



### Självständigt arbete på kandidatnivå (15hp)

|  |   |                                       |
|--|---|---------------------------------------|
| <b>Författare</b><br>Mattias Weidenmark  | <b>Förband</b><br>Högkvarteret                                      | <b>Kurs</b><br>SA HSU T 16-18/ 1MT019 |
| <b>Handledare</b><br>Kmd/Fil.lic Nils Bruzelius  | <b>Kursansvarig / Seminarielidare</b><br>Kmd/Fil.lic Nils Bruzelius |                                       |
| <b>Examinator</b><br>Prof. Åke Sivertun  | <b>Antal ord</b><br>10 538  |                                       |
| <p><b>Militär nytta av att låta andra fartyg än korvetter dra Towed Array Sonar (TAS)</b></p> <p><b>Sammanfattning:</b> TAS kan upptäcka och identifiera farkoster på och under ytan på långa avstånd. Det är en lång sensor som bogseras efter fartyget och begränsar därmed bland annat fartygets manöverförmåga och taktiska rörlighet. Av denna anledning använder korvetterna knappt sin TAS idag. Detta innebär att en främmande ubåt har en typ av sensor mindre att behöva anpassa sig efter och lättare kan undgå upptäckt.</p> <p>Den här studien har syftat till att undersöka om en flytt av TAS från korvett till ett inhyrt fartyg ökar den tid som TAS kan användas. Dels för utbildning och övning och dels för underrättelseinhämtning och vid incidenter. Studien undersökte också på vilket sätt kostnaderna förknippade med de olika verksamheterna förändras om TAS flyttas från korvett typ Visby till ett inhyrt fartyg.</p> <p>Studien har vid jämförelse av tid och kostnad mellan de två koncepten visat att framförallt tillgänglig utbildningstid per operatör skulle öka markant och ge betydande militär nytta. Vidare har studien visat att kostnaderna för att hyra in ett fartyg är lägre än att ha kvar TAS på korvett.</p> <p><b>Nyckelord:</b> TAS, Militär nytta, Korvett, Utbildning, Underrättelseoperationer, Incident</p> |   |                                       |

|  |  |   |
|--|--|---|
| <b>Author</b><br>Mattias Weidenmark  | <b>Unit</b><br>Högkvarteret  | <b>Course</b><br>SA HSU T 16-18/ 1MT019 |
| <b>Supervisor</b><br>Kmd/Fil.lic Nils Bruzelius  | <b>Course coordinator / Seminar leader</b><br>Kmd/Fil.lic Nils Bruzelius |   |
| <b>Examiner</b><br>Prof. Åke Sivertun  | <b>Number of words</b><br>10 538   |   |
| <b>Military utility by letting ships other than corvettes carry a Towed Array Sonar (TAS)</b>  |  |   |
| <p><b>Abstract:</b> TAS can detect and identify vessels at and beneath the surface over long distances. It is a long sensor that is towed behind the ship, thus limiting its maneuverability and tactical usefulness. For that reason corvettes today barely use their TAS. This results in a foreign submarine thus having one type of sensor less to adapt to and can more easily evade detection.</p> <p>This study investigated whether moving the TAS from the corvettes to a chartered ship increases the time that TAS can be used both for training and exercise, for intelligence gathering, and at incidents. The study also examined if the costs associated with the various activities mentioned above change if TAS is moved from the Visby corvettes to a chartered ship.</p> <p>By comparing time and cost between the two concepts, this research showed that primarily the available training time per operator would increase significantly, and provide significant military utility. Furthermore, this research has identified that the cost of hiring a ship is less than the costs to maintain TAS onboard corvettes.</p> <p><b>Key words:</b> TAS, Military utility, Corvette, Training and exercise, Intelligence operations, Incidents</p> |  |   |

## Innehåll

|   |    |
|---|----|
| 1. Inledning.....   | 4  |
| 1.1 Bakgrund .....  | 4  |
| 1.2 Problemformulering .....                                    | 4  |
| 1.3 Syfte och frågeställning .....                              | 5  |
| 2. Teorianknytning .....  | 5  |
| 2.1 Tidigare undersökningar.....                                | 5  |
| 3. Metod.....   | 6  |
| 4. Empiri.....  | 9  |
| 4.1 Grundläggande hydroakustik.....                             | 9  |
| 4.2 Aktuell TAS .....   | 11 |
| 4.3 Grundläggande ubåtsjakttaktik.....                          | 13 |
| 4.4 Alternativa bärare av TAS.....                              | 14 |
| 4.5 Övnings och utbildningsverksamhet. ....                     | 16 |
| 4.6 Underrättelseoperationer. ....                              | 18 |
| 4.7 Operation Örnen.....  | 19 |
| 4.7.1 Ingående enheter med förmåga att spana under vattnet..... | 19 |
| 4.7.2 Hur användes enheterna .....                              | 20 |
| 5. Analys.....  | 20 |
| 5.1 Övnings och utbildningsverksamhet .....                     | 20 |
| 5.2 Underrättelseoperationer. ....                              | 24 |
| 5.3 Fredstida incident .....                                    | 26 |
| 6. Avslutning .....   | 28 |
| 6.1 Slutsatser .....  | 28 |
| 6.1.1 Svar på frågeställningen .....                            | 28 |
| 6.2 Avslutande diskussion.....                                  | 30 |
| 6.3 Förslag till fortsatta studier.....                         | 30 |
| 7. Källförteckning.....   | 31 |

## **1. Inledning**

### **1.1 Bakgrund**

Hösten 2014 genomfördes en underrättelseoperation i Stockholms mellersta skärgård riktad mot misstänkt främmande undervattensverksamhet. På grund av områdets storlek och tillgängligt antal enheter lämpade för denna typ av operation koncentrerade den taktiska chefen sina styrkor inomskärs, där de optiska observationerna hade gjorts. Områden utomskärs, i anslutning till angoringsleder eller andra möjliga flyktvägar, kunde därmed inte avspansas under tiden som operationen pågick.

Efter en veckas intensiv verksamhet avslutades operationen till synes utan att ha hittat det man sökte efter (Försvarsmakten, 2014).

### **1.2 Problemformulering**

Vid millennieskiftet togs försvarspolitiska beslut (Regeringens proposition 1999/2000:30) rörande antalet enheter i marinen som kan bära sensorer och vapen avsedda för ubåtsjakt. Detta ledde till att marinen idag ska vidmakthålla sju korvetter i operativ drift varav sex bär en passiv släpsonar, en så kallad Towed Array Sonar, TAS. Nyttjande av TAS innebär stora begränsningar i aktuell korvetts förmåga att manövrera, vilket gör att korvetter som ska spana med TAS gör det utomskärs.

Fartyg som använder TAS är heller inte tillgängliga för vapeninsats med sjunkbomber mot undervattensmål, eftersom en sådan insats skulle förstöra den egna sensorn och riskera det egna fartygets säkerhet. En taktisk chef, som väljer att använda korvetternas TAS för att spana mot mål utomskärs i nära anslutning till operationsområdet, kommer därför inte att ha lika många enheter tillgängliga för aktiv spaning. Förmågan till vapeninsats kommer också att nedgå då färre enheter är gripbara för detta. Övning och utbildning i spaning med TAS engagerar endast de delar av besättningen som framför fartyget och dem som ingår i undervattensstridsavdelningen ombord. Resterande del av fartygets besättning bör endast genomföra sådan verksamhet som inte stör den pågående övningen/utbildningen, vilket medför ett icke optimalt användande av fartyget.

### 1.3 Syfte och frågeställning

Uppsatsen syftar till att undersöka huruvida det kan vara av militär nytta att låta ett annat fartyg än korvetterna dra TAS. Detta sker genom att studera hur övning och utbildning av operatörer påverkas av att låta ett inhyrt fartyg dra TAS under ett begränsat antal veckor per år. Vidare studeras om planerade underrättelseoperationer kan genomföras effektivare till en lägre kostnad än idag. Slutligen undersöks det hur genomförandet av fredstida inomskärs incidenter påverkas av att ett annat fartyg är korvetterna drar TAS i nära anslutning till operationsområdet.

Frågeställningen blir därmed: *Vilken militär nytta kan uppnås genom att låta andra fartyg än korvetter dra befintliga TAS (Towed Array Sonars)?*

## 2. Teorianknytning

Då uppsatsen ska undersöka den militära nyttan av att låta andra fartyg än korvetter dra TAS kommer den teoretiska grunden att utgå från det koncept om militär nytta som Kent Andersson m.fl. i FHS regi har tagit fram (Andersson et.al., 2015, 23). I konceptet presenteras tre allmängiltiga faktorer som tillsammans utgör en måttstock på hur stor den militära nyttan är. Dessa tre faktorer är

- **Militär lämplighet**, som belyser vilken påverkan valt handlingsalternativ har på bland annat befintlig organisation, utbildning och övningssyklar, vapensystem och logistikbehov.
- **Militär effektivitet**, som beskriver hur väl valt handlingsalternativ uppnår ställda mål.
- **Ekonomisk överkomlighet**, som beskriver vad valt handlingsalternativ kostar i form av till exempel pengar, risker för materiel och risker för egen personals hälsa.

Denna uppsats kommer att utgå från ovanstående tre faktorer som utgör militär nytta och undersöka tre olika verksamheter samt värdera den militära nyttan av TAS på annan enhet än korvett typ Visby mot tid och kostnad. De tre verksamheterna som ska undersökas är utbildning och övning av sonaroperatörer för TAS, underrättelseoperationer i undervattensdomänen samt fredstida incidentverksamhet.

### 2.1 Tidigare undersökningar

Inga arbeten som studerar detta specifika ämne har hittats. Däremot förekommer det en del forskning på bland annat Försvarshögskolan i ämnet militär nytta. Redan innan Kent

Andersson et.al. skrev sin artikel hade andra personer på Försvarshögskolan börjat studera ämnet. De förklarar sin syn på begreppet och definierar det som något som uppstår då ingående artefakter och tekniska system bidrar till att målen för en militär insats kan nås till en lägre kostnad i pengar, människoliv eller politiska risker (Axberg et.al., 2013, 14-16). En snarlik men inte lika detaljerad definition som den Kent Andersson med flera kommer fram till i sin artikel.

Tidigare i år skrev en studerande vid HSU T 14-16 en uppsats, i vilken han jämförde den militära nyttan mellan obemannade autonoma system med få funktioner med multifunktionella fartyg såsom korvett typ Visby (Östgaard, 2016, 1). Den skiljer sig med andra ord från denna uppsats, då författaren väljer att jämföra det befintliga konceptet med Visbykorvetter som drar egen TAS å ena sidan och ett helt nytt koncept med obemannade plattformar med egna sensorer och vapen å andra sidan.

### **3. Metod**

Denna uppsats utgick från ovanstående tre faktorer som utgör militär nytta, dvs militär lämplighet, militär effektivitet och ekonomisk överkomlighet. Tre olika verksamheter studerades och den militära nyttan av att låta en annan enhet än korvett typ Visby dra TAS värderades mot tid och kostnad. De tre verksamheterna som undersöktes var utbildning och övning av sonaroperatörer för TAS, underrättelseoperationer i undervattensdomänen samt fredstida incidentverksamhet.

Den militära nyttan mättes mot tid och kostnad då dessa har direkt inverkan på den ekonomiska överkomligheten men också indirekt påverkar den militära effektiviteten, dvs hur väl uppställda mål uppnås. Även militär lämplighet påverkas av tid och kostnad då det har inverkan på bland annat utbildning, teknik och logistik.

Tidsaspekten mättes genom att undersöka dels hur sonaroperatörernas övnings- och utbildningstid påverkas. Den militära nyttan förutsätts öka om tid för utbildning och övning ökar eftersom det påverkar operatörernas kompetens och därmed systemets effektivitet positivt. Vidare undersöktes hur mycket TAS används vid underrättelseoperationer idag och hur mycket TAS skulle kunna användas om ett civilt fartyg drar den. På samma sätt som för utbildning och övning förutsätts den militära nyttan öka vid underrättelseoperationer om TAS kan användas under längre tid eftersom det även här bidrar till en ökad militär effektivitet av

systemet. Slutligen undersöktes vilken innebörd det kan ha vid fredstida incidenter att sätta TAS på ett inhyrt fartyg istället för att ha kvar den på korvett typ Visby. Även i detta fall förutsätts den militära nyttan öka om TAS kan användas mer i samband med en incident då ju fler typer av sensorer som kan användas samtidigt innebär större chans till upptäckt av främmande undervattensverksamhet och därmed högre militär effektivitet.

Kostnadsaspekten mättes genom att jämföra vad en timmes övningstid per sonaroperatör kostar idag med vad det kan komma att kosta om flytt av TAS till annat fartyg genomförs. Vid underrättelseoperationer jämfördes vad en operation kostar att genomföra med en korvett och vad den kostar att genomföra med ett civilt, inhyrt fartyg. Vid incidenter jämfördes kostnaden för ett civilt fartyg med TAS med ytterligare en korvett, vars besättning är ledig och därmed ska erhålla övertidsersättning. Om kostnaden för att sätta ombord TAS på ett inhyrt fartyg inte är väsentligt högre än att ha kvar den ombord på en korvett bedöms den militära nyttan av TAS öka eller i sämsta fall kvarligga på samma nivå som idag eftersom den ekonomiska överkomligheten för TAS då kan antas påverkas positivt.

Militär lämplighet låter sig inte kvantifieras lika enkelt. Lämplighet bör ses i ett större sammanhang och har därför i denna uppsats bedömts genom att undersöka vad det innebär vid utbildning och övning, underrättelseoperationer samt fredstida incidenter om TAS dras av ett annat fartyg än korvett. Om operatörerna erbjuds mer utbildning och övning och därmed erhåller en högre kompetens påverkas den militära lämpligheten av systemet positivt. Likaså påverkas den militära lämpligheten positivt om mer information av bättre kvalitet kan inhämtas och bearbetas vid underrättelseoperationer.

Militär nytta uppstår då tre generella faktorer tillsammans samverkar i bästa symbios med de uppgifter som står att lösa. Denna studie förhåller sig till delar av respektive faktor för att undersöka vilken militär nytta som kan uppstå vid marinens övningsverksamhet, vid planerade underrättelseoperationer och vid fredsmässig incidentverksamhet. Detta studerades genom att undersöka vilken påverkan på militär lämplighet som en flytt av TAS innebär genom att kontrollera vilka effekter det för med sig på korvetternas taktiska förmåga vid fredstida incidenter inomskärs. Dessa är oftast till sin natur oplanerade och sker i så gott som samtliga fall utefter vår egen kust och inbegriper nyttjande av såväl sensorer som vapen. Vidare undersöktes om en flytt av TAS medför någon effekt på den militära effektiviteten vid underrättelseoperationer, som oftast är planerad verksamhet och oftast genomförs på

internationellt vatten i Östersjön eller dess omedelbara närhet. Slutligen undersöktes om en flytt av TAS medför positiva effekter på den ekonomiska överkomligheten genom att dels jämföra faktiska drifts- och lönekostnader för en korvett med vad det kostar att hyra in ett civilt fartyg, dels studera vilka effekter det medför på övningar och utbildning i sonarspaning och ubåtsjakt. Denna verksamhet genomförs oftast av en mindre del av besättningen i korta pass om två till åtta timmar och ofta mot egen målubåt längs med vår egen kust.

Personer som deltog i Operation Örnen<sup>1</sup> intervjuades i syfte att undersöka hur enheter med sensorer för spaning under vattnet användes i operationen (Hörnfeldt och Borglund, 2016). Därefter intervjuades ett par personer med mycket erfarenheter från korvetterna för att undersöka hur mycket TAS används idag och hur nyttjande av TAS påverkar fartygens manöverförmåga (Borglund och Danielsson, 2016). Detta gjordes i syfte att undersöka huruvida en flytt av TAS från korvett typ Visby till en annan plattform kan ge korvetterna taktiska fördelar vid fredsmässig incidentverksamhet och planerade underrättelseoperationer. Vidare värderade uppsatsen även den militära nyttan utifrån ekonomi och tid genom att rapporter och loggböcker studerades. Därmed kom undersökningen fram till hur mycket tid som marinen fördelar till övning och utbildning av sonarpersonal och taktisk ubåtsjaktpersonal, samt kontrollerade vad detta kostar i form av extra lönepåslag och driftskostnader för en korvett. Detta jämfördes sedan med vad en alternativ plattform kan kosta att hyra in med dess driftskostnader. Här vägdes även in eventuell tidsvinst som beror på ett bättre nyttjande av arbetstid samt den vinst som erhålls då korvetterna kan ligga stilla vid kaj istället för att förbruka arbetstid och driftstid till och från övningsområden.

En kvantitativ studie där fler operationer undersöktes hade varit att föredra men eftersom Visbykorvetterna och deras TAS inte har varit operativa längre än ett fåtal år saknas tillräckligt underlag för en sådan studie.

Samtliga tre fall som undersöktes genomförs i fredstid.

---

<sup>1</sup> Den underrättelseoperation som marinen genomförde mot misstänkt undervattensverksamhet i Stockholms mellersta skärgård oktober 2014.



## 4. Empiri

### 4.1 Grundläggande hydroakustik

Informationen i följande kapitel om hydroakustik är hämtad från Robert J Uricks bok *Principles of underwater sound* (Urick, 1983) och från FMV:s *Hydroakustik och sonarteknik v.2.0* (FMV, 2009).

Den energiform som bäst breder ut sig i vatten är akustisk energi. Anledningen till detta är att akustisk energi (ljud) är en mekanisk energiform som drar nytta av partiklarna i vattnet. Ljud kan i öppna vatten utbredas över mycket stora avstånd och kan under goda förhållanden nå från en sida av Östersjön till den andra. Elektromagnetisk energi däremot dämpas oavsett frekvens mycket snabbt i vatten och har sällan räckvidder i vatten som överstiger hundra meter. Låga frekvenser utbreder sig bättre än höga frekvenser, eftersom höga frekvenser absorberas snabbare i mediet.

Det finns två varianter av sonarer. Aktiva sonarer som sänder ut en ljudpuls i vattnet och analyserar det återkommande ekot samt passiva sonarer som fångar upp och presenterar förekommande ljud i dess omgivning. Det som inverkar mest på sonarernas prestanda är utbredningsförhållandena i vattnet, det omkringliggande sjöbruset och bullret från det egna fartyget. Detta uttrycks i den passiva sonarekvationen:

$$TL = SL - NL + DI - DT$$

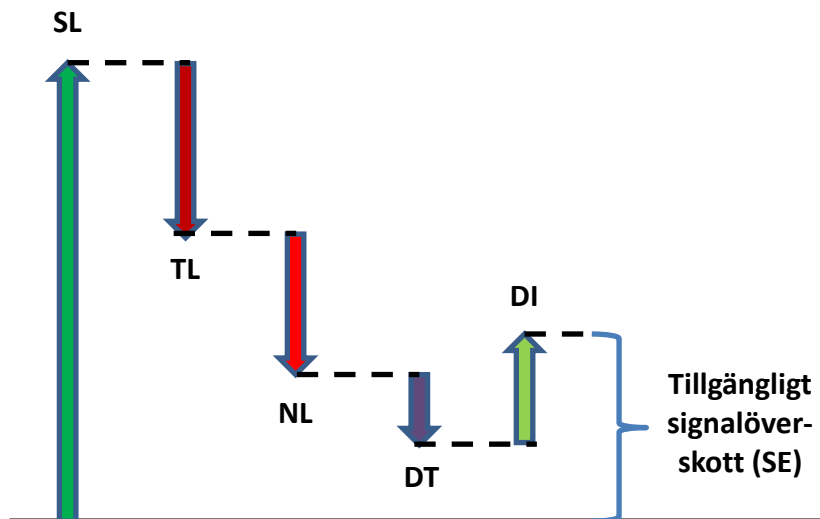
Formel 1. Passiva sonarekvationen

|                          |  |
|--------------------------|--|
| TL = Transmission Loss   | Utbredningsförluster som beror främst på utbredningsformen, anomalier och vattnets absorption.   |
| SL = Source Level        | Signalstyrkan hos källan, det vill säga det ljud som skall detekteras. SL Kan till exempel vara bullret från en ubåt eller ett ytfartyg. |
| NL = Noise Level         | Brusnivån i det omgivande vattnet som beror på ljud från andra fartyg än de vi söker efter, vågskvalp, sjöbrus och eget buller.          |
| DI = Directivity Index   | Direktivitetsindex som anger en sonars känslighet i målriktningen. En variant av antennförstärkning.                                     |
| DT = Detection Threshold | Detekteringströskeln som anger den nivå där vi precis kan detektera mål med önskad säkerhet.   |

Högersidan i ekvationen är måttet på sonarens allmänna upptäcksförmåga.

Sonarens uppgift är att upptäcka mål. Utbredningsförlusterna (TL) får inte vara för stora för då når inte ljudet från källan till sonaren och kan därmed heller inte upptäckas. Upptäcktsförmågan hos sonaren beror även på signalstyrkan (SL) hos källan, brusnivån i vattnet (NL), sonarens känslighet i målriktningen (DI) samt detektionströskeln (DT) i sonaren.

Om vi antar att den lyssnande sonaren kan höra målet tydligt och bra innebär det att ett överskott av signalen når från målet till mottagaren. Detta överskott kallas SE från det engelska Signal Excess.  $SE = SL - TL - NL - DT + DI$  och kan illustreras med följande figur.



**Fig 1:**

Tillgängligt signalöverskott i en passiv sonar.

Källa. Hydroakustik och sonarteknik för marinen v2.0, 2009, s32.

Av ingående faktorer i ekvationen är det främst noise level (NL) och directivity index (DI) vi kan påverka själva. Noise level (NL) kan vi påverka genom att minska strömningsbullret vid hydrofonerna. Det erhålls genom att fartyget och sonaren gör låg framfart genom vattnet. Noise level (NL) påverkas också, men i betydligt mindre grad, av det egna fartygets egenbuller. Detta kan minskas genom att bogsera arrayen (antennen) så långt akter om fartyget som möjligt. Längden på bogserkabeln begränsas dels av den tyngd och det utrymme som en längre kabel innebär men också av de begränsningar i manövreringsförmåga på fartyget som en lång kabel efter fartyget innebär. Förutom att minska strömningsbullret och vårt egenbuller och därmed minska NL kan vi också påverka DI, direktivitetsindex, i vår egen

sonar. Direktivitet, dvs känslighet i målriktningen, fås genom att sätta samman ett antal hydrofoner i en array.

För en linjearray såsom TAS beror direktiviteten på antalet hydrofonelement ( $n$ ) och inbördes avstånd mellan dem ( $d$ ). Om  $d$  är detsamma som halva våglängden för sökt frekvens gäller ekvationen:

$$DI = 10 \text{ Log } n \text{ [dB]} \text{ (FMV 2009, 61)}$$

Det optimala avståndet  $d$  mellan hydrofonerna är en halv våglängd. Mindre eller större avstånd påverkar direktivitetsindex negativt vilket framgår av såväl Urick som FMV.

Som tidigare har nämnts breder låga frekvenser ut sig bättre än höga frekvenser. Om vi därför spanar med en 150 meter lång array i 50 Hz området (som av olika skäl är en intressant frekvens) kan DI beräknas enligt nedan.

$c =$  ljudets hastighet i vatten = 1500 meter per sekund.

$f =$  frekvens = 50 Hz

$\lambda =$  våglängden =  $c/f = 1500/50 = 30$  meter

$d = \frac{1}{2} \lambda = 30/2 = 15$  meter

$n = L/d + 1 = 150/15 + 1 = 11$

$DI = 10 \text{ Log } 11 = 10.4 \text{ dB} = 10$  gångers förstärkning

## 4.2 Aktuell TAS

Korvett typ Visby planerades från början att utrustas med TAS, vilket har gjort att skrov och däck från början är konstruerade för de krav på kraftförsörjning och belastning som TAS för med sig. På Visbykorvetterna är TAS med vinsch och kringutrustning placerade inombords, långt akterut på lastdäck. Vid e-postkonversation med Björn Alba, som är teknisk systemledare för korvetterna på FMV, framkommer det att vikten på vinsch, kabel med array samt kringutrustning är ca 5000 kg (Alba 2016). Utrustningen står inombords, vilket innebär att den står väderskyddad och därmed inte slits så mycket. Vid sjösättning av TAS läggs bogserkabel med array ut akter om fartyget via en skrovgenomföring. Nackdelen med att vinsch med kabel och delar av kringutrustningen står på lastdäck är att det blir trångt på lastdäck och att fartyget inte kan ta lika mycket vapenlast i form av sjunkbomber och minor som om TAS hade stått på däck. Skulle det av någon anledning uppstå ett behov av att lyfta

av TAS från en korvett typ Visby kräver det också betydligt större ingrepp och tar längre tid än om motsvarande arbete ska göras på HMS Sundsvall, där TAS står på däck och lättare kan lyftas av.

Anders Borglund på PROD MARIN, med en bakgrund som Stridsledningsofficer och Sekond på HMS Visby, anger att arrayen på Visbys TAS är ca 200 meter lång och kan bogseras upp till 1100 meter akter om fartyget (Borglund 2016). Det ger en total längd på 1300 meter. Borglund uppger att max hastighet utan risk att skada kabel med array är 12 knop (Borglund, 2016). Det innebär att sjösättning av hela dess längd tar minst 3½ minut. Innan farten har hunnit minska till lämplig spaningsfart som är mellan två och sex knop och strömningar av vatten runt hydrofonerna har avtagit har det gått upp emot tio minuter från det att sjösättningen påbörjades. Farter över den ovannämnda försämrar TAS:ens mottagningsförmåga avsevärt på grund av det strömmande vattnet runt hydrofonerna samt det faktum att arrayen då kommer för nära ytan. Det är farten genom vattnet som avgör vilket djup sonaren hamnar på (Borglund 2016). För att kunna rikttningsbestämma upptäckta ljud krävs också att arrayen ligger på rakkurs, vilket innebär att det inte går att manövrera för ofta och för mycket med korvetten vid spaning med TAS (Borglund 2016). Denna begränsning innebär naturligtvis att det är olämpligt att ligga i för trånga farvatten. Den innebär också att det är svårt att göra undanmanövrar, om så skulle behövas, utan att förlora sensors förmåga eller till och med riskera att skada eller förlora den.

Till skillnad från korvett typ Visby har HMS Sundsvall kompletterats efter konstruktion med TAS, vilket har fört med sig att skrov och däck samt kraftförsörjning har fått anpassas och förstärkas för att klara av de krav som TAS för med sig. Sundsvalls TAS väger ungefär lika mycket som den ombord på korvett typ Visby och samtliga kräver samma mängd kraft, vilket är 30 kW (Alba 2016). Författarens egen erfarenhet från korvetterna är att även om det är lättare att lyfta av Sundsvalls TAS, då den står på däck, än Visbykorvetternas TAS dominerar nackdelarna. Sundsvalls TAS på däck utsätts mycket mer för slitage från väder och vind och kräver därför mer underhåll. Att den står på däck innebär också att stabiliteten i fartyget försämras, då fartygets tyngdpunkt höjs. Den tar också upp värdefull yta som annars hade kunnat användas för till exempel sjunkbomber och minor.

### 4.3 Grundläggande ubåtsjakttaktik

Spaning, lokalisering och identifiering av undervattensverksamhet kräver mycket god taktik och teknik samt god tillgång till sensorer. Ljudets utbredning påverkas mycket i vatten som Östersjön av begränsat djup, vattenskikt med varierande salthalt och temperatur. Även mängden öar och den starkt varierande bottenprofilen och bottenbeskaffenheten påverkar ljudutbredningen mycket. Allt detta ställer höga krav på såväl teknik som operatörer.

Passiva sensorer, dvs sensorer som endast lyssnar efter ljud, används främst för att upptäcka verksamhet på och under ytan. Om passiva sensorer inte kan filtrera bort ointressant information störs de lätt av andra fartyg än de fartyg som de spanar efter. Därför krävs det att de har ett högt värde på DI.

Aktiva sensorer, dvs sensorer som skickar ut en ljudpuls vars eventuella eko därefter analyseras, används främst för lokalisering och identifiering av mål som redan har upptäckts men också för spaning efter mål. Lägre frekvenser används för spaning medan högre frekvenser används för lokalisering och identifiering. Anledningen till detta är att låga frekvenser innebär längre våglängder vilket gör att ljudet inte dämpas lika mycket av vattnet och dess innehåll och därmed når längre. Längre våglängder innebär också att upplösningen blir sämre och därmed försvårar identifiering, vilket gör att sonarer för lokalisering och framförallt identifiering arbetar med högre frekvenser, där upplösning i avstånd är viktigare.

Det är för en ubåt lätt att anpassa sitt uppträdande och därmed undgå upptäckt om endast en enda enhet, en sensor, spanar efter den. Ju fler enheter som spanar efter ubåten och ju fler olika sensorer de använder, desto svårare blir det för ubåten att undgå upptäckt. Om dessutom de vapenbärande enheterna kan tillåtas vara tysta och inte spana med aktiva sensorer, förbättrar det avsevärt möjligheterna till att en vapeninsats ska ge önskad effekt.

En Towed Array Sonar som är en passiv sensor används till att spana efter undervattensverksamhet. En modern ubåt är normalt mycket tyst och svårupptäckt. En enhet som spanar med TAS behöver därför erfarna och kompetenta operatörer som kan upptäcka de låga signalerna som finns att upptäcka. De kan också hoppas på att upptäcka en ubåt som behöver ladda sina batterier genom snorkeldrift. Små mekaniska skavanker på ubåtens drivlina kan också generera ljud som går att upptäcka med en TAS men som ubåten själv kan ha svårt att höra. Eftersom TAS är så lång som 1300 meter och måste släpas i låga farter på rakkurs för att ge bra information innebär det begränsningar på det släpande fartygets manöverförmåga och

det bör inte uppträda inomskärs. Det innebär därför också att fartyget inte kan genomföra egen vapeninsats men däremot kan det leda in andra enheter för insats. Vid anfall mot mål under vattenytan används därför främst enheter med aktiva sensorer och/eller sjunkbomber och ubåtsjakttorpeder ombord.

#### **4.4 Alternativa bärare av TAS**

Att dra TAS begränsar det bogserande fartygets rörlighet och manöverförmåga och inskränker därmed dess taktiska användningsområde. Med anledning av detta tog USA fram speciella fartyg och system för detta ändamål i slutet av 1970-talet. Detta system som kallas SURTASS (Surveillance Towed Array Sensor System) togs i operativ drift 1980 och var till en början enbart byggt för passiv inhämtning av ljud. Nyare versioner av systemet, som togs i bruk 2004, inkluderar även en aktiv del som enbart används tillsammans med den passiva komponenten. Systemen var till en början mycket stora då arrayen var mycket lång, drygt 2000 meter, för att erhålla ett högt DI vid låga frekvenser. Dessutom bogserades arrayen cirka 2000 meter akter om det dragande fartyget för att minimera egenstörningar och kunna få ner arrayen på stora djup med möjlighet att detektera mål på långa avstånd. Totalt är längden på denna TAS drygt 4000 meter (Janes 2001, 129-130). Längden gör systemet olämpligt i andra vatten än ute på de stora världshaven. I Östersjön däremot behövs mindre system för att de ska vara möjliga att hantera rent navigations- och manövermässigt.

Det är här korvetternas TAS blir aktuella eftersom de bara är upp till 1300 meter långa och därmed går att hantera i Östersjön, under förutsättning att det släpande fartyget befinner sig väl utomskärs och heller inte manövrerar i de särskilda lederna som finns i anslutning till förträningar och öar i Östersjön.

Om lösningen blir att installera detta i en container som sätts ombord på ett inhyrt fartyg tillkommer även containerns vikt som för en standardiserad 20-fotscontainer är ca 2200 kg. Ska även en operatörsplats tillföras behövs ytterligare en separat, mindre 8-fots container som inklusive utrustning väger ytterligare 2 ton. (<http://www.lcs.se/containermaringtt.html>).

Vid urval av alternativa bärare av TAS har Transportstyrelsens isbrytare, Kustbevakningens fartyg och andra fartyg i marinen valts bort. Detta eftersom de likt korvetterna är statliga fartyg och en jämförelse mellan dessa och korvetterna därför inte antas ge tillräckliga

skillnader för att kunna dra några slutsatser (Bruzelius 2016). Studien har istället inriktat sig på civila fartyg tillgängliga på marknaden.

Ett lämpligt civilt fartyg ska normalt operera i vårt närområde. Det ska kunna ta ombord aktuell TAS och kraftförsörja den. Det ska kunna förlägga personal ur Försvarmakten ombord. Vidare ansattes att det ska kunna vara till sjöss 14 dagar i sträck utan logistikförsörjning. I syfte att undersöka vad som finns att hyra och hur mycket det kostar kontaktades Sten Göthberg på Sten Göthberg Sjökonsult. Göthberg har goda kontakter och stor erfarenhet från den här marknaden. Förfrågan som gick till Göthberg gällde en kostnadsuppskattning för att under fjorton dagar, två gånger om året, ställa ett fartyg till Försvarmaktens förfogande. Det ska också vara möjligt att vid behov kalla in fartyget för ytterligare drift. För att kunna svara på denna förfrågan önskade Sten få några förtydliganden (Göthberg 2016). Informationen han behövde var vilken typ av supplyfartyg det handlar om, flagg på dessa, lämplig trading areasamt önskad besättningsstorlek. Flagg anger ägarens nationalitet och trading area anger fartygets fartområde, dvs i vilka geografiska områden fartyget ska kunna verka i. I svaret till Sten Göthberg Sjökonsult angavs att typ av supplyfartyg inte var viktigt men att det ska kunna vara till sjöss och verka i farvattnen runt Sverige och i dess närområde i upp till 14 dagar i sträck under gång i låg fart. Vidare bör fartyget föra svensk flagg men västeuropeisk är helt acceptabelt. Dessutom framgick det i mitt svar till Göthberg att förfrågan gäller två perioder om 14 dagar vardera om året med verksamhet som planeras i god tid i förväg. Troligtvis handlar det om en period på våren och en på hösten och att de 14 dagarna inkluderar installation av vår utrustning på Försvarmaktens bekostnad. Det ska även vara möjligt att kalla in fartyget på avrop vid incidenter och då bör fartyget kunna inställa sig i Karlskrona inom 48 timmar och ska kunna göra det inom 72 timmar. Tekniska krav fanns med i underlaget till Göthberg. Anledningen till att förfrågan gällde två perioder om 14 dagar var att det anses som rimligt att kunna avsätta denna tid för utbildning och övning samt underrättelseoperationer samt möjligt att hitta fartyg att hyra för denna tid (Bruzelius, 2016). Effekten av att kunna kalla in det hyrda fartyget vid en incident anses också rimlig att kontrollera för att utvärdera den militära nyttan av konceptet ordentligt (Bruzelius, 2016). Härvid bör dock de juridiska aspekterna av att nyttja ett civilt fartyg för militärt bruk beaktas noga i förväg. Vid en incident kan mycket väl risk uppstå för det civila fartyget varför dess rättsliga status bör vara fullständigt klart.

Göthberg kontaktade Northern Offshore Services AB (NOS). Ett rederi i Göteborg med stor erfarenhet av att hyra ut fartyg för olika serviceändamål i farvatten runt Sverige och i övriga norra Europa. De alternativ som möter de ställda kraven och som NOS erbjuder är R/V Dana och R/V Skagerack (Göthberg 2016). (R/V är detsamma som Research Vessel.)

R/V Dana är ett civilt forskningsfartyg under dansk flagg som ofta befinner sig på olika forskningsuppdrag såväl i Östersjön som längs västkusten. Genom kontakt med VB MTS, vakthavande befäl på Marintaktiska staben, framkom det att fartyget söker och erhåller tillstånd till tillträde till svenskt vatten av Regeringen flera gånger per år (VB MTS 2016). Något som också kan göras om fartyget ska hyras in av Försvarmakten för att dra TAS. Dana är drygt 70 meter långt och har en marschfart på 12 knop, vilket antas vara mer än tillräckligt. Vidare uppfyller Dana de krav som ställs på utrymme och kraftförsörjning som behövs för den tekniska utrustningen och kan ackommodera tillförd personal från Försvarmakten.

R/V Skagerack är ett betydligt mindre civilt forskningsfartyg under svensk flagg som Göteborgs Universitet anlitar mycket för olika uppdrag längs Sveriges kust. Det är knappt 40 meter långt men kan trots det ta emot den utrustning som krävs. Vidare kan fartyget erbjuda den kraftförsörjning som krävs. Tillförd personal kan tas emot.

Kostnaden för dygnshyra är beräknad på 14 dagars verksamhet under vår och lika många dagar under höst plus beredskap och uppskattas av NOS till att ligga mellan 100 000 och 200 000 kronor för dessa fartyg beroende på bland annat vilket fartyg som avses. I studien kommer 150 000 kr per dygn att användas vid jämförelse med vad en korvett kostar per dygn i drifts- och extra personalkostnader. Priset beror mycket på konjunkturen. Vid hög efterfrågan på främst servicefartyg till de norska oljefälten i Atlanten minskar tillgången på fartyg och priset per dygn skjuter i höjden. Det verkliga priset sätts därför först vid upphandling av tjänsten.

Förfrågan till Göthberg gällde bara en kostnadsuppskattning och ingen upphandling. Därför kontaktades endast en person och ett rederi. Vid en upphandling skulle förfrågan gått ut bredare till flera aktörer på den aktuella marknaden.

#### **4.5 Övnings och utbildningsverksamhet.**

Vid samtal med Anders Hörnfeldt, divisionschef på 41.Korvettdivisionen, har det framkommit att en blivande sonaroperatör först ges en grundläggande utbildning i land på



fyra till fem veckor där operatören får lära sig bland annat hydroakustik, sin utrustning och grundläggande metoder för att använda sig av den. Sjöstridsskolan har i dagsläget ingen simulator där operatörer kan övas i spaning med TAS. När operatörerna anslutit till sitt fartyg, får de specifik träning på den utrustning som finns ombord samt praktisk erfarenhet från övningar (Hörnfeldt 2016).

Författarens erfarenhet efter 25 år i flottan, varav tio år på korvettdivisionen som bland annat ställföreträdande divisionschef, säger att fartygen sällan kastar loss för att enbart genomföra dagsturer, då så mycket arbetstid går åt till losskastning och förtöjning samt transport till/från lämpliga övningsområden. Dagsturer görs oftast för att genomföra grundläggande övningar i manöver och navigation samt skyddstjänstövningar. Oftast planeras flera dagars övningar då fartygen är till sjöss från måndag förmiddag till antingen fredag morgon eller möjligen till nästkommande torsdag.

När fartygen är till sjöss för att öva besättningarna, ska oftast samtliga förmågor övas för att ta till vara den tid som erbjuds. Ju fler förmågor ett fartyg ska ha, ju färre timmar finns till att öva upp respektive förmåga. För korvett typ Visby, som under svåra påfrestningar ska kunna lösa många olika uppgifter i samtliga dimensioner, innebär det att det blir väldigt lite tid till respektive förmåga. Övningarna genomförs ofta momentvis i pass om två till åtta timmar beroende på vad det är som ska övas. Ofta fokuseras på en enskild förmåga men ibland övas flera förmågor samtidigt. Ubåtsjaktmoment övas oftast i pass om fyra till åtta timmar och sällan i kombination med andra förmågor. Då tillgången till egen målubåt är väldigt begränsad, erbjuds det inte så många tillfällen per halvår, då sonaroperatörer kan övas i spaning, lokalisering, identifiering och anfall av ubåtar. Övningarna genomförs ofta i små definierade övningsområden nära Sveriges ostkust och egna ytfartyg får endast sjösätta sina sonarer i dessa områden. Anledningen är att egna ubåtar som inte deltar i övningen ska veta att utanför dessa områden är risken för kollision mellan ubåt och sonar obefintlig. Detta medför att TAS inte får sjösättas utanför övningsområdet. Eftersom övningsområdet är litet, erbjuds heller inte tillräckligt mycket utrymme för spaning med TAS i det, varför detta normalt inte övas vid de utpekade ubåtsjaktövningarna. Istället används huvuddelen av ubåtsjaktövningarna till övning och utbildning av operatörer för aktiva sonarer. Ofta kan dessa övningar kompletteras med bojar för övning av passiva sonaroperatörer.

För att få sjösätta TAS måste tillfälligt större områden dedikeras för detta ändamål och ske i vatten längre ut från vår egen kust. Oftast sker detta utan samverkan med egna ubåtar, eftersom framförallt arbetstid inte räcker till för detta i konkurrens med andra uppgifter som ubåtsflottiljen har att lösa. Operatörerna övar därför mest spaning och lokalisering av ytfartyg. Eftersom upptäckt av mål med hjälp av TAS förenklas av mindre egenbrus och mindre strömningsbuller, övas fartygen och dess besättningar sällan i annat under den tid som spaning med TAS genomförs. Detta får till följd att spaning med TAS sällan genomförs dagtid, då andra övningar såsom exempelvis artilleriskjutningar och luftförsvarsövningar istället genomförs.

Vid spaning med TAS bemannar och opererar två operatörer analysutrustningen, varför det endast är ett fåtal personer som övas under den tid som en TAS är sjösatt.

Borglund anger vid intervjun också att en korvett typ Visby i snitt sjösätter sin TAS endast 50 timmar per år och fartyg (Borglund 2016).

#### **4.6 Underrättelseoperationer.**

Normalt genomförs en underrättelseoperation i cirka tio dygn beroende på hur lång tid det tar för fartyget att förflytta sig till och från det aktuella området. Ofta bedrivs de enskilt eller tillsammans med HMS Orion som är marinens signalspaningsfartyg. Vanligtvis spanar korvetterna efter information i det elektromagnetiska spektrat. Vanlig radar används för att kunna rapportera sjömålsläget i området till sjöinformationsbataljonen. Ibland används bojar och aktiv sonar för inhämtning av information under ytan men TAS används ytterst sällan. En orsak är de begränsningar i manöverförmågan som den för med sig för korvetten. Med anledning av operatörernas ringa erfarenhet och hur tyst och svårupptäckt en modern ubåt är, används oftast TAS endast för att spela in information. Informationen analyseras inte i realtid utan lämnas efter förtöjning vidare till Marinens Undervattens-sensoranalyscentral, MUSAC, för analys av den information som spelats in (Borglund 2016).

Underrättelseoperationerna planeras långt i förväg och genomförs oftast under en tiodagars period inom ett dygns avstånd från svensk hamn. Tiden används ofta till att både samla in information och till att övervaka sjötrafik i aktuellt område men också till viss del till att öva besättningen i allmän fartygstjänst.

## 4.7 Operation Örnen

Operation Örnen genomfördes mellan den 17 och 24 oktober 2014 i Stockholms mellersta skärgård. Det var en underrättelseoperation som påbörjades efter att en privatperson larmade om misstänkt främmande undervattensverksamhet på Kanholmsfjärden. Inledningsvis skickades korvetterna Visby och Sundsvall samt minjakten Ven in i området för att med hjälp av sina aktiva sensorer söka efter främmande undervattensverksamhet. När tiden drog ut och ytterligare observationer gjordes på Nämndöfjärden och Jungfrufjärden längre söderut, utökades styrkan. Enheter ur Amfibieregementet och Hemvärnet grupperades på land med ytspaning och avsökning av öarna som främsta uppgift. Helikoptrar från helikopterflottiljen förstärkte styrkans förmåga till ytspaning. Styrkan förstärktes också med korvetten Stockholm, ytterligare ett minjaktfartyg samt två bevakningsbåtar och stabsfartyget Trossö för bättre sensorkapacitet under ytan, bättre ytövervakning och bättre ledningskapacitet i området (Hörnfeldt, 2016).

Områdets storlek, mängden öar och varierande djupförhållande samt den geologiska beskaffenheten på botten gör det till ett mycket svårt område att spana efter och hitta farkoster som befinner sig i undervattensläge. Det krävs många sensorbärande enheter för att kunna spana vid samtliga möjliga utlopp och samtidigt undersöka hela vattenvolymen i det aktuella området. Om den enhet som är utrustad med TAS i det läget skickas utomskärs för att spana försvinner därmed också en av de få enheter som är utrustade för att spana aktivt efter mål under vattenytan.

### 4.7.1 Ingående enheter med förmåga att spana under vattnet

|                            |  |
|----------------------------|--|
| HMS Visby                  | Utrustad med TAS och bojar samt två aktiva sonarer för olika uppgifter. Även utrustad med signalspaningsutrustning och andra sensorer för spaning ovanför vattenytan.<br>Är beväpnad med en allmålskanon, sjömålsrobotar, ubåtsjakttorpeder och sjunkbomber. |
| HMS Sundsvall              | Likartad utrustning som korvett typ Visby.   |
| HMS Stockholm              | Saknar TAS. Annars samma typ av sensorer och vapen som korvett typ Göteborg.   |
| 2 minjaktfartyg typ Koster | Fartyg av Kosterklass har en aktiv sonar och så kallade ROV:ar (Remotely Operated Vehicles) för spaning mot mål under vattenytan. Används främst för lokalisering av minor men   |

också för identifiering av andra mål under ytan.

Har en allmålskanon och kan ta sjunkbomber.

#### **4.7.2 Hur användes enheterna**

I början av operationen var endast HMS Visby och Sundsvall samt ett minjaktsfartyg på plats och spanade efter den misstänkta inkräktaren. När området utvidgades sattes fler fartyg in i operationen. Fartyg med aktiva sonarer sökte efter misstänkt verksamhet i vattnet i nära anslutning till positioner där misstänkta objekt observerades (Hörnfeldt 2016).

Vid ett tillfälle beordrades HMS Sundsvall ut utanför skärgården för att i anslutning till leder spana med TAS under en kortare period, vilket visar på att den taktiska chefen var medveten om värdet av spaning med TAS men ändå valde att till största delen använda sig av korvetten för aktiv spaning inomskärs. HMS Visby genomförde under hela operationen endast spaning inomskärs (Hörnfeldt 2016).

### **5. Analys**

I detta kapitel kommer den militära nyttan av att flytta TAS från korvetterna till ett inhyrt civilt fartyg att analyseras utifrån tid och kostnad.

#### **5.1 Övnings och utbildningsverksamhet**

Som det tidigare har presenterats i kap 4.5 sjösätter korvetterna sin TAS i snitt 50 timmar per år. Då endast hälften av operatörerna antas övas samtidigt möjliggör det max 25 timmars övningstid per operatör och år.

Förfrågan till Göthberg om hyra av fartyg gällde en tvåveckorsperiod per halvår. Om en av dessa perioder används till utbildning av operatörer kan det antas innebära att en TAS är sjösatt tio dygn, dvs 240 timmar, i sträck för utbildning och övning. På så sätt kan samtliga operatörer på TAS övas koncentrerat under denna period och varje operatör kan erhålla sammanlagt 120 timmars övning (10 dagar á 12 timmar vardera) i analys av information från TAS och hantering av analysutrustning. Idag erbjuds varje operatör i snitt 25 timmars övning per år. Det civila fartyget som är inhyrt och släpar TAS kan användas tillsammans med ett målfartyg för grundläggande träning, framförallt tillsammans med målubåt. Detta ger mer avancerad utbildning och träning av operatörer på TAS mot avancerade mål. Det kan också användas i anslutning till vältrafikerade leder i Östersjön för att erbjuda övning i att

klassificera och identifiera ytfartyg och ge underlag till hydroakustisk databas som används av främst ubåtarna vid deras verksamhet.

Att använda ett inhyrt fartyg för att dra TAS erbjuder mer än fem gånger så mycket tid till övning för operatörerna än vad korvetterna kan erbjuda med TAS ombord. Den ökade tiden för utbildning och övning innebär att operatörerna får en högre förmåga att hantera utrustningen och förstå information vilket leder bättre kompetens hos operatörerna. Detta i sin tur bidrar till att öka såväl systemets militära lämplighet som dess militära effektivitet och bidrar därmed också till ökad militär nytta av TAS.

Som det framkommer av uträkningarna i figur 2 nedan kostar varje timme operatörsträning i TAS ca 11 000 kronor om korvetterna drar TAS under 50 timmar per år.. Motsvarande siffra med TAS ombord på ett inhyrt fartyg är cirka 5 000 kronor.

I kostnaden för korvetter ingår underhållskostnaderna för samtliga sex TAS (fem på korvett typ Visby och den på HMS Sundsvall), underhållskostnaderna för korvetterna, bränslekostnader samt extra lönetillägg för en hel besättning vid gång till sjöss.

Underhållskostnaderna är 100 000 kronor per system och år (Rylander 2016). Utslaget på varje timme som TAS är sjösatt, 50 timmar per år, blir det 2 000 kronor per timme de används. Genomsnittlig underhållskostnad per timme är för en Visbykorvett ca 15 000 kronor (Alba 2016). Genomsnittlig bränslekostnad per dygn är (2016) 135 000 kronor, vilket är 5 625 kronor per timme (Rehn, 2016). Vid de låga farter som används då TAS är i vattnet kan bränslekostnaden antas vara 2 000 kronor per timme. Lönetillägget vid planerad verksamhet är 60 000 kronor per dygn för en hel besättning (Rehn, 2016), vilket innebär en kostnad per timme på 2 500 kronor. Sammanlagt blir det 21 500 kronor per timme som TAS används. Eftersom två operatörer kan övas samtidigt blir kostnaden för varje timme operatörsträning hälften så mycket, 11 000 kronor.

Antal timmar TAS är sjösatt per år = 50 timmar

Underhållskostnader per TAS och år = 100 000 kronor →

Underhållskostnader per TAS och drifttimme =  $100\,000/50 = 2\,000$  kronor

Underhållskostnader per korvett och driftstimme = 15 000 kronor

Genomsnittlig brännoljekostnad per dygn = 135 000 kronor →

Genomsnittlig brännoljekostnad per timme =  $135\,000/24 = 5\,625$  kronor

(Bedöms vid de låga farter som används då TAS är i vattnet vara 2 000 kronor per timme)

Antal besättningsmedlemmar = 43 st

Sjödögnersättning (lönetillägg) för en person = 780 kr (vardag) och 1 560 kr (helgdag)

Ersättning per dygn är i snitt för en tiodagarsperiod  $(8 \times 780 + 2 \times 1560)/10 = 936$  kr

Lönekostnaden för förbandet per dygn är för en person  $936 \text{ kr} \times 1,49 \text{ i LKP} = 1\,395$  kr

(LKP = Lönekostnadspåslag dvs arbetsgivaravgifter och sociala avgifter)

Lönekostnaden för förbandet per dygn är för en besättning  $1\,395 \times 43 = 60\,000$  kronor.

Lönekostnaden per timme för en hel besättning =  $60\,000/24 = 2\,500$  kronor.

Sammanlagt:

Underhållskostnad per TAS och drifttimme + Underhållskostnad per korvett och drifttimme  
+ Genomsnittlig brännoljekostnad per timme + lönekostnaden per timme =  
 $2\,000 + 15\,000 + 2\,000 + 2\,500 = 21\,500$  kronor.

Eftersom två operatörer kan övas samtidigt blir kostnaden för varje timme operatörsträning  
 $21\,500/2 = 10\,750$  kronor (ca 11 000 kr)

**Fig 2:**

Förtydligande av den matematiska uträkning där kostnaden för en timmes operatörsträning med TAS på korvett beräknas utifrån underhållskostnader, driftskostnader, lönekostnader och antalet timmar med TAS i vattnet.

I kostnaden för ett inhyrt fartyg ingår hyran för fartyget, underhållskostnad för TAS samt lönepåslag för de operatörer som tränas. Se figur tre nedan.

Det inhyrda fartyget kostar 2 100 000 kronor att hyra in i fjorton dygn. Av dessa 14 dygn antas TAS vara sjösatt 10 dygn eller 240 timmar. Övrig tid går åt till installation och avinstallation av TAS samt förflyttning till och från övningsområdet. Utslaget per timme som en TAS är sjösatt blir kostnaden 8 750 kronor per timme den används. Underhållskostnaderna per system och år är fortfarande 100 000 kronor vilket blir 420 kronor i timmen utslaget per

timme TAS används för övning och utbildning, 240 timmar. Lönetillägget för berörda operatörer (räknat på 4 operatörer per fartyg och sex korvetter, dvs 24 stycken) blir 335 000 kronor över de tio dygn som de ska ha ersättning för planerad verksamhet. Utslaget per timme som TAS används blir det 1 400 kronor per timme. Sammanlagt blir det knappt 10 600 kronor per timme som TAS används och drygt 5 000 kronor för varje timme operatörsträning.

Fartygshyra

150 000 kr/dygn  $\rightarrow$  fartygshyra för 14 dygn =  $150\,000 \cdot 14 = 2\,100\,000$  kr

TAS antas vara sjösatt tio dygn =  $24 \cdot 10 = 240$  timmar

Fartygshyra utslaget per timme som TAS är sjösatt

$2\,100\,000 / 240 = 8\,750$  kr

Underhållskostnader per TAS och år = 100 000 kronor  $\rightarrow$

Underhållskostnader per TAS och drifttimme =  $100\,000 / 240 = 416$  kr

Antal sonaroperatörer = 24 st (högt räknat 4 operatörer per korvett, sex korvetter)

Sjödögnersättning (lönetillägg) för en person = 780 kr (vardag) och 1 560 kr (helgdag)

Ersättning per operatör för en tiodagarsperiod  $8 \cdot 780 + 2 \cdot 1\,560 = 9\,360$  kr

Lönekostnaden för 10 dagar är per operatör  $9\,360$  kr  $\times 1,49$  i LKP = 13 950 kr

(LKP = Lönekostnadspåslag dvs arbetsgivaravgifter och sociala avgifter)

Lönekostnaden för 10 dagar är för samtliga operatörer  $13\,950 \cdot 24 = 335\,000$  kr

Lönekostnaden per timme som TAS är sjösatt är  $335\,000 / 240 = 1\,395$  kr

Sammanlagt:

Fartygshyra per timme + Underhållskostnad per drifttimme + lönekostnaden per timme =  $8\,750 + 416 + 1\,400 = 10\,566$  kronor.

Eftersom två operatörer kan övas samtidigt blir kostnaden för varje timme operatörsträning  $10\,566 / 2 = 5\,283$  kronor (ca 5000 kr)

**Fig 3:**

Förtydligande av den matematiska uträkning där kostnaden för en timmes operatörsträning med TAS på ett inhyrt fartyg beräknas utifrån fartygshyra, underhållskostnader, lönekostnader och antalet timmar med TAS i vattnet.

Med reservation för vad det kommer att kosta att ta fram en containerlösning och erhålla ett Beslut om Användning för den ter det sig som om den undersökta lösningen att tillfälligt sätta ombord en TAS på ett inhyrt civilt fartyg är en betydligt billigare lösning än att ha kvar de sex systemen på våra korvetter. Dessutom skulle operatörerna få betydligt fler timmar vid analysutrustningen och ges betydligt mer övning i akustisk och teknisk analys av ljud i vatten.

Lösningen med ett inhyrt civilt fartyg som drar TAS innebär att den ekonomiska överkomligheten och därmed den militära nyttan med TAS ökar avsevärt, eftersom det ger betydligt mer kompetent personal med en billigare lösning.

Om samtliga sex TAS skulle lyftas av våra fartyg (fem korvetter typ Visby samt HMS Sundsvall) och två av dessa istället installeras i varsin container för att vid tillfälle lyftas ombord på ett inhyrt fartyg, kan vi anta att underhållskostnaderna skulle kunna skäras ner till en tredjedel, dvs från sammanlagt 600 000 kronor per år till 200 000 kronor per år. Till detta kommer naturligtvis de initiala kostnaderna för att ta fram godkänd containerlösning. För jämförelsens skull bortser denna undersökning från dessa kostnader men de bör beaktas vid en eventuell fortsatt studie av konceptet som här undersöks.

## **5.2 Underrättelseoperationer.**

Om den ena tvåveckorsperioden används under det första halvåret för övning och utbildning av TAS operatörer, skulle den andra tvåveckorsperioden kunna användas för en underrättelseoperation under det andra halvåret. På det sättet skulle ett inhyrt fartyg kunna leverera 240 timmar underrättelseinhämtning under den perioden till skillnad från nära nog noll timmar inhämtning som det är idag. Dessutom frigörs korvetterna och deras besättningar till andra uppgifter, vars värde inte vidare analyseras här.

Kostnaden för en tiodagars underrättelseoperation med en korvett är ungefär 5 550 000 kronor, varav huvuddelen består av driftskostnader av TAS och korvett. Se figur fyra nedan.

En lösning såsom den som har presenterats här ovan där en TAS sätts ombord på ett civilt fartyg, skulle lämpa sig ypperligt för att genomföra inhämtning av information såsom korvetterna gör idag, när de sjösätter sin TAS. Att endast sjösätta och övervaka TAS samt spela in informationen från ett inhyrt fartyg kräver inte mer än tre personer över tiden. Det inkluderar en person som ger fartygets kapten direktiv om spaningsområden och övrigt uppträdande. En tiodagars operation där det civila fartyget hyrs in i 14 dagar skulle kosta



2 100 000 kronor i fartygshyra. Extra lönetillägg om 42 000 kronor för de personer från Försvarmakten som medföljer fartyget tillkommer. Det är en billigare lösning än att låta en korvett genomföra samma operation och kan leverera mycket mer information från undervattensdomänen, eftersom TAS är i vattnet under ca tio dygn i stället för enstaka timmar. Även i detta fall innebär lösningen med ett inhyrt fartyg att den militära nyttan med TAS ökas. Detta eftersom mer information kan inhämtas med denna lösning, vilket ökar dess militära effektivitet, samtidigt som det sker till en lägre kostnad, vilket ökar dess ekonomiska överkomlighet.

Att beakta vid en underrättelseoperation utanför ett annat lands gräns är den förhöjda risk som fartyget utsätts för. Även om risken för bekämpning eller kapning och motsvarande kan anses vara liten så finns den ändå där. 1968 kapades amerikanska flottans USS Pueblo utanför Nordkoreas kust, när de genomförde en underrättelseoperation. Trots att fartyget befann sig på internationellt vatten utanför Nordkoreanskt territorium kapade Nordkorea fartyget och tog in det till hamn där besättningen fick utstå tortyr och fångenskap i mer än elva månader, innan den släpptes. Fartyget och dess utrustning behöll nordkoreanerna (History.com u.å.). Även om det inte är troligt att något land i vårt närområde skulle bete sig på detta sätt, måste de juridiska frågorna kring en underrättelseoperation av ett civilt fartyg klaras ut innan det genomförs, och risken för att någonting ska hända måste hela tiden beaktas och vägas mot de fördelar som inhämtad information betyder.

Antal besättningsmedlemmar = 43 st

Sjödögnersättning (lönetillägg) för en person = 780 kr (vardag) och 1 560 kr (helgdag)

Lönekostnaden för förbandet för tio dygn är för en person är

$(8 \times 780 + 2 \times 1560) \times 1,49$  i LKP = 13 950 kronor

Lönekostnaden för förbandet för tio dygn är för en besättning  $13\,950 \times 43 = 600\,000$  kronor

Antal driftstimmar under tio dygn är 240 timmar.

Underhållskostnader per korvett och driftstimme = 15 000 kronor

Underhållskostnader per korvett för tio dygn =  $15\,000 \times 240 = 3\,600\,000$  kronor

Genomsnittlig bränslekostnad per dygn = 135 000 kronor →

Genomsnittlig bränslekostnad för tio dygn =  $135\,000 \times 10 = 1\,350\,000$  kronor

Sammanlagt:

lönekostnaden + underhållskostnader + bränslekostnad (för tio dygn) =

$600\,000 + 3\,600\,000 + 1\,350\,000 = 5\,550\,000$  kronor.

**Fig 4:**

Förtydligande av den matematiska uträkningen för en underrättelseoperation med korvett utifrån driftskostnader, underhållskostnader och extra lönetillägg.

### **5.3 Fredstida incident**

Spaning med aktiva sensorer prioriterades under operation Örnen i området inomskärs för att öka sannolikheten att upptäcka en kränkande ubåt. Områdets storlek och de många möjliga flyktvägarna ut ur området gjorde det dock väldigt svårt att övervaka allt samtidigt. Därför hade det varit bra att ha en enhet som kunde spana passivt på territorialhavet i anslutning till möjliga leder in och ut ur skärgården. En spanande enhet med TAS skulle kunna upptäcka en ubåt på väg till eller från området. Den skulle också kunna upptäcka en mindre undervattensfarkost som på grund av sin storlek inte kan förflytta sig så långt på batteridrift utan tvingas ladda sina batterier så fort den kommit ut ur det område där fartygen spanar optiskt och med aktiva sonarer. Att den taktiska chefen valde att beordra ut ett fartyg utomskärs för att spana med TAS tyder på att han var medveten om värdet av spaning med TAS. Antalet enheter den taktiska chefen hade till sitt förfogande var dock inte fler än att de var tvungna att kraftsamlas i ett område.

Att istället för att sätta in ytterligare en korvett, kan styrkan som opererar inomskärs kompletteras med ett civilt fartyg med TAS utomskärs. Informationen den tar emot från sin TAS länkas till korvetterna. Dessa analyserar informationen från det inhyrda fartygets TAS samtidigt som de fortsätter bedriva spaning med sina aktiva sonarer. På detta sätt ökas både storleken på det område som kan avspansas simultant och effekten av att korvett typ Visby kvarstannar i det område där aktiv spaning genomförs och där det är störst chans för att en eventuell vapeninsats ska göras. Detta utan att behöva sätta in fler korvetter i operationen.

Ett inhyrt fartyg kommer troligtvis inte att kunna inställa sig och påbörja verksamhet i det aktuella området lika snabbt som en av våra egna korvetter. Dels ska det avbryta den verksamhet det håller på med och dels ska utrustningen lyftas ombord och installeras, innan det kan gå mot området. Korvetten behöver bara få ombord sin personal och kan snabbare komma på plats i området. Om vi utgår från att den extra korvetten endast ägnar sig åt spaning med TAS, innebär det att den kommer leverera fler timmars spaning vid en incident än ett inhyrt fartyg, eftersom den snabbare kommer på plats i operationsområdet.

Att hyra in ett civilt fartyg vid en incident istället för att sätta in ytterligare en korvett, vars besättning till stora delar är på ledighet, kommer däremot att bli billigare. Kostnaden för hyra av ett civilt fartyg ska i det här fallet jämföras med vad det kostar att sätta in en till korvett typ Visby i operationen. I jämförelsen antas den korvetten vara stillaliggande med en fjärdedel av

sin personal ledig och det extra lönetillägget beräknas därefter. Vidare antas att operationen sträcker sig över tio dygn.

Det civila fartyget kostar 2 100 000 kronor att hyra in för fjorton dagar, vilket behövs för en tiodagars operation. Tillsammans med lönetillägget för den militära personal (tre personer) som följer med på tio uppkomna sjödygn blir det cirka 2 250 000 kronor.

I kostnaden för en korvett typ Visby, se uträkning i figur fem nedan, ingår brännoljekostnader om i snitt 135 000 kronor per dygn, underhållskostnader per driftstimme som för tio dagars verksamhet blir 3 600 000 kronor samt extra lönetillägg för en hel besättning som för tio dagars uppkommen verksamhet blir 2 800 000 kronor (Rehn, 2016). Sammanlagt knappt 7 750 000 kronor.

Antal besättningsmedlemmar = 43 st

Sjödygnersättning (lönetillägg) per dygn är vid uppkommen verksamhet detsamma som vid planerad verksamhet **plus** kvalificerad övertidsersättning för varje timme övertid som genereras. Schablonarbetstid för ett sjödygn är 14 timmar. Normalt jobbar  $\frac{3}{4}$  av besättningen åtta timmar en vardag, stillaliggande veckor. Resten är lediga. Alla antas vara lediga på helgen. Kvalificerad övertidsersättning är  $\frac{1}{72}$  av månadslönen. Genomsnittlig månadslön på en korvett är enligt ekonomichefen på 4.sjöstridsflottiljen 27 000 kronor.

Lönetillägg för en person en vardag, planerad att jobba åtta timmar.

$$780+6x(27\ 000/72) = 780+2\ 250 = 3\ 030 \text{ kronor}$$

Lönetillägg för en person en ledig vardag respektive en helgdag.

$$780+14x(27\ 000/72) = 780+5\ 250 = 6\ 030 \text{ kr resp } 1\ 560+14x(27\ 000/72) = 1\ 560+5\ 250 = 6810 \text{ kronor}$$

Lönekostnaden för tio dygn är för en person som är planerad att jobba åtta timmar vardagar

$$(8x3\ 030 + 2x6\ 810) \times 1,49 \text{ i LKP} = 37\ 860 \times 1,49 = 56\ 411 \text{ kronor}$$

Lönekostnaden för tio dygn är för en person som är friplanerad

$$(8x6\ 030 + 2x6\ 810) \times 1,49 \text{ i LKP} = 61\ 860 \times 1,49 = 92\ 171 \text{ kronor}$$

Lönekostnaden för tio dygn är för en besättning där  $\frac{1}{4}$  är friplanerad

$$33 \times 56\ 411 + 10 \times 92\ 171 = 1\ 861\ 563 + 921\ 710 = 2\ 783\ 273 \text{ kr (ca } 2\ 800\ 000 \text{ kronor)}$$

Antal driftstimmar under tio dygn är 240 timmar.

$$\text{Underhållskostnader per korvett för tio dygn} = 150\ 000 \times 240 = 3\ 600\ 000 \text{ kronor}$$

$$\text{Genomsnittlig brännoljekostnad för tio dygn} = 135\ 000 \times 10 = 1\ 350\ 000 \text{ kronor}$$

Sammanlagt:

$$\text{Lönekostnaden} + \text{underhållskostnader} + \text{brännoljekostnad (för tio dygn)} =$$

$$2\ 800\ 000 + 3\ 600\ 000 + 1\ 350\ 000 = 7\ 750\ 000 \text{ kronor.}$$

**Fig 5:**

Förtydligande av den matematiska uträkningen för en fredstida incident över tio dygn med korvett utifrån driftskostnader, underhållskostnader och extra lönetillägg.

I detta fall är det inte lika tydligt som i de två andra fallen att den militära nyttan med TAS ökar sett till de två faktorer som undersöks i denna studie. Lösningen med ett inhyrt fartyg kostar i och för sig bara en tredjedel mot vad det kostar att sätta in en korvett typ Visby med dess besättning på övertid men ger inte lika mycket spaningstid som om korvett typ Visby sätts in med TAS. Om däremot en extra korvett utan TAS sätts in tillsammans med ett civilt fartyg med TAS, skulle den militära nyttan med TAS ökas. Då erhålls mycket mer tid med TAS i anslutning till det aktuella området och dess flyktvägar och samtidigt får den taktiska chefen på plats ytterligare ett fartyg med aktiva sensorer och vapen att använda sig av. Visserligen till en högre kostnad men också med möjligheten till mer taktiskt nyttjande och högre effekt av korvetter typ Visby, eftersom fler korvetter är till hands för aktiv spaning och eventuell vapeninsats samtidigt som spaning med TAS bedrivs med ett inhyrt fartyg i operationens omedelbara närhet.

## **6. Avslutning**

### **6.1 Slutsatser**

Undersökningen har analyserat den militära nyttan av att flytta TAS från korvett och istället sätta det på ett inhyrt fartyg. Genom att jämföra hur mycket tid som kan användas för utbildning och övning samt spaning vid underrättelseoperationer och incidenter beroende på vilken plattform som drar TAS, har undersökningen kommit fram till vilket alternativ som ger bäst militär effekt och är mest militärt lämpligt utifrån studerade faktorer. Vidare har kostnaderna mellan de båda varianterna jämförts vid dessa tre olika typer av verksamheter för att studera vilket alternativ som är mest ekonomiskt överkomligt

#### **6.1.1 Svar på frågeställningen**

Den analys som har gjorts i denna studie ger följande svar på frågan ”*Vilken militär nytta kan uppnås genom att låta andra fartyg än korvetter dra befintliga TAS (Towed Array Sonars)?*”.

Mer tid för såväl övning och utbildning som för underrättelseoperationer kan erbjudas med TAS på ett inhyrt fartyg. Detta trots att fartyget endast hyrs in under två 14 dagars perioder om året. Om andra fartyg hyrs in enligt de förslag som presenteras i kapitel 5 kan operatörer för TAS erbjudas betydligt mer tid för utbildning och övning, vilket kommer att ge dem en betydligt bättre kompetens inom området och därmed öka deras chanser till att upptäcka,

lokalisera och identifiera främmande undervattensverksamhet. Vidare ökar möjligheterna till kvalitativ inhämtning av underrättelseinformation, då dels operatörernas kompetens ökar men också då tiden med TAS i vattnet vid denna typ av operation kan öka från i stort sett noll till 240 timmar per år. Tillgänglig spaningstid med TAS vid en incident är däremot något lägre än om en extra korvett sätts in vid incidenten. Fördelen vid en incident är att den taktiska chefen kan välja mellan att sätta in ett inhyrt fartyg för att dra TAS istället för avvara en av korvetterna med sina aktiva sonarer och vapen för ubåtsjakt inomskärs alternativt sätta in ytterligare en korvett med TAS utomskärs med de extra kostnaderna som är förknippat med det valet. Som det tidigare har angivits i uppsatsen måste dock de juridiska aspekterna av att använda sig av ett civilt fartyg vid militär verksamhet vara utklarade innan verksamheten påbörjas.

Kostnaderna för spaning med TAS blir mindre genom att hyra in fartyg för att dra TAS istället för att ha kvar dem ombord på korvetterna och spana med dem därifrån oavsett vilken av de tre undersökta verksamheterna som ska bedrivas.

Med fler timmars övning och utbildning för operatörerna sjunker kostnaden per övningstimme markant samtidigt som deras kompetens kan höjas och de därmed kan ge bättre effekt vid spaning med TAS.

Inräknat underhållskostnaderna för korvetter utslaget per driftstimme blir det också betydligt billigare att hyra in fartyg för att dra TAS jämfört med att låta korvetterna göra det i samma utsträckning. Detta kan med fördel användas vid underrättelseoperationer då informationen inte måste analyseras i realtid utan kan spelas in för senare analys vid MUSAC.

Slutligen har studien kommit fram till att det är billigare att vid en incident låta ett inhyrt fartyg sköta utomskärs spaning med passiva sensorer genom att dra TAS, eftersom framför allt extra lönetillägg vid uppkommen verksamhet vida överstiger kostnaderna för att hyra in ett fartyg.

Sammanfattningsvis blir den militära nyttan av att låta andra fartyg än korvetter dra befintliga TAS högre. Utifrån undersökta faktorer blir TAS:ens militära effektivitet och lämplighet större eftersom kompetensen hos operatörer ökar och det ges bättre möjligheter till mer informationsinhämtning vid underrättelseoperationer. Vidare innebär detta att den taktiska chefen vid incidenter ges större chans till att upptäcka och ingripa mot främmande

undervattensverksamhet. Allt detta till en billigare lösning än att ha kvar TAS på korvett typ Visby, vilket bidrar till en bättre ekonomisk överkomlighet.

## **6.2 Avslutande diskussion**

Undersökningen har bedrivits med ett begränsat underlag vilket ger en viss osäkerhet i undersökningens slutsatser. Kostnaderna för hyra av fartyg är endast uppskattade och kommer från ett enda företag. Likaså är det endast en flottilj som har uppgivit hur mycket tid som TAS sjösattes i snitt under 2014 och 2015, men min uppfattning som före detta ställföreträdande divisionschef på korvettdivisionen är att båda flottiljerna använder TAS ungefär lika mycket. Vidare har jag inte undersökt med kustbevakningen om det är möjligt att hyra deras större fartyg för denna typ av verksamhet och vad det i så fall skulle kosta.

Även om osäkerheterna fortfarande är många pekar resultaten från denna undersökning på flera intressanta aspekter. Utan tillräckligt med tid för övning och utbildning klarar inte operatörerna av att leverera kvalitet vid varken underrättelseoperationer eller incidenter, varvid systemet slutar att användas. Genom att hyra in ett fartyg som drar TAS kan utbildningen ökas och operatörernas kompetens förbättras. Då finns det anledning att åter använda systemet för inhämtning av information vid såväl underrättelseoperationer som vid incidenter.

## **6.3 Förslag till fortsatta studier**

En förutsättning för att ett inhyrt fartyg ska kunna dra TAS samtidigt som operatörerna är kvar på sina fartyg och analyserar information är att det finns en kommunikationslösning med tillräcklig bandbredd som klarar av att leverera information i nära realtid. En lösning för detta behöver undersökas vidare. En annan förutsättning för att ett inhyrt fartyg ska vara ett alternativ är att det finns fartyg som kan erbjuda de tekniska förutsättningar som krävs och att de inte bullrar för mycket eftersom det påverkar brusnivån i omgivningen negativt. En fördjupad undersökning av de tekniska krav som behöver vara uppfyllda och vilka civila fartyg som kan bemöta de kraven föreslås. Avslutningsvis föreslås att de juridiska aspekterna av att hyra in ett civilt fartyg för ett militärt ändamål studeras.

## 7. Källförteckning

Alba, Björn; Teknisk systemledare korvett, FMV. 2015-2016. Mailkonversation maj 2016.\*

Andersson, Kent et al. 2015. Military utility: A proposed concept to support decision-making. *Technology in Society 43*: 23-32.

Axberg, Stefan et.al. 2013. *Lärobok i militärteknik, vol 9: Teori och metod*. Vällingby: Elanders.

Borglund, Anders; Materielområdesansvarig vid PROD MARIN. 2016. Intervju 3 maj 2016.\*

Bruzelius, Nils; Tidigare medlem i Marin Ledning. Samtal juni 2016.

Danielsson, Lennart; Tidigare fartygschef på Provturskommando Visby. Samtal 25 maj 2016.

Douglas, Johan; C Ek på 4.sjöstridsflottiljen. 2015-2016. Mailkonversation maj 2016. \*

Försvarets materielverk. 2009. *Hydroakustik och sonarteknik för marinen v.2.0*. Stockholm.

Försvarsmakten. 2014. *Underrättelseoperationen avslutad*. Försvarsmakten.

<http://www.forsvarsmakten.se/sv/aktuellt/2014/10/underrattelseoperationen-avslutad/>

(Hämtad 2016-04-07).

Göthberg, Sten; Senior Maritime Legal Adviser, Sten Göthberg Sjökonsult. 2016.

Mailkonversation april 2016. \*

This day in history/USS Pueblo captured. *History*. <http://www.history.com/this-day-in-history/uss-pueblo-captured/> (Hämtad 2016-06-05).

Hörnfeldt, Anders; Divisionschef 41.korvettdivisionen. 2014-2016. Intervju 11 maj. \*

Janes´s. 2001. *Underwater warfare systems*. 13. uppl. Coulsdon; Jane´s information group limited.

Lundby Container Service. *Containermått*. Lundby Container Service.

<http://www.lcs.se/containermaringtt.html> (Hämtad 2016-06-05)

Regeringens proposition 1999/2000:30 *Det nya försvaret*

Regeringens proposition 2014/2015:109 *Försvarspolitisk inriktning – Sveriges försvar 2016-2020*

Rehn, Tony; Divisionens intendenturofficer, 41.kvdiv. 2007-2016. Intervju 11 maj 2016. \*

Rylander, Magnus; Maskintjänstchef HMS Gävle, 41.kvdiv. 2015-2016. Mail 2016-05-09. \*

Urick, Robert J. 1983. *Principles of underwater sound*. 3. uppl. Los Altos: Peninsula Publishing.

VB MTS, Försvarmakten, Telefonintervju 5 juni 2016.

Östgaard, Leif. 2016. *System i samverkan – ett svenskt marint koncept med distribuerade autonoma farkoster*. Försvarshögskolan

\* I författarens ägo