one and same track, but with different signals. Properties of the reflex from the seabed are then extracted from the different profiles, combined and compared. In particular a measure of the frequency content in the reflex, the *centroid*, is evaluated. The centroid is the frequency corresponding to the mass center of a power line-spectrum. Also the energy content in the bottom reflex is used, as well as other features.

The first chapters are a definition of the historical and engineering framework in which the rest of the work is made. Some references to basic work in the field are given throughout the text. The physical background is briefly outlined, including a description of the more basic components and concepts in sonar technology. Digital signals and the shaping of a signal, in order to assign to it certain properties is briefly covered. One chapter is dedicated to the concepts of positioning and navigation.

The final sections deal with data analysis, with emphasis on a description of the methods used and their implementation. The main goal is to produce a map of the bottom from the measured profiles. Mapping procedures and examples are shown, that finally can be used to produce a three dimensional computer model of the investigated area. It is followed by a description of some field measurements and a short discussion.

The examples selected for presentation are one traditional, profiling measurement from Kalmarsund, and two mapping examples from other sites. A qualitative measure, *spatial coherence* is used to describe the maps, meaning that areas that after the mapping process can be interpreted as one area with the same property, are considered to be spatially coherent.

In one of the investigated sites, Möckeln, a glaciofluvial esker crosses a level area with mud and gyttja. Here, areas with spatial coherence show up in maps of the spectral center of gravity (centroid), and in maps of the energy content. The areas are different for different frequencies in the case of centroid maps. Another area, Skillinge, possibly with more monotonous material distribution, shows small spatial coherence.

Hydroacoustic matched field methods for modal analysis and source localization

Elias Parastates, KTH, 1999

This thesis considers model-oriented methods for hydroacoustic modal analysis and source localization. The contributions can be grouped into three themes.

First, multidimensional high-resolution methods are developed for modal analysis of wavefields in range independent media. A Maximum Likelihood (ML) method for modal analysis based on data from two-dimensional sensor arrays is developed. The Cramer Rao Bounds (CRB) of the variances of wavenumber estimates are derived from the likelihood function of a wavefield sampled in a vertical plane by a rectangular receiver array. For arrays with large horizontal aperture, dense in the vertical direction it is shown that the CRB is inversely proportional to the portion of the modal energy within the vertical aperture, the wavenumber magnitude, the number of observations, the number of sensor depths, and the squared number of sensors on each depth. Application of the ML-method on experimental data achieves a good agreement between synthesized and observed wavefields confirming its feasibility. The Multi-Dimensional Multiple Signal Classification (MD-MUSIC) is applied as an accurate tool for wavenumber estimation concerning wavefield sampled in one dimension. The performance of MD-MUSIC is investigated and compared with ordinary MUSIC and Hankel transforms using experimental data. The multi-dimensional method performs slightly better by means of a higher number of resolved modes. It is used in a modal analysis of data at three different frequencies, suitable for wavefield inversion.

Second, Matched Field Processing (MFP) for seabed characterization and localization of monochromatic sound sources. A distributed Genetic Algorithm (GA) in combination with numerical model wavefields in range independent geometries is utilized in the search of seabed parameters consistent with data from measurements with a known source position. The best GA suggestion is refined by a local optimization and used for computing replica field for MFP source localization. The processing scheme is applied on data collected in 40 m deep water by an eight-sensor Vertical Linear Array (VLA). The localization fails in most of the cases. The poor performance is most likely due to that: the experimental site cannot be modelled sufficiently accurate by a range independent geometry; the modes excited by the source are too few for unambiguous localization.

Third, an MFP scheme for localization and detection of broad band sources is developed, based on the ML method. Under the zero mean, Gaussian noise assumption, the ML estimate of the source position is obtained by a fit of a ray model to data in a least squares sense. The ray model is factorized in two parts in such a way that the first part can be used for localization, while the second part enters linearly, is singled out and solved for analytically. The resulting matched field processor is not affected by modelling errors in the linearly entering part. The processor is used in the design of a broadband beamformer, and a Likelihood Ratio Test (LRT). The beamforming can be used for the estimation of the source bearing and the number of paths of propagation. The LRT is used to distinguish between the real source and ambiguous maxima induced by noise. The scheme is applied on experimental data collected by a seven-sensor VLA, without any kind of a priori model calibration. Stable localization of a moving source is achieved for up to 4.5 water depths on the basis of short time observations and without additional tracking algorithms.

Prediction of sound radiation from vibrating slender bodies by efficient integral method

Fredrik Grönberg, KTH, 2000

When designing a machine or a vehicle, it is in many cases of great interest to predict the radiated sound, because there are often limits to how much noise the product may generate. This work considers the radiated pressure due to vibrations on the surface of slender bodies. Examples in this category are ships and submarines. Three new models are presented that predict the radiated sound from a vibrating slender body into free space or a half space when the normal velocity distribution on the surface of the body is known. Highly accurate methods, such as the Boundary Element Method, tend to be computationally inefficient. Therefore, methods that are more efficient become attractive. For one class of methods, the radiated sound pressure is calculated by means of a simple integral over the surface of the vibrating body. There are known methods in this efficient class that produce accurate results for fluid wavelengths much shorter or longer than the dimensions of the vibrating body. The new models belong to this class but are valid also for intermediate wavelengths. In the new models, it is assumed that an infinitesimal element

Influence of acoustic interaction between cavities that generate cavitation noise

Jan Hallander, CTH, 2002

The thesis concerns high frequency cavitation noise generated by marine propellers, for example. The collapse of a cavity is forced by the surrounding pressure which comprises the pressure in the undisturbed flow, the pressure disturbance associated with the local non-cavitating flow and, finally, the pressure disturbance from the presence and motion of neighbouring cavities. This last contribution, dealt with here mainly as an *acoustic interaction* from the motion of neighbouring cavities, is the main subject of the present work. The primary aim is to make a preliminary study of the role of interaction between a few cavities on the generation of high frequency cavitation noise.

Different cavitation processes, statistical distributions of parameters and initial conditions for interacting cavities were observed by high-speed films from experiments. The numerical part of the study concentrates on the central example of acoustic interaction between two spherical cavities. The influence of various parameters on an interaction model and on the interaction itself were studied. Monte Carlo simulations with random input data were made with the model to study the influence of interaction in collapse processes identified from experiments. Scaling laws were analysed and applied to interacting cavities.

A main engineering conclusion drawn from the numerical simulations is that, *provided the levels at the very highest frequencies are disregarded*, the acoustic interaction between medium-sized dominating structures is not very important. This indicates that, if a numerical method can generate an acceptable size and time distribution of cavities and a realistic pressure forcing the collapse, it can also be expected to generate realistic noise levels up to medium-high frequencies. For prediction by model tests, the present study implies that, except for the very highest frequencies, the exact distribution in space and time of nearby cavities is not very critical.

The numerical simulations indicate that, if a good estimate of the noise at the very highest frequencies is desired, an accurate simulation of both the acoustic interaction and the statistical properties of cloud cavitation is required.

Homogeneous models of anechoic rubber coatings

Alex Cederholm, KTH, 2003

This thesis concerns numerical modelling and experimental investigation of anechoic rubber coatings applied to water-immersed steel plates. The actual coatings are of Alberich types consisting of a single rubber-layer containing a periodic pattern of air cavities. The model coatings are horizontally homogenised and consist of one or more couples homogeneous solid layers.

In the experiments, the coated plates were insonified by spherically propagating sound pulses with center frequencies ranging from 15 to 30 kHz. Direct-, reflected- and transmitted-wave arrivals were registered for normal and oblique incidence. The reflection and transmission coefficients were estimated for a variety of surrounding conditions introducing both variable water temperature 8 to 20 °C and ambient pressure 0 to 20 bar.

A systematic search for elastic parameters of the model coatings was performed by matching predicted reflection and transmission coefficients to the observed ones. A genetic algorithm was used as the inverse operator, with an exact finite element method as the forward solver. Three classes of model coatings, consisting of one, two and N (=20) layers were investigated. In the N-layer case the elastic parameters were piece-wise constant interpolants of low degree polynomials of the coordinate normal to the plate.

The coefficients predicted by the final models agree with experimental data in between 0.8 to 3.2 dB, where the match is better in the transmission case. Discrepancies are still present as the simple homogenised models do not model the structure of the coating in detail. The anechoic effect is found to be a fairly broad minimum in the reflection coefficient as a function of frequency. The effect is dependent on the temperature and the ambient pressure presumable because the deformation of the cavity shapes.

Simulation of Cavitating Flows for Marine Applications

Niklas Wikström, CTH, försvaras våren 2006

This thesis concerns the implementation and validation of a computational model to be used in the analysis of cavitating flows, occurring for example around a ship propeller. The model is based on the incompressible Navier-Stokes equations.

The efforts to validate the main model components, incompressible flow simulation and free surface capturing, are presented before the compound problem is addressed. The validation of the incompressible solver using Large Eddy Simulations is exemplified by the analysis of the flow past an inclined prolate spheroid and by propeller flow simulations, whereas free surface capturing validations are restricted to a more academic approach, asserting that the desired dynamics of e.g. a water surface is captured correctly, without the introduction of unphysical disturbances. Finally the cavitation model is discussed and simulation results are presented in comparison to experimental images.

The thesis concludes that the cavitation model is indeed suitable for analysis of moderate to large scale cavitation on marine propulsors

Bilaga 2 - Ramavtal

Under 2002 förhandlades ett nytt ramavtal fram mellan FOI och högskolorna för perioden 2003-01-01—2006-12-31. Ramavtalet är i allt väsentligt en förlängning av det avtal som gällde fram till 2002-12-31. Det gjordes två stora förändringar 2002. Den ena förändringen var att programmet, som tidigare varit begränsat till hydroakustik, hydromekanik, maringeologi och oceanografi nu också öppnades för marin elektromagnetik.

Den andra förändringen gäller vilka kostnader som ersätts av FOI. Det tidigare avtalet ersatte bara högskolan för lönekostnader, inklusive lönebikostnader medan det nya även accepterar att ersätta högskolorna för viss overhead.

Överenskommelse om samarbete avseende forskning inom området undervattens-teknologi

Bakgrund

Försvarsmakten (FM) har givit Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI) i uppgift att genomföra ett program för att förstärka försvarsforskningen inom det undervattens-teknologiska området och därvid utnyttja högskolorna. Inom ramen för programmet skall FOI efter hörande av FM och Försvarets materielverk (FMV) teckna avtal med berörda högskolor. För närvarande omfattar programmet Chalmers Tekniska Högskola (CTH), Kungliga Tekniska Högskolan (KTH) och Lunds Tekniska Högskola vid Lunds Universitet (LTH), men flera kan bli aktuella.

Programmet startade 1990 och det planeras fortsätta tills vidare. För programmet är 1,5 miljoner kronor budgeterat inom FoT-område 9 för 2003. För följande år förutses motsvarande belopp.

Med anledning av FMs uppdrag tecknas följande överenskommelse mellan FOI och de i programmet ingående högskolorna (nedan kallade högskolan).

Avtal

1. Programmet för att förstärka försvarsforskningen skall omfatta stöd till doktorandutbildning och licentiandutbildning samt till forskartjänster inom följande ämnesområden:

- marin hydroakustik, elektromagnetik och relaterad signalanalys
- tillämpad hydromekanik
- tillämpad maringeologi och oceanografi.

2. Stödet innebär att FOI inom ramen för programmet kan komma att betala högskolans lönekostnader, inklusive lönebikostnader, samt påslag för hela eller delar av högskolans overhead. Ersättningens storlek skall överenskommas mellan FOI och Högskolan i separata avtal för varje doktorand, licentiand eller forskare (nedan kallat doktorand).

Andra för verksamheten nödvändiga kostnader kan ersättas efter överenskommelse i varje enskilt fall.

Det sammanlagda stödet inom ramen för denna punkt kan begränsas till visst belopp.

3. Inom ramen för programmet skall högskolan ställa till förfogande

- lokaler, inredning, telefoner och andra administrativa resurser
- högskolans befintliga forskningsutrustning
- handledare för doktoranderna.

Den enskilde doktoranden skall vara anställd vid Högskolan.

4. För programmet skall finnas en styrgrupp som FOI tillsätter. I gruppen skall finnas representanter för FM, FOI, FMV och de berörda högskolorna. En av FOIs representanter skall vara ordförande i gruppen.

5. FOI beslutar i samråd med styrgruppen om vilka forskningsprojekt som skall stödjas enligt detta avtal.

6. Detta avtal gäller fram till 2006-12-31 under förutsättning att programmet under denna tid finansieras av FM. Avtalet förlängs därefter automatiskt med ett år i taget om finansieringen från FM kvarstår och om det inte sägs upp av FOI.

En enskild högskola kan säga upp detta avtal för egen del utan att avtalet i övrigt påverkas.

Separata avtal ingångna under denna överenskommelse påverkas inte av förändringar eller uppsägningar av överenskommelsen.

Om högskola inom ramen för denna överenskommelse väljer att inte ta emot erbjuden finansiering för doktorand äger FOI rätt att säga upp avtalet med berörd högskola.

Stockholm, 2002-

Monica Dahlén
Avdelningschef
FOI Systemteknik

Stockholm, 2002-

Peter Göransson
Prefekt, Farkosteknik
KTH

Lund, 2002-

Leif Bjelm
Professor, Georesursteknik
LTH

Göteborg, 2002-

Anders Ulfvarson
Stf. Prefekt, Marin Teknik
CTH

Göteborg, 2002-

Lennart Josefson
Dekanus, M-sekt.
CTH

Bilaga 3 - Doktorandavtal

Genom programmet har avtalen mellan FOI och högskolorna varierat i utseende och innehåll. Avtalen var också tvåpartsavtal mellan FOI och högskolan, utan inblandning av doktoranden. För att öka de forskarstuderandes delaktighet i samverkan mellan FOI och högskolan och för att underlätta administrationen vid FOI togs under 2002 denna mall fram av FOI.

Mallen utgår från att det är ett trepartsavtal som skall slutas. Doktoranden är alltså avtalspart. Detta för att säkra t ex FOIs rätt till resultatet. Historiskt har dock FOA tecknat både trepartsavtal och tvåpartsavtal. I det senare fallet måste FOI tillse att doktoranden godkänner FOIs rätt, eftersom det s k "lärarundantaget" vid universitet/högskolor avseende uppfinningar i allmänhet tillämpas mycket generöst.

Mellan Totalförsvarets Forskningsinstitut, 172 90 Stockholm (FOI), [Universitet/Högskola], [adress] och [NN] (doktoranden), nedan kallad parterna, har denna dag träffats följande

AVTAL

1. BAKGRUND OCH SYFTE

FOI och [Universitet/Högskola] avser att i samverkan bedriva forskning inom området [infoga område]. Forskningen syftar till [infoga kort beskrivning av syftet med samverkan].

För att fördjupa den redan etablerade samverkan mellan FOI och [Universitet/Högskola], finansierar FOI en doktorand enligt villkoren i detta avtal.

2. DOKTORANDENS FORSKNINGSDIRIKTION

[Infoga en beskrivning av doktorandens forskningsinriktning]

Den närmare inriktningen samt studie- och tjänstgöringsplan skall bestämmas i samråd med FOI.

Handledare för doktoranden är [titel, namn och tjänsteställe]. Doktorandens forskning och utbildning skall motsvara [100%/80 %] av heltid under högst [fyra/fem] år.

Den närmare inriktningen samt studie- och tjänstgöringsplan skall bestämmas i samråd med FOI.

Doktoranden skall som första mål avlägga licentiatexamen och som andra mål doktorsexamen. Detta avtal kommer dock att omprövas efter cirka [två/tre] år i enlighet med 8. nedan. Uteslut detta stycke om det ej är tillämpligt.

Löpande utvärdering skall ske av de framsteg som gjorts. Om doktoranden inte skött sina åtaganden enligt detta avtal, äger FOI säga upp avtalet enligt 9. nedan.

3. ANSTÄLLNINGSFÖRHÅLLANDEN

3.1 Arbetsgivare och stationeringsort

Doktoranden är anställd av [Universitet/Högskola].

Alt 1. Forskningen skall dock utföras till lika delar vid [Universitet/Högskola] och FOI.

Alt 2. Forskningen skall i sin helhet utföras vid [Universitet/Högskola].

3.2 Lönekostnader med mera

Alternativ för fast/avtalad årskostnad med uppräkningsår:

Doktoranden skall avlönas av [Universitet/Högskola].

FOI skall betala [Universitet/Högskola] ett belopp om [förhandlas i varje enskilt fall] SEK per år. Detta belopp omfattar samtliga kostnader som FOI skall ersätta [Universitet/Högskolan] för, såsom kostnader för doktorandens lön, sociala avgifter, handledning, resor, lokaler, etcetera. Beloppet kan, på begäran av [Universitet/Högskolan], uppräknas med normal löneökning för doktorander. Uppräkningsår får ske en gång per år.

Detta är ett något krångligare alternativ:

Doktoranden skall avlönas av [Universitet/Högskola].

FOI skall ersätta [Universitet/Högskolan] lönekostnader, inklusive lönebikostnader, för doktoranden. Därutöver skall FOI ersätta [Universitet/Högskolan] för overheadkostnader med maximalt [xx %] av lönekostnaden, inklusive lönebikostnaden.

Med lönebikostnader avses främst de sociala avgifter (arbetsgivaravgifter och försäkringspremier) som arbetsgivare betalar för sina anställda. Arbetsgivaravgifterna utgår enligt lag. Utöver sociala avgifter räknas som lönebikostnader även särskild löneskatt för pensionskostnader samt kostnader för bl a semester och sjuklön.

Med overheadkostnader avses alla övriga kostnader, t ex kostnader för administration och dylikt som direkt kan hänföras till slutprestationen.

Den sammanlagda ersättningen från FOI får aldrig överstiga [xx SEK] per år.

Förutom något av ovanstående alternativ kan följande läggas till:

Andra för verksamheten nödvändiga kostnader kan ersättas efter överenskommelse i varje särskilt fall.

3.3 Betalningsvillkor Villkor för betalning kan utformas på många olika sätt. Dessa alternativ är endast förslag.

Alternativ 1: FOI skall betala en tolfedel (1/12) av i 3.2 angivet belopp senast den 20:e varje månad.

Vid försenad betalning utgår dröjsmålsränta enligt vid varje tillfälle gällande räntelag.

Om avtalet upphör att gälla i förtid, upphör FOIs ersättningskyldighet och FOI äger rätt att avbryta betalning tills dess slutavräkning skett.

Alternativ 2: Ersättning betalas mot faktura. Betalning skall erläggas inom trettio (30) dagar från fakturadatum. Fakturering sker månadsvis om inte annat avtalats. Vid försenad betalning utgår ränta enligt räntelagen (1975:635).

3.4 Projekt Denna punkt skall uteslutas, om projekt ej planeras.

FOI skall ha rätt att knyta doktoranden till projekt utöver den forskning som bedrivs inom ramen för detta avtal. Sådana tillkommande projekt får ej ta mer tid i anspråk än 20 % av heltidsstudier. Om FOI önskar knyta doktoranden till ytterligare projekt skall särskild överenskommelse träffas härom.

3.5 Undervisning Denna punkt skall uteslutas, om undervisning ej är aktuell.

Om doktoranden önskar delta i [fakultetens/institutionens] undervisningsåtaganden, skall detta möjliggöras i en omfattning motsvarande högst [xx %] av hel tjänst. Det ankommer på [Universitet/Högskola] att i så fall reservera medel för den därigenom uppkomna förlängningen av doktorandens utbildningstid.

4. DOKTORANDENS ÅTAGANDEN

Doktoranden har skyldighet att följa den valda forskningsinriktningen, godta platsen för var forskningen skall utföras, iaktta överenskommen närvaroplikt samt följa uppgjord studie- och tjänstgöringsplan.

Doktoranden skall årligen redovisa resultaten av forskningsarbetet och föreslå hur det fortsatta arbetet skall utformas.

Doktoranden är skyldig att vid behov och i den utsträckning som regleras i 3.4 ovan, delta i ytterligare projekt vid FOI. Detta stycke skall uteslutas, om projekt ej planeras.

Doktoranden har skyldighet att underkasta sig samma säkerhetskontroll som erfordras för anställning hos FOI. Uteslut detta stycke om forskning/projekt ej kommer att utföras hos FOI.

5. SEKRETESS OCH PUBLICERING

Forskningsresultaten skall publiceras fortlöpande. Uppgift som omfattas av sekretess enligt sekretesslagen (1980:100) får dock inte publiceras eller offentliggöras.

6. RÄTT TILL RESULTAT OCH EVENTUELLA PATENT

Frågan om äganderätt till resultat brukar vålla långa diskussioner. Eftersom FOI finansierar doktoranden, bör FOI ha rätten till resultatet av denna investering. Utgångspunkten bör således vara FOI äger alla resultat.

Alternativ att föredra:

Rätten till resultat som part innehar vid detta avtals ikraftträdande, så kallat bakgrundsresultat, påverkas inte av avtalet utan förblir respektive parts egendom.

Alla resultat av forskningsarbetet, inklusive patenterbara uppfinningar, är FOIs egendom. [Universitet/Högskola] och doktoranden får dock förfoga över resultaten för vetenskapliga ändamål såvida hinder inte föreligger på grund av sekretess.

Alternativ i andra hand:

Rätten till resultat som part innehar vid detta avtals ikraftträdande, så kallat bakgrundsresultat, påverkas inte av avtalet utan förblir respektive parts egendom.

Skulle forskningsprojektet resultera i en uppfinning, gjord av personal anställd av [Universitet/Högskola], tillfaller rätten att patentera uppfinningen uppfinnaren. Uppfinnaren skall själv svara för kostnaden för patentet.

FOI äger rätt att utan hinder av patent eller annan immateriell skydds rätt utan särskild ersättning fritt nyttja resultatet av doktorandens arbete för det svenska totalförsvarets behov.

7. ÖVERLÅTELSE

FOI äger rätt att överlåta sina rättigheter enligt detta avtal till annan statlig myndighet.

8. AVTALETS GILTIGHETSTID

Förslaget utgår från att avtalet gäller två år (t o m licentiatexamen, om sådan eftersträvas såsom ett första skede) och därefter förlängs, antingen med ett år i taget, eller för resterande studietid. Andra alternativ är möjliga.

Detta avtal gäller från och med [200 - - till och med 200 - -].

Senast tre månader innan avtalet upphör, skall det prövas på nytt. FOI avgör därvid om FOI även fortsättningsvis skall finansiera doktoranden.

Om FOI beslutar att även fortsättningsvis finansiera doktoranden kan avtalet förlängas med ett år i taget, med omprövning av detsamma senast tre månader innan varje förlängning upphör.

Avtalet kan förlängas att gälla högst [fyra års heltidsstudier], eller högst [fem kalenderår]. Därefter upphör det att gälla utan föregående uppsägning.

9. FÖRTIDA UPPHÖRANDE AV AVTALET

Part äger rätt att säga upp avtalet till omedelbart upphörande, om annan part i väsentligt hänseende eller vid upprepade tillfällen åsidosätter sina skyldigheter enligt detta avtal och rättelse ej sker inom 30 dagar efter skriftlig anmodan.

FOI äger säga upp avtalet med sex månaders uppsägningstid, om doktorandens studietakt avsevärt understiger den normala för detta område.

FOI äger säga upp avtalet med sex månaders uppsägningstid om FOI inte erhåller erforderliga medel från [Försvarsmakten] för i detta avtal angiven typ av forskning.

Avtalet skall även upphöra att gälla om doktoranden är varaktigt förhindrad att genomföra sitt forskningsarbete, till exempel på grund av långvarig sjukdom eller tjänstledighet.

11. TVIST

Avtal med statliga myndigheter:

Tvist angående tolkning eller tillämpning av detta avtal och därmed sammanhängande rättsfrågor skall i första hand lösas genom förhandlingar mellan de berörda projektansvariga hos parterna, i andra hand mellan chefen för FOI [avdelning] och prefekten vid [fakultet/institution], och i sista hand mellan Generaldirektören för FOI och Rektor för [Universitet/Högskola].

Avtal med andra än statliga myndigheter:

Tvist med anledning av detta avtal skall avgöras av svensk domstol med tillämpning av svensk rätt.

Detta avtal har upprättats i tre likalydande exemplar, varav parterna tagit varsitt.

Ort och datum

Namnförtydligande
FOI

Namnförtydligande
Universitet/Högskola

Namnförtydligande
Doktorand

Om motparten (Universitet/högskolan) absolut inte kan acceptera att sluta ett trepartsavtal, måste FOI tillse att doktoranden godkänner villkoren i avtalet. Efter underskrifterna bör då följande passus läggas till:

Jag har tagit del av avtalet och är införstådd med innehållet. Jag godkänner avtalet utan förbehåll för egen del.

Underskrift doktorand

Dessutom skall följande mening läggas till i punkt 8. GILTIGHETSTID:

Avtalets ikraftträdande kräver doktorandens skriftliga godkännande.

Bilaga 4 - Projektansvariga vid FOI

Ansvariga för doktorandprogrammet vid FOI har under åren varit:

1990-1994	Nils Hörnqvist
1995-1999	Magnus Hagwall
2000-2001	Erland Sangfelt
2002-2005	Lars Höstbeck

Källor och Bibliografi

Intervjuer

Stefan Axberg, intervjuad per e-post och per telefon, oktober 2004

Alex Cederholm, personlig intervju, september 2004

Christer Fureby, telefonintervju, november 2004

Magnus Hagwall, personlig intervju, november 2004

Jan Hallander, telefonintervju, oktober 2004

Peter Jonsson, telefonintervju, oktober 2004

Ilkka Karasalo, personlig intervju, november 2004

Johan Leander, telefonintervju, november 2004

Ulf Orrenius, telefonintervju, november 2004

Elias Parastates, personlig intervju, september 2004

Erland Sangfelt, personlig intervju, oktober 2004

Peter Ulriksen, intervjuad per e-post, november 2004

Niklas Wikström, , intervjuad per e-post, oktober 2004

Skriftliga källor

"Förstärkning av forskningen inom det undervattensteknologiska området", PM från FOA och FMV till Överbefälhavaren, FOA 89-2493/S, 1989-04-04.

"Uppdrag till Försvarets Forskningsanstalt att genomföra program avseende utnyttjande av högskolorna i försvarsforskningen", Överbefälhavaren, Plan 2 080:60288, 1990-01-24.

Avhandlingar inom programmet

Johan Leander, "Studies of Acoustic pulse propagation in relaxing and bubbly liquids", KTH, 1993

Ulf Orrenius, "Transmission of structure-borne sound in ships: application to a prediction model", KTH, 1997

Peter Jonsson, "Design and implementation of a programmable, wideband sonar for sediment mapping", LTH, 1998

Elias Parastates, "Hydroacoustic matched field methods for modal analysis and source localization", KTH, 1999

Fredrik Grönberg, "Prediction of sound radiation from vibrating slender bodies by efficient integral methods", KTH, 2000

Jan Hallander, "Influence of acoustic interaction between cavities that generate cavitation noise", CTH, 2002

Alex Cederholm, "Homogenous models of anechoic rubber coatings", KTH, 2003

Niklas Wikström, Simulation of Cavitating Flows for Marine Applications, CTH, Försvarens våren 2006

Övrigt källmaterial

Årsvisa projektplaner och -kalkyler

Årsrapporter för FoT-område 9 Undervattenssensorer

Utgivare FOI - Totalförsvarets forskningsinstitut Systemteknik 164 90 Stockholm	Rapportnummer, ISRN FOI-R--1873--SE	Klassificering Användarrapport	
	Forskningsområde 4. Ledning, informationsteknik och sensorer		
	Månad, år November 2005	Projektnummer E60706	
	Delområde 43 Undervattenssensorer		
	Delområde 2		
Författare/redaktör Eva Dalberg Lars Höstbeck	Projektledare Lars Höstbeck		
	Godkänd av Monica Dahlén		
	Uppdragsgivare/kundbeteckning Försvarmakten		
	Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig Erland Sangfelt		
Rapportens titel Femton år med marinens doktorandprogram			
Sammanfattning Marinens doktorandprogram är ett program där Försvarmakten sedan ca femton år tillbaka finansierat forskarutbildning och forskare inom området hydroakustik vid svenska tekniska högskolor. Denna rapport beskriver kortfattat programmets historia och gör också ett försök att sammanfatta den nytta programmet haft.			
Nyckelord Marinen, Ubåtsjakt, Doktorander, Forskarstudier, UoH			
Övriga bibliografiska uppgifter	Språk Svenska		
ISSN 1650-1942	Antal sidor: 45 s.		
Distribution enligt missiv	Pris: Enligt prislista		

Issuing organization FOI – Swedish Defence Research Agency Systemteknik 164 90 Stockholm	Report number, ISRN FOI-R--1873--SE	Report type User report
	Programme Areas 4. C4ISTAR	
	Month year November 2005	Project no. E60706
	Subcategories 43 Underwater Surveillance, Target acquisition and Reconnaissance	
	Subcategories 2	
Author/s (editor/s) Eva Dalberg Lars Höstbeck	Project manager Lars Höstbeck	
	Approved by Monica Dahlén	
	Sponsoring agency Swedish Armed Forces	
	Scientifically and technically responsible Erland Sangfelt	
Report title (In translation) Fifteen years with the marine Ph D-programme		
Abstract The marine Ph D-programme is a programme where the Swedish Armed Forces for fifteen years has sponsored Ph D- studies in hydroacoustics as Swedish universities. This report gives a short description of the programme, its history and the results.		
Keywords Navy, ASW, Ph D-studies, Universities		
Further bibliographic information	Language Swedish	
ISSN 1650-1942	Pages 45 p.	
	Price acc. to pricelist	