

FÖRSVARSHÖGSKOLAN

C-UPPSATS

<i>Författare</i> Major Anders von Sydow	<i>Förband</i> F 17	<i>Kurs</i> ChP T 00-02
<i>FHS handledare</i> Ingemar Lind		
<i>Uppdragsgivare</i> FHS/MTI	<i>Beteckning</i> 19 100:2058	<i>Kontaktman</i> MTI
Analys och jämförelse av SEAD-förmågorna hos JAS 39 Gripen samt en svensk UCAV år 2015.		
<p>Syftet med denna uppsats är att jämföra/analysera förmågorna till Suppression of Enemy Air Defences (SEAD) hos JAS 39 och en svensk UCAV år 2015. Årtalet 2015 är valt för att flera bedömare anser att det är först vid denna tidpunkt som en Unmanned Combat Air Vehicle (UCAV) har en utvecklingsnivå som tillåter att de sätts in i SEAD-uppdrag. I uppsatsen redovisas vilka krav som ställs på en plattformers sensorer och bekämpningsförmåga för att genomföra ett SEAD-uppdrag mot två utvalda typer av mål. Därefter sker en jämförelse mellan de båda farkosternas förmåga att detektera respektive bekämpa de båda målen. Resultatet visar att JAS 39 som bemannad plattform har en fördel i de fall då operationer är hårt styrda av Rules of Engagement (ROE), särskilt gäller detta vid fredsbevarande operationer. Uppsatsen visar även att flygplanradarns förmåga att upptäcka och identifiera markmål är beroende av införandet av en SAR-mod. Vidare konstateras att en UCAV genom att vara obemannad och signaturanpassad kan ta större risker vid vapenleverans än JAS 39 Gripen, samt att en liten och signaturanpassad UCAV har stora svårigheter att bära konventionella signalsökande robotar. En av slutsatserna visar på svårigheterna att med kameror i en UCAV åstadkomma en visuell omvärldsuppfattning liknande den för en pilot. För båda plattformarna gäller att SEAD-kapaciteten mot en radarstation till stor del är beroende av möjligheten att skjuta signalsökande robotar. Både för JAS 39 och en UCAV är ett emitterlokaliseringssystem en viktig komponent för att kunna lokalisera en radarstation. För att klara detta från <u>en</u> plattform krävs Doppler Difference Of Arrival (DDOA).</p>		
Nyckelord: UCAV, JAS 39, SEAD, sensorer		

1	INLEDNING	3
1.1	BAKGRUND	3
1.2	SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNING	3
1.3	AVGRÄNSNINGAR	4
1.4	METOD.....	5
2	BEMANNAT FLYGPLAN, JAS 39 GRIPEN.....	6
3	SVENSK UCAV.....	7
3.1	ALLMÄNT OM ETT UCAV-SYSTEM	7
3.2	REGELVERK	9
3.3	SENSORER I EN UCAV	10
3.3.1	<i>Syntetisk aperturradar (SAR)</i>	10
3.3.2	<i>Millimeterradar</i>	12
3.3.3	<i>Varning och motmedelssystemet</i>	12
3.3.4	<i>Forward Looking Infra Red FLIR</i>	13
3.3.5	<i>Sensordatafusion</i>	14
3.3.6	<i>Samverkan mellan olika sensorer</i>	15
3.4	SYSTEM FÖR BEKÄMPNING I EN UCAV	15
3.4.1	<i>Egenposition</i>	15
3.4.2	<i>Beväpning</i>	16
3.4.3	<i>Medel och motmedel för överlevnad</i>	18
3.4.4	<i>Manövrering</i>	20
4	SEAD-UPPDRAG	22
4.1	DEFINITION AV SEAD.....	22
4.1.1	<i>Brittisk definition</i>	22
4.1.2	<i>Amerikansk definition</i>	22
4.1.3	<i>Föreslagen svensk definition</i>	22
4.2	VARFÖR ETT SEAD UPPDRAG.....	23
4.3	ALLMÄNT OM ETT SEAD UPPDRAG	23
4.4	UTVALDA MÅLTYPEN INOM ETT SEAD UPPDRAG	24
4.4.1	<i>Klassificering av bildsensorers upplösning</i>	25
4.4.2	<i>Radarstation</i>	26
4.4.2.1	Krav på sensorer för att lokalisera en radarstation	26
4.4.2.2	Krav på bekämpningssystem för att bekämpa en radarstation	27
4.4.2.2.1	AGM 88 HARM.....	28
4.4.2.2.2	Air Launched Anti-Radiation Missile (ALARM).....	29
4.4.3	<i>Luftvärnsrobotbatteri</i>	31
4.4.3.1	Krav på sensorer för att lokalisera ett robotbatteri	31

4.4.3.1.1	Radar	32
4.4.3.1.2	Ladar.....	32
4.4.3.1.3	Optiska sensorer	33
4.4.3.2	Krav på bekämpningssystem för att bekämpa ett robotbatteri	33
4.4.3.2.1	Powered Low-Cost Autonomous Attack System (P-LOCAAS).....	33
4.4.3.2.2	Bomb Kapsel BK 90.....	34
4.4.3.2.3	KEPD 150.....	35
4.4.3.2.4	GBU-16 PAVEWAY LASER-GUIDED BOMB SYSTEMS	36
5	JÄMFÖRELSE OCH ANALYS AV SEAD-FÖRMÅGAN HOS JAS 39 OCH EN SVENSK UCAV	37
5.1	ALLMÄN JÄMFÖRELSE.....	37
5.2	FÖRMÅGAN ATT INOM ETT SEAD-UPPDRAG DETEKTERA EN RADARSTATION OCH ETT LUFTVÄRNSROBOTBATTERI.....	38
5.2.1	<i>JAS 39</i>	38
5.2.2	<i>UCAV</i>	40
5.3	FÖRMÅGA ATT INOM ETT SEAD-UPPDRAG BEKÄMPA EN RADARSTATION	41
5.3.1	<i>Allmänt om bekämpning av radarstation</i>	41
5.3.2	<i>JAS 39</i>	42
5.3.3	<i>UCAV</i>	43
5.4	FÖRMÅGA ATT INOM ETT SEAD-UPPDRAG BEKÄMPA ETT LUFTVÄRNSROBOTBATTERI	44
5.4.1	<i>JAS 39</i>	44
5.4.2	<i>UCAV</i>	46
6	SAMMANFATTANDE SLUTSATSER OCH FORTSATTA STUDIER	48
6.1	SAMMANFATTANDE SLUTSATSER.....	48
6.2	FORTSATTA STUDIER.....	49
6.3	FIGURFÖRTECKNING	50
6.4	KÄLLFÖRTÄCKNING	50
6.4.1	<i>Publicerat material</i>	50
6.4.2	<i>Opublicerat material</i>	51
6.4.3	<i>Databaser</i>	52
6.4.4	<i>Internet</i>	52
6.4.5	<i>Samtal</i>	53

1 Inledning

1.1 Bakgrund

De första experimenten med farkoster liknande Unmanned Combat Air Vehicle (UCAV) var inte särskilt lyckade. För att under andra världskrigets senare del kunna bekämpa de starkt försvarade avfyrningsramperna för V-2 raketerna, gjordes ett försök med obemannade farkoster. Fyra stycken B-17 flygplan rensades på all ”onödig” utrustning och lastades sedan med nästan tio ton explosivämne. Flygplanen skulle startas av en besättning bestående av en pilot och en tekniker för att sköta autopiloten. Besättningen skulle sedan lämna flygplanet över England, flygplanet skulle därefter styras till målet via en radiokontrollerad autopilot. Ett av planen exploderade redan över England och de tre andra missade målen¹.

Utvecklingen har dock gått framåt vilket den amerikanska antiterrorist operationen i Yemen visar. Vid operationen bekämpades en bil med terrorister med en Hellfire robot, vilken avfyra från en Predator (UAV)². Predatoren är i grunden en spaningsUAV som sedan några år tillbaka utrustats med robotar. Idag är det inte möjligt att jämföra obemannade farkosters stridsförmåga med bemannade flygplans då utvecklingen av UCAVs inte kommit tillräckligt långt. För att uppsatsen skall vara relevant sker jämförelsen år 2015 då den tekniska utvecklingen av UCAVs av författaren bedöms ha nått en nivå som gör detta möjligt.

1.2 Syfte och frågeställning

Syftet med denna uppsats är att jämföra/analysera förmågorna till Suppression of Enemy Air Defences (SEAD) hos JAS 39 och en svensk UCAV år 2015.

Följande frågeställningar används för att belysa uppsatsens syfte:

¹ Lazarski Anthony, *Legal Implications of the Uninhabited Combat Aerial Vehicle*, Aerospace power journal, summer 2002, s75

- Hur kan en svenskutvecklad UCAV komma att se ut år 2015?
- Vilken förmåga att identifiera och bekämpa markmål har en svensk UCAV år 2015?
- Vilken sensor- och bekämpningsförmåga mot markmål finns hos JAS 39 Gripen år 2015?
- Vilka krav finns på sensorer för att genomföra ett SEAD-uppdrag?
- Vilka krav finns på bekämpningsförmågan för att genomföra ett SEAD-uppdrag?

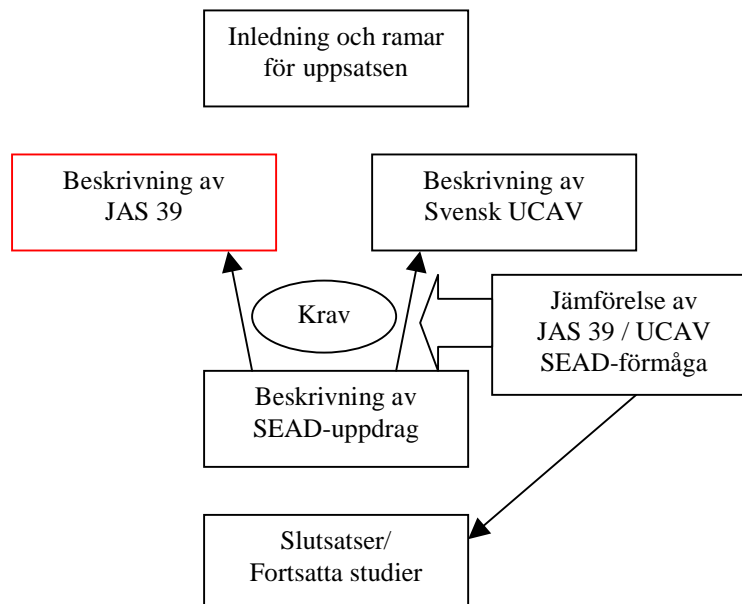
1.3 Avgränsningar

- *År 2015* är valt för att flera bedömare anser att det är först vid denna tid som en UCAV har en utvecklingsnivå som tillåter att de sätts in i SEAD-uppdrag.
- *Ekonomifaktorn* kommer inte att belysas, vid några tillfällen kommer ekonomiska resonemang att föras men en fullständig ekonomisk kalkyl ryms inte inom detta arbete.
- *Endast plattformarnas förmågor avseende SEAD-uppdrag* kommer att redovisas. Frågor rörande t ex hot från fientligt jaktflyg kommer därför inte att behandlas.
- *Uteslutande funktioner för bekämpning inom ett SEAD-uppdrag* kommer att behandlas. Jmf det brittiska SEAD-systemet som saknar förmåga till störning.
- *Endast den tekniska förmågan kopplad till upptäckt och bekämpning av mål* kommer att redovisas.
- *Enbart den enskilda plattformens agerande kommer att belysas.* Hur flera flygplan eller UCAV plattformar genomför SEAD-uppdrag ryms inte i denna uppsats.

² Craig Hoyle, *Yemen drone strike: just the start?*, Jane's Defence Weekly, 08 November 2002, http://www.janes.com/regional_news/africa_middle_east/news/jdw/jdw021108_1_n.shtml

1.4 Metod

Uppsatsen redovisar en komparativ studie mellan JAS 39 och en svensk UCAV. Inledningsvis beskrivs de ingående plattformarnas SEAD-förmåga, främst avseende sensor- och bekämpningssystem. För att tydliggöra kontexten i vilken jämförelsen sker definieras SEAD. Kraven på förmågor för de ingående plattformarnas sensor- och bekämpningssystem definieras av två olika typer av mål inom ett SEAD-uppdrag. Därefter sker en jämförelse mellan de båda farkosternas förmåga att detektera respektive bekämpa de båda målen. Uppsatsen avslutas med att slutsatserna för respektive plattform och de som är gemensamma för plattformarna redovisas. Metoden beskrivs även i nedanstående figur:



Figur 1 Metodbeskrivning

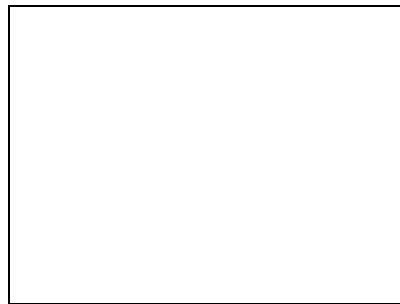
2 Bemannat flygplan, JAS 39 Gripen

Se separat bilaga: FHS H 1910:2058

3 SvenskUCAV

3.1 Allmänt om ettUCAV-system

Exakt hur en svenskUCAV kan se ut år 2015 är ännu inte beslutat men vissa tankar och generella trender finns. Under tiden april 1998 till november 2000 genomfördes ett projekt inom det Nationella Flygtekniska Forskningsprogrammet (NFFP 272). Inom projektet har Saab tillsammans med FFA, Saab Ericsson Avionics samt Saab Dynamics tagit fram en provplattform kallad SHARC (Swedish Highly Advanced Research Configuration). Syftet var att utveckla en UAV-konfiguration för bekämpningsuppdrag med låg kostnad och en liten signatur³.



Figur 2 SHARC

Saab ser SHARC som en provplattform (jmf Smyge inför Visby projektet) och studerar även en plattform med ännu större grad av signaturanpassning kallad FILUR (Flying Innovative Low observable Unmanned Research vehicle)⁴. Med signaturanpassning menas att alla olika möjligheter till upptäckt av farkosten beaktas (optiskt, IR, radar och signalspaning). Storleken på en framtida svenskUCAV är naturligtvis beroende av kravuppsättningen, men ett rimligt antagande som Saab gör ger följande storlek och prestanda⁵.

Längd: 7-12 m

Max fart: M 0.8+

Vikt: 1-6 ton

Vingspann: 5-8 m

Flyghöjd: 0-14 km

Signaturanpassning: Ja

³ Berglund Hans, *Unmanned Aerial Vehicles*, Militärteknisk Tidskrift nr 4, 2001, s14-15

⁴ Samtal med Alf Svensson och Göte Marcusson på Saab future products 2002-09-26

Generellt kan UCAV plattformar göras mindre än de som är bemannade och har en likvärdig lastförmåga. Eftersom det inte finns någon förare ombord, vågar man minska på säkerhetsmarginalerna för den statiska strukturella hållfastheten vilken normalt är 150 %⁶. Projektansvariga vid Defence Advanced Research Projects Agency (DARPA) specificerar både UCAVen ämnad för US Air Force och US Navy med en i efterhand diskuterad säkerhetsfaktor på 125 %⁷. Ett UCAV system behöver inte dimensioneras för övningsflygningar/pilotträning vilket är nödvändigt i ett bemannat flygsystem. Genom att begränsa den livslängd som ett UCAV-system dimensioneras för kan utmattningshållfastheten minskas och därmed strukturvikten. En UCAV behöver inte katapultstol, syrgassystem samt övriga delar av cockpit, vilket ytterligare minskar vikten och därmed storleken. När plattformen blir mindre ökar också möjligheterna att byta ut hydraulsystemet mot lättare och mindre underhållskrävande elektriska system för manövrering av styrytor⁸.

Den första flygningen med UCAV-liknande plattform genomfördes den 22 maj 2002 med Boeing's X-45A. Den 14 minuter långa flygningen utfördes med landningsstället ute och hårda restriktioner på vindstyrkan. X-45A utvecklades av DARPA för US Air Force. Även om utprovningen har gått långsamt framåt i början, finns fortfarande en strävan inom US Air Force att sätta upp den första operativa divisionen runt 2008⁹. Den slutliga utformningen av en UCAV plattform inom detta projekt kommer förmodligen att likna nästa version X-45 B, vilken blir betydligt större med en längd på 10,8 m och ett vingspann på 14,1 m. För närvarande pågår diskussioner mellan Boeing, DARPA och US Air Force om hur B-modellen skall se ut och beslut väntas i slutet av 2002. En avgörande övning planeras för X-45 B sent år 2005, då den planeras flyga

⁵ *Unmanned aerial vehicles- intelligent system solutions for the future*, Saab future products, s3

⁶ Chapman II Robert E, *Unmanned Combat Aerial Vehicles Dawn of a New Age?*, Aerospace power journal, summer 2002, s61

⁷ Ibid, s72

⁸ Dr. David Whelan, Director of DARPA's Tactical Technology Office ur Bookstaber David, *Unmanned Combat Aerial Vehicles What men do in aircraft and why machines can do it better*, s4

⁹ Wall Robert, *X-45A Flies Into Turbulent Future*, Aviation week & space technology, 27 maj 2002, s26

tillsammans med bemannade flygplan samt samverka med förband på marken¹⁰.

3.2 Regelverk

För att ett UCAV-system skall kunna operera tillsammans med annat flyg och utföra stridsuppgifter krävs en anpassning till nuvarande regelsystem. Regelkompletteringar behövs inom flera områden samtidigt som de existerande regelverken måste beaktas.

Reglerna för hur luftfartyg får operera utgivna av Federal Aviation Administration (FAA) och International Civil Aviation Organisation (ICAO) måste utvecklas. Detta gäller även det europeiska regelverket Joint Aviation Requirements (JAR) samt vårt eget Regler för Militär Luftfart (RML).

Även krigets lagar måste följas, då en UCAV anfaller mål på marken är det främst distinktionsprincipen som blir aktuell¹¹. Enligt ett tillägg till Genèvekonventionen, skall de stridande parterna rikta sina operationer enbart mot militära mål¹². För att en UCAV skall tillåtas att operera måste de genomgå omfattande tester i vilka det kan visas att systemet klarar att undvika vådabekämpning¹³.

En viktig del av den politiska styrningen vid väpnade konflikter sker via Rules of Engagement (ROE). USA, som har lång erfarenhet av tillämpning av ROE, anser att introduktionen av UCAV kräver särskilda ROE. Det mest kritiska området är vilka regler som skall vara uppfyllda för att en UCAV skall tillåtas att avfyra sina vapen¹⁴.

¹⁰ Wall Robert, *X-45A Flies Into Turbulent Future*, Aviation week & space technology, 27 maj 2002, s27

¹¹ Lazarski Anthony, *Legal Implications of the Uninhabited Combat Aerial Vehicle*, Aerospace power journal, summer 2002, s80

¹² Försvarsdepartementet, *Krigets lagar*, 1977. I. Genèveprotokollet, 1996, s385

¹³ Lazarski Anthony, *Legal Implications of the Uninhabited Combat Aerial Vehicle*, Aerospace power journal, summer 2002, s80

¹⁴ Ibid, s81

3.3 Sensorer i enUCAV

För flera enklare UAVplattformar som t.ex. den amerikanska/israeliska Pioneer är det möjligt att skifta sensorer beroende på vilket uppdrag som skall genomföras. Att kunna byta ut plattformens sensorer ger operativa och viktmässiga fördelar. Även kostnadmässigt kan denna lösning vara fördelaktig, särskilt om de utbytbara enheterna är av COTS¹⁵ typ.

I framtidaUCAVs kommer huvuddelen av sensorerna och avioniken att vara integrerade i plattformen. Att kombinera en hög grad av signaturanpassning med utbytbara sensorer torde vara svårt. Blir det möjligt att skapa ett enhetligt modulsystem för sensorer finns stora vinster att göra. Det blir då möjligt att utrusta en billigare plattform med olika sensorer beroende på vilket uppdrag som skall utföras. Hur den signaturanpassade plattformens sensorfönster skall konstrueras för att klara olika våglängder kräver förmodligen särskilt tankearbete.

Det troliga är att avioniken i plattformen kommer att stå för en ansevärd del av den totala kostnaden per farkost¹⁶. Detta resulterar i att de sensorer, främst radar- och ESM-system, som plattformen utrustas med i hög grad kommer att påverka kostnaden perUCAV. Om enUCAV utrustas med en radar som även har kapacitet för att genomföra övervakning leder detta till en avsevärd kostnadsökning. Övervakningsfunktionen i radarn kräver en mycket robustare radar än vid SEAD och rena attackuppdrag¹⁷.

3.3.1 Syntetisk aperturradar (SAR)

Genom att utrusta plattformen med en Syntetisk AperturRadar (SAR), som har hög upplösning, kan ett intressant målområde utforskas. Därefter kan målets detaljerade position mätas in med en tillräcklig noggrannhet för att användas av

¹⁵ Commercial Off The Shelf, Färdiga kommersiella produkter som inte utvecklats enbart för militära system.

¹⁶Chapman II Robert E, *Unmanned Combat Aerial Vehicles Dawn of a New Age?*, Aerospace power journal, sommar 2002, s71

¹⁷ Ibid, s71

ett GPS-baserat vapen¹⁸. Generellt gäller för SAR att om en ökad apertur skall genereras måste plattformen flygas i en riktning som inte är rakt mot målet. Detta innebär en nackdel då plattformens signaturanpassning oftast är optimal i flygriktningen (*se avsnitt 3.4.3 Medel och motmedel för överlevnad*). För att erhålla en hög upplösning inom ett visst område kan ett SAR-system arbeta i olika moder:

Fast snedställd antenn sk ”Squinted Array”

Radarloben riktas snett framåt i flygriktningen mot det område som skall utforskas. Genom plattformens rörelse skapas en syntetisk antennstorlek som motsvaras av flygsträckan. Den effektiva syntetiska antennstorleken och upplösningen minskar dock i proportion till cosinus för den snedställda vinkeln, vilket är ett billigt pris för att nå en hög upplösning¹⁹.

”Spotlight mode”

En annan mod för att generera en högre upplösning är ”Spotlight mode” i vilken plattformens radar hela tiden pekar mot det område som skall detaljgranskas. Metoden har flera fördelar och utnyttjar i princip en smalare lob vilket gör att signal/brus-förhållandet förbättras och antennförstärkningen ökar. Genom att klottret kring målet varierar kraftigt redan vid en liten skillnad i belysningsvinkel kan variationerna i kartbilden minskas. Bilden kan förfinas ytterligare genom att byta frekvens eller polarisation²⁰. Spotlightmoden kompenserar för begränsningarna som uppkommer då en radar har en liten antenn vilket är svårt att undvika i en liten plattform som enUCAV²¹.

Enligt Jane’s Information Group kommer X-45B att utrustas med en SAR med en tvådimensionell Active Electronically Scanned Array (AESA) antenn.

¹⁸ Ibid, s64

¹⁹ Stimson George W, *Introduction to Airborne Radar*, 1998, s432

²⁰ Stimson George W, *Introduction to Airborne Radar*, 1998, s432

²¹ Ibid, s437

Radarn kommer enligt samma källa att få en upplösning på cirka 60 cm vid ett avstånd på 80 km²².

3.3.2 Millimeterradar

En lösning för att tillgodose en UCAVs behov av att med hög upplösning detektera och mäta in mål kan vara att montera en millimeterradar liknande "Longbow" från helikoptern AH-64D Apache. Radarn kan på ett par sekunder söka av en 90° stor sektor. Under detta korta tidsintervall klarar radarn av att detektera, klassificera och prioritera fler än 100 rörliga och fasta markmål, flygplan samt helikoptrar. Radarn kan även ge hindervarning, även för byggnader och torn. En vidareutveckling av Longbow-radarn har givits en ännu mindre antenn vilket är en fördel vid montering i en liten signaturanpassad plattform²³.

3.3.3 Varning och motmedelssystemet

För X-45, eller det som blir projektets slutprodukt, ser de ansvariga ett signalspaningssystem baserat på mättekniken Time Differens Of Arrival (TDOA). De menar att tre stycken samarbetande UCAVs klarar att positionera en emitterande fientlig radar med ca 50 m noggrannhet²⁴. TDOA ger bättre upplösning än vinkelmätning (krysspejling) bland annat därför att ingen fasfrontsvridning uppkommer i närheten av pejlstationen. För att ett TDOA system skall fungera krävs minst tre enheter vilka inte behöver vara lika utspridda som vid krysspejling²⁵.

En alternativ metod att från en plattform som rör sig lägesbestämma en källa som emitterar elektromagnetiska vågor är att använda Doppler Difference Of Arrival (DDOA). Fördelen är att installationen av ett DDOA system i en flygande plattform är enkel, det enda som krävs är i stort sett en antenn

²² UCAV funding continues to flow, International Defense Review, September 01, 2002

²³ Stimson George W, *Introduction to Airborne Radar*, 1998, s558

²⁴ Chapman II Robert E, *Unmanned Combat Aerial Vehicles Dawn of a New Age?*, Aerospace power journal, summer 2002, s64

²⁶ Börje Andersson, Hans Bergdal, Björn Lindgren, *Signalspaningsteknik del 2 Radarspaning*, FOI, 2001, s93

monterad på en lämplig plats och en mottagare någonstans i plattformen. Det krävs inga dyra antennarrayer och multipla fasmatchade mottagare som vid riktningsbestämning genom interferometri. Det krävs dock en hel del beräkningar för att komma fram till ett användbart resultat. Systemet klarar att mäta in en emitter från en plattform, men det krävs då en mätbas med tillräcklig längd för att få ett bra mätresultat. Det går även att utföra lägesbestämningen momentant från minst tre rörliga plattformar, detta kräver dock en väl samstämd tidsuppfattning²⁶. Flygbanan spelar en stor roll vid DDOA, mätbasen sedd från emittern skall vara så lång som möjligt och dopplervariationerna bör gärna vara stora. Detta innebär att svängande rörelser med ett flitigt manövrerande runt emittern ger snabbast och noggrannast lägesbestämning²⁷. För att DDOA skall fungera krävs det att den signalspanande plattformen känner sin position samt rörelsehastighet.

3.3.4 Forward Looking Infra Red FLIR

Ett FLIR system för en UCAV som skall vara operativ 2015 tillhör förmodligen vad som brukar kallas tredje generationen av FLIR-system.

3:e generationen av system baseras på stirrande arrayer och innehåller ofta elektronik som utför signalbehandling nära detektorarrayen. De har potential att utnyttja multispektral teknik (klarar att arbeta vid flera våglängder)²⁸. En stirrande array behöver inte ett mekaniskt scannerarrangemang vilket ger enklare och mindre enheter. FLIR bygger på detektion av temperaturskillnader och är termiskt, det går därför att alstra bilder både i dagsljus och i mörker. I likhet med andra bildalstrande passiva system kan ett FLIR-system inte beräkna avstånd till eventuella mål. Användningen av FLIR begränsas främst av dämpningen i atmosfären i form av små vattendroppar och fasta partiklar. Atmosfärens dämpning varierar vid olika våglängder och man talar ofta om

²⁶ Börje Andersson, Hans Bergdal, Björn Lindgren, *Signalspaningsteknik del 2 Radarspaning*, FOI, 2001, s111

²⁷ Ibid, s121

²⁸ Ulf Ring, *Detektorer och passiva system Kompendium till kursen Robusta Optroniksystem*, 1999, s13

”atmosfärsfönster” vid 3-5 μm samt 8-12 μm . För svenska förhållande väljs oftast 8-12 μm ²⁹.

Ett tänkbart system skulle kunna vara Brite Star Safire eller dess framtida uppföljare från FLIR Systems AB. Systemet monteras normalt i en utanpåliggande rörlig kula på undersidan av plattformen. För att bibehålla signaturanpassningen krävs en annan montering, vilken eventuellt får till följd att synfältet begränsas. Alternativt skulle en lucka kunna öppnas för att sedan skjuta ut själva FLIR-konsolen. Systemet består dels av en FLIR men även av en svart/vit CCD-kamera, laseravståndsmätare samt målbelysare (laser)³⁰.



Figur 3 Brite Star Safire (<http://www.flir.com>)



Figur 4 Bilder tagna med Brite Star Safire (<http://www.flir.com>)

3.3.5 Sensordatafusion

Möjligheter till sensordatafusion mellan ovan valda sensorer finns. Därför blir frågan om, och i så fall var, denna fusionering skall ske. Väljer man en lösning där sensorfusion sker uppe i UCAV-plattformen krävs det att denna utförs helt

²⁹ Lena Jönsson, *Sensorer och UAv'er med fokus på spaning för en armébrigad*, FOA-R—96-00300-3.4, 1996

³⁰ BriteStare_Airborne_datasheet.pdf hämtad från <http://www.flir.com>

automatiskt. Om lösningen istället bygger på att sensorfusionen sker i system på marken krävs överföring av stora datamängder för att få ner bilderna som skall fusioneras.

3.3.6 Samverkan mellan olika sensorer

En enklare form av samverkan mellan olika sensorfunktioner kan ske enligt följande: först lyssnar det passiva DDOA systemet sig till ett eventuellt måls position och därefter skapar SAR, alternativt FLIR, en bild av målet. Denna SAR- eller FLIR-bild samt UCAV plattformens uppfattning om målets position utgör sedan underlag för beslut om vapeninsats.

3.4 System för bekämpning i en UCAV

När sensorsystemet eller någon yttre sensor bestämt målets position påverkas förmågan att bekämpa detta mål av flera faktorer. Noggrannheten för den egna positionen påverkar bland annat avståndet till målet. Prestanda på de medförda vapnen styr på vilket avstånd, och med vilken precision, som målet kan bekämpas. Överlevnadsförmågan hos den plattform varifrån vapen skall levereras styrs bland annat av vilka motmedel som medförs samt manöverförmågan.

3.4.1 Egenposition

Den marina varianten av X-45 (UCAV-N) kommer initialt att förses med ett navigeringssystem enligt följande. Ett vanligt Global Positioning System (GPS) ger tillräcklig noggrannhet för grundläggande navigering samt inträde i hangarfartygets trafikområde. För att därefter klara inflygningen och landningen på hangarfartygets däck krävs ett system med högre noggrannhet. Här talas om ett differentiellt fartygsbaserat GPS-system som är under utveckling. Systemet skall även kunna kompensera för hangarfartygets rörelser³¹. Ett ÖB-beslut från nittioalets början slår fast att navigeringssystem i svenska militära plattformar ej enbart får förlita sig på GPS. För en svensk UCAV-konstruktion är således ett hybridnavigeringssystem det troligaste.

³¹ Chapman II Robert E, *Unmanned Combat Aerial Vehicles Dawn of a New Age?*, Aerospace power journal, summer 2002, s68

Detta består dels av en GPS men även av ett Inertial Navigation System (INS), ett tröghetsnavigeringssystem för den händelse att GPS-systemet blir stört eller slutar att fungera. En liknande lösning kallad Hybrid Navigerings System (HNS) finns redan idag i flygplan S100B³².

3.4.2 Beväpning

Valet av ammunition styrs naturligtvis av vilka mål som UCAV systemet skall kunna bekämpa. Amerikanska Department of Defense (DOD) anser det nödvändigt att utveckla förmågor för bekämpning av ”Integrated Air Defense Systems” (IADS) och mobila markrobotsystem vilka utgör ett hot mot USA:s Air Power³³. För att hantera dessa hot, och därmed säkerställa USA:s förmåga att agera genom militära operationer, anser flera amerikanska analytiker att UCAV-system är en möjlig lösning. Ett svenskt UCAV-system kommer att vara anpassat utifrån svenska förhållanden. Men även vid svenska förhållanden handlar det troligen om likartade typer av mål. Dessa kan vara hotande komponenter ur fientligt luftförsvaret såsom robotbatterier och radarstationer samt precisionsbekämpning i syfte att påverka fiendens ”center of gravity” (COG). För precisions bekämpning av viktiga punktmål har stormakterna redan i dag en förmåga genom användningen av kryssningsrobotar. Dessa system är mycket dyra. Något som USA kunde konstatera bland annat under operationen Desert Fox 1998. Under operationen, som varade i 70 timmar, avfyrades fler än 415 kryssningsrobotar till en kostnad av nästan 3 miljarder svenska kronor³⁴. Ett sätt att bryta denna trend är att i stället använda Joint Direct Attack Munitions (JDAM) med likvärdiga stridsdelar, ledda genom GPS, men med betydligt kortare stand off-avstånd. Denna typ av ammunition har ett styckpris på ca 3 % jämfört med priset för en kryssningsrobot. Det kortare stand off-avståndet leder naturligtvis till en högre risk för den plattform som skall leverera lasten. Om denna plattform är obemannad och dessutom har låg signatur kan detta vara en framkomlig väg.

³² *Airborne Early Warning FSR 890-S100B ARGUS, M77-71600 BRYR AEW FSR 890, s7*

³³ Chapman II Robert E, *Unmanned Combat Aerial Vehicles Dawn of a New Age?*, Aerospace power journal, summer 2002, s60

³⁴ *Ibid*, s61

De programansvariga för UCAV-projektet X-45 anser att den operativa slutprodukten kommer att optimeras för DEAD och precisionsbekämpning av fasta mål. Plattformen utvecklas därför för att kunna bära olika typer av konventionella vapen. Vart och ett av de två inre lastrummen rymmer följande lastalternativ:

- 6 st. små (112 kg) GPS-styrda bomber. (utvecklingsprogram pågår)
- 8 st. *Low Cost Autonomous Attack System (LOCAAS)*. LOCAAS är ett avancerat utvecklingsprogram vars syfte är att skapa en teknologisk plattform för framtida lågkostnadsvapen utrustade med laserradar (LADAR) målsökare. Den operativa versionen av LOCAAS blir autonom, jetdriven och utrustad med LADAR samt flermods stridsdel. Den är optimerad för att söka över stora områden för att identifiera och bekämpa ett antal olika rörliga och fasta markmål.
- 2 st. *avancerade signalsökande robotar*
- 1 st. *Mk-83 450 kg Joint Direct Attack Munitions (JDAM)*

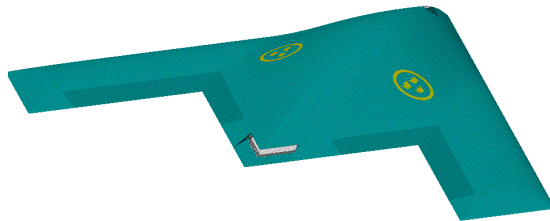
För att ge en större flexibilitet skall lasterna kunna mixas mellan de båda vapenutrymmena. Fler möjliga nyttolaster är någon form av underrättelse- och övervakningsutrustning, extratank eller fällbara störsändare. En operativ plattform kan i framtiden utrustas med last från något av de pågående utvecklingsprojekten. Studier pågår för att ta fram utrustning för elektronisk attack, informationsoperation eller vapen baserade på Electro Magnetisk Puls (EMP) teknik³⁵.

En svensk UCAV kommer förmodligen att vara betydligt mindre än den ovan beskrivna operativa varianten av amerikanska X-45B, vilket leder till att de angivna antalen för varje typ av vapen måste räknas ner.

³⁵ Chapman II Robert E, *Unmanned Combat Aerial Vehicles Dawn of a New Age?*, Aerospace power journal, summer 2002, s64

3.4.3 Medel och motmedel för överlevnad

Ett sätt att öka överlevnadsförmågan hos en UCAV-plattform är att utnyttja en hög grad av signaturanpassning. Ett annat sätt kan vara att ge farkosten goda manövreringsmöjligheter (se 3.4.4 Manövrering).



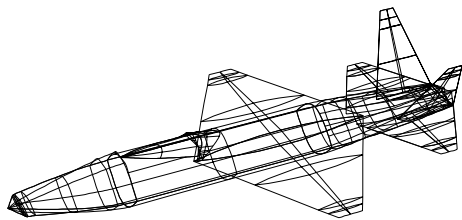
Figur 5 Exempel från SAAB på signaturanpassad farkost (FILUR)

Den optiska signaturanpassningen underlättas av att plattformen är relativt liten och saknar till skillnad mot bemannade farkoster en huv och frontruta som kan ge reflexer³⁶. För att minska emissionen inom det infraröda området kan motorutloppet placeras på farkostens ovansida. För att minska signaturen inom radarområdet krävs en noggrann optimering av farkostens radarmålarea, vilken kommer att variera beroende på aspektvinkeln hos den belysande radarn. För att kunna använda konventionella vapen är det nödvändigt att dessa bärs inuti flygkroppen då dessa sällan är signaturanpassade³⁷. Exemplet nedan visar hur en UAV optimerats varvid radarmålarean i det mycket viktiga området för aspektvinklar mellan $\pm 20^\circ$ kraftigt sänkts. Dessutom har den breda loben vid aspektvinkeln 90° reducerats till en smal spik³⁸. Kännedom om hur stor radarmålarea som plattformen uppvisar i olika vinklar är nödvändig för att vid uppdragsplaneringen kunna anpassa flygvägen så att minsta möjliga radarmålarea uppvisas mot de kända radarstationerna.

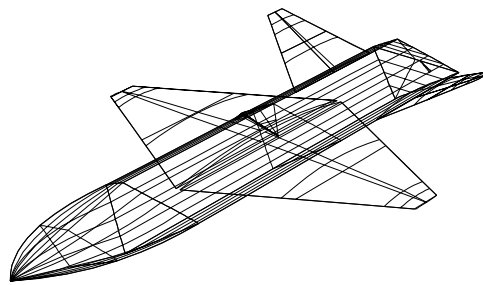
³⁶ Risken för reflexer ökar när de genomskinliga ytorna behandlats för att inte släppa igenom radarstrålning.

³⁷ Berglund Hans, *Unmanned Aerial Vehicles*, Militärteknisk Tidskrift nr 4, 2001, s16

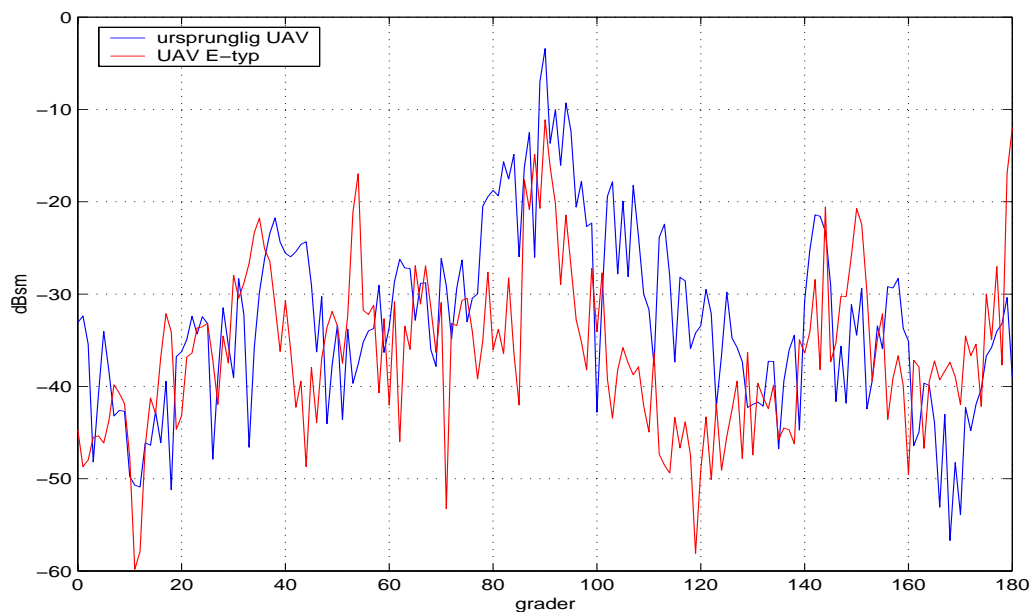
³⁸ Magnus Gustafsson, *Radarmålareaoptimering av en UAV*, FOI-R--0023--SE, 2001, s66



Figur 6 Ursprunglig UAV



Figur 7 Radarmålareaoptimerad UAV (E-typ)



Figur 8 Radarmålarea för de båda UAVerna beräknade för vertikalpolarisation och $f=10\text{GHz}$.

Syftet med den låga signaturen är naturligtvis att undgå upptäckt från fiendens luftvärn och jaktflyg. Hans Berglund vid SAAB menar att om detta lyckas finns inget behov av robotskottvarnare eller motmedel ombord på UAV-plattformen. Han menar vidare att det inte heller finns ett behov av att konstruera farkosten för att klara att utföra snäva svängar med 20G i belastning. Detta skulle leda till sänkta kostnaderna för farkosten, samtidigt konstaterar han att även "stealth design" kostar pengar³⁹. Resonemanget leder

³⁹ Berglund Hans, *Unmanned Aerial Vehicles*, Militärteknisk Tidskrift nr 4, 2001, s16

förmodligen till en kompromiss där signaturanpassningen kompletteras för att klara de fall där riktningen till hotet är okänd tex. vid rörliga plattformar.

I det amerikanska X-45 UCAV-projektet finns flera exempel på åtgärder för att minska radarsignaturen. Farkosten har konstruerats utan fena och istället utrustats med vektoriserad styrning i girled. Vapenlasten bärs inuti plattformen och motorns luftintag är dolda genom en serpentinkonstruktion⁴⁰.

3.4.4 Manövrering

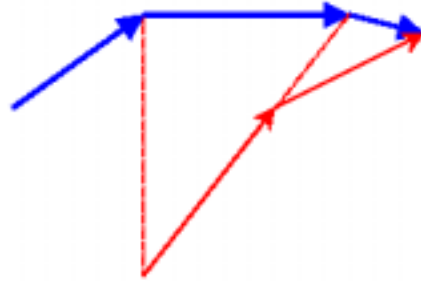
Enligt experter vid Lockheed Martin kommer UCAV plattformar att vara mer sårbara än de bemannade flygplanen vid närstrid "within visual range". Den lägre förmågan hos en UCAV beror på att dagens styralgoritmer för autonom styrning är dåligt utvecklade. I framtiden finns det bedömare som anser att dessa styralgoritmer kan innehålla funktioner för simulering. Simuleringsfunktionen skulle i varje situation realtidssimulera ett antal olika manövrar för att sedan välja den bästa. På längre avstånd BVR "beyond visual range" menar samma bedömare att det inte finns några tekniska hinder för att en UCAV skall kunna mäta sig med en bemannad plattform⁴¹. I framtiden kan egenskaperna för att överleva närstrid hos en UCAV förbättras avsevärt genom användande av kraftiga undanmanövrar vilka fungerar både mot robotar och jaktflygplan. Redan med mycket enkla algoritmer för undanmanöver kan en UCAV bli överlägsen en bemannad plattform, helt enkelt för att den kan svänga mer än dubbelt så kraftigt i alla riktningar⁴². Resonemanget förutsätter att en UCAV designats för att kunna svänga kraftigt, vilket är möjligt bland annat eftersom den saknar förare.

Robotar styr antingen rakt mot målet enligt vad som brukar kallas "hundkurva", vilket resulterar i att roboten måste svänga allt kraftigare för att träffa målet. Om roboten istället styr mot en beräknad kollisionspunkt framför

⁴⁰ Chapman II Robert E, *Unmanned Combat Aerial Vehicles Dawn of a New Age?*, Aerospace power journal, summer 2002, s64

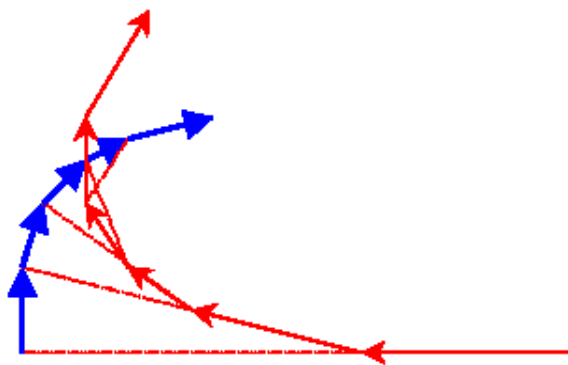
⁴¹ Graham Warwick, *Autonomous attacker*, Flight International, 20-26 maj 98, s31 ur A Noguier, *Next Mission Unmanned*, Air Power Review nr 4, 1999, s108

målet blir kraven på svängprestanda mindre. Normalt konstrueras luftmålsrobotar med en svängprestanda motsvarande tre gånger den hos det mål som de är tänkta att träffa⁴³.



Figur 9 Figuren visar ett exempel där roboten (röd) lyckas att träffa en lätt svängande UCAV (blå) i den beräknade kollisionspunkten.

En enkel undanmanöver teknik kan bidra till att en UCAV skulle kunna svänga ifrån en hotande robot, oberoende av vilken styrprincip den använder. Manövern startar ett par sekunder före det att roboten är tänkt att träffa med att UCAVen rollar runt och utför en hög G-sväng. Syftet med denna sväng är att hela tiden vara ortogonal relativt rörelsevektorn hos den inkommande roboten⁴⁴. Ett lyckat exempel på denna strategi visas i figuren nedan.



Figur 10 Figuren visar hur en UCAV (blå) undviker att bli träffad av roboten (röd) genom att bibehålla en ortogonal sväng. Notera hur roboten inte längre klarar att svänga efter målet.

⁴² Bookstaber David, *Unmanned Combat Aerial Vehicles What men do in aircraft and why machines can do it better*, s12

⁴³ Graham Warwick, *Autonomous attacker*, Flight International, 20-26 maj 98, s31 ur A Noguier, *Next Mission Unmanned*, Air Power Review nr 4, 1999, s108

⁴⁴ Bookstaber David, *Unmanned Combat Aerial Vehicles What men do in aircraft and why machines can do it better*, s12

4 SEAD-uppdrag

4.1 Definition av SEAD

4.1.1 Brittisk definition

Suppression of Enemy Air Defences (SEAD) is any activity that destroys, neutralises or temporarily degrades an opponent's surface-based air defences by destructive or disruptive means.⁴⁵

4.1.2 Amerikansk definition

The activity that neutralizes, destroys, or temporarily degrades surface based enemy air defenses by destructive and/or disruptive means⁴⁶.

4.1.3 Föreslagen svensk definition⁴⁷

Suppression of Enemy Air Defences (SEAD) omfattar all verksamhet som temporärt eller permanent hindrar motståndarens mark- och sjöbaserade luftförsvarssystem från att verka.

Destruction of Enemy Air Defences (DEAD) är en delmängd av SEAD. DEAD innebär att angripen komponent av motståndarens luftförsvarssystem permanent förstörs och ytterligare insatser inte är nödvändiga.

SEAD-funktionen är ett vidare begrepp som omfattar alla system, organisatoriska enheter och verksamheter såsom planering, ledning och logistik som är nödvändiga för att utföra SEAD. SEAD-funktionen producerar SEAD-verksamhet.

För den här studien väljer jag att utgå från den svenska definitionen i vilken DEAD är en delmängd av SEAD.

⁴⁵ British Air Power Doctrine, AP 3000 Third Edition. Sida 2.8.12 ur FTK, *FM studien "SEAD/DEAD förmåga hos luftstridskrafterna"*, 2002, s10

⁴⁶ Joint Publication 1-02. Department of Defense Dictionary of military and Associated Terms. April 12, 2001. hämtad ur Sten Ternblad, *SEAD i ett operativt sammanhang - internationella erfarenheter*, 2002, s2

4.2 Varför ett SEAD uppdrag

Förespråkare av UCAV-teknik menar att användningen av signaturanpassade UCAV plattformar kan vara en viktig komponent för att en luftoffensiv skall lyckas. Framst fungerar farkosterna som en möjliggörare under ”första dagen”, genom att utföra SEAD-uppdrag. Att trycka ner och bekämpa det fiendliga luftförsvaret utgör en viktig del av en luftoffensiv⁴⁸.

Även de bemannade plattformarna utvecklas och Sverige får genom delserie tre av JAS 39 för första gången ”hard kill” SEAD-förmåga.

4.3 Allmänt om ett SEAD uppdrag

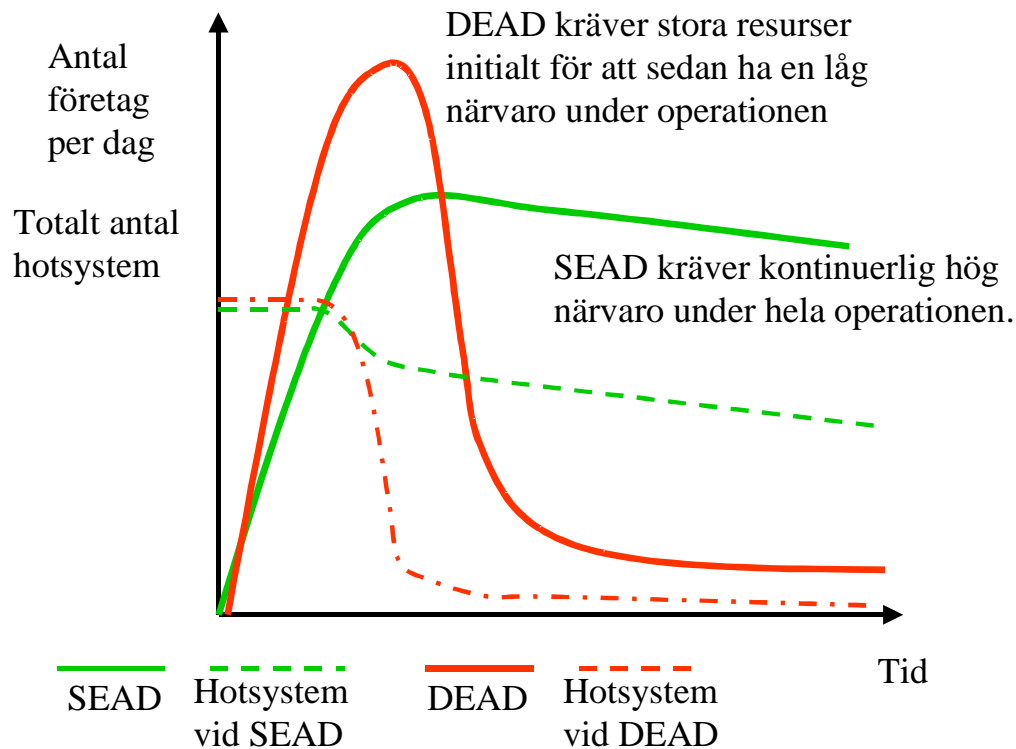
Kriteriet för ett lyckat SEAD-uppdrag är att de efterföljande offensiva flygplanen klarar sig utan förluster. Det är därför viktigt att komma ihåg att det är bomb- eller attackuppdragen som är centrala i operationer⁴⁹. Vad som undertrycks, hur detta sker men även vem som gör det är oväsentligt, det som är viktigt är att fiendens luftförsvarsförmåga degraderas tillräckligt mycket. Det finns således inget krav på att det måste vara flygburna plattformar som utför SEAD utan både specialförband och artilleri är tänkbara lösningar.

Metoden och valet av mål för ett effektivt SEAD-uppdrag kan variera allt från störning av fiendens radarstationer till fysisk bekämpning av luftvärnsrobotar. En nedtryckning av motpartens radarstationer är endast tillfällig och måste upprepas vid varje offensivt företag. Att fysiskt bekämpa enheter inom fiendens luftförsvarsystem ger en mer permanent effekt (DEAD). Valet av metod påverkar därför även resursutnyttjandet vilket figuren *Resursutnyttjande SEAD - DEAD* visar.

⁴⁷ FTK, *FM studien ”SEAD/DEAD förmåga hos luftstridskrafterna”*, 2002, s10

⁴⁸ Chapman II Robert E, *Unmanned Combat Aerial Vehicles Dawn of a New Age?*, Aerospace power journal, summer 2002, s62

⁴⁹ Sten Ternblad FOI, *SEAD i ett operativt sammanhang - internationella erfarenheter*, 2002, s4



Figur 11 Resursutnyttjande SEAD - DEAD⁵⁰

4.4 Utvalda måltyper inom ett SEAD uppdrag

Som nämnts tidigare spelar det ingen roll vilken del av det fiendliga luftförsvarssystemet som man i ett SEAD-uppdrag väljer att undertrycka.

Förmågan att identifiera ett hotande system är helt avgörande för möjligheterna att genomföra ett SEAD/DEAD-uppdrag⁵¹.

Erfarenheter från Balkankonflikterna visar att ett luftförsvar som verkar i nätverk och använder sin rörlighet är mycket svårt att lokalisera. Resonemanget äger även giltighet om man bortser från de särskilda Rules Of Engagement (ROE) som gällde vid denna operation. I framtiden kommer huvuddelen av de kvalificerade stridskrafterna att verka i nätverk samtidigt som deras rörlighet ökar⁵².

⁵⁰ FTK, FM studien "SEAD/DEAD förmåga hos luftstridskrafterna", 2002, s12

⁵¹ Ibid, s39

⁵² Ibid, s21

4.4.1 Klassificering av bildsensorers upplösning

National Imagery Interpretability Rating Scale (NIIRS) som redovisas nedan anger vilken bildkvalité en bildalstrande sensor måste ha vid olika uppgifter⁵³.

(GRD = Ground Resolved Distance)

NIIRS	GRD(m)	Visible	Radar	Infrared
0	-	No value	No value	No value
1	> 9	Distinguish between taxiways and runways at a large airfield.	Detect the presence of aircraft dispersal parking areas	Distinguish between runways and taxiways on the basis of size
2	4,5-9	Detect large static radars	Missile silos, launch control silos within a known ICBM complex.	Identify an SS-25 base by the pattern of buildings and roads.
3	2,5-4,5	Identify radar and guidance areas at a SAM site by the configuration	Detect vehicles/pieces of equipment at a SAM, SSM, or fixed missile site.	Identify individual functional areas of an SA-5 launch complex.
4	1,2-2,5	Id, by general type, tracked vehicles, field art, when in groups.	Detect individual vehicles in a row at a known motor pool.	Detect individual thermally active vehicles in garrison.
5	0,75-1,2	Identify, by type, deployed tactical SSM systems (e.g., FROG, SS-21, SCUD)	Detect deployed TWIN EAR antenna.	Det. a deployed TET (transportable elect. tower) at an SA-10 site.
6	0,4-0,75	Distinguish between SA-6, SA- I 1, and SA-17 missile airframes.	Distinguish between the antennas at a BARLOCK/SIDE NET acquisition radar site.	Distinguish between a FIX FOUR and FIX SIX site based on antenna pattern and spacing.
7	0,2-0,4	Identify ports, ladders, vents on electronics vans.	Detect a missile on the launcher in an SA-2 launch revetment.	Identify the missile transfer crane on a SA-6 transloader.
8	0,1-0,2	Identify a hand-held SAM (SA-7/14, REDEYE, STINGER).	Identify the SA-6 transloader when other SA-6 equipment is present.	Identify individual horizontal and vertical ribs on a radar antenna.
9	< 0,1	Id. screws and bolts on missile components	Identify the forward fins on an SA-3 missile.	Id individual command guidance strip antennas on an SA-2 missile.

⁵³Ulf Ring, *Detektorer och passiva system Kompendium till kursen Robusta Optroniksystem*, 1999, s32 och <http://www.fas.org/irp/imint/niirs.htm>

I denna studie väljer jag att titta närmare på två typer av mål. Båda kräver en upplösning beroende på sensor motsvarande nivå 5-6 enligt NIIRS skalan för identifiering:

- ett som emitterar - En radarstation
- ett som i huvudsak är passivt tills roboten startar - Ett robotluftvärn

4.4.2 Radarstation

4.4.2.1 Krav på sensorer för att lokalisera en radarstation

Eftersom radarstationer åtminstone tidvis emitterar är det möjligt att använda passiva sensorer för att detektera och lokalisera dessa. Under operationen Allied Force på Balkan 1999 tillämpade dock serberna en effektiv taktik för att undgå utslagning av luftvärnet. Den gick ut på att gömma sig, att inte ha radarstationerna påslagna och vid några tillfällen avfyra salvor av robotar mot NATO:s flygplan. Taktiken lyckades inte utmana NATO:s luftherravälde eller skydda strategiska mål, men skyddade luftvärnssystemen från att bekämpas⁵⁴. För att locka serberna att tända sina radarstationer prövade man en taktik som med stor framgång användes under Gulfkriget. Flygande s.k. Tactical Air Launched Decoy (TALD) skickades in men serberna kunde sin krigshistoria och behöll stationerna avslagna⁵⁵.

Med framtidens teknik kommer förmodligen möjligheterna att skydda radarstationerna att förbättras. En utveckling inom radartekniker för smygradar, svåridentifierbar radar samt elektriskt styrda antenner är att vänta. Dessutom kan stora taktiska vinster nås genom användandet av radar i nätverk samt i bistatiska och multistatiska tillämpningar⁵⁶.

Signalspaningsförmågan är en av huvudfunktionerna vid SEAD/DEAD-uppdrag riktade mot emitterande radarstationer. Begränsningar som finns i HARM-robotens målsökaren när roboten fortfarande hänger kvar på

⁵⁴ Sten Ternblad FOI, *SEAD i ett operativt sammanhang - internationella erfarenheter*, 2002, s38

⁵⁵ Ibid, s28

⁵⁶ FTK, *FM studien "SEAD/DEAD förmåga hos luftstridskrafterna"*, 2002, s39

flygplanet, kan minskas genom att ett Emitter Location System (ELS) tillförs. De tyska och italienska Tornadoplanen är utrustade med ett ELS-system byggt av Texas Instruments (nu Raytheon). Mottagarna, som är placerade i vingroten, arbetar vanligtvis vid frekvenserna för radarns sök- och fångningsfaser. Systemet klarar inte att avsöka hela radarfrekvensområdet samtidigt, utan flygplanets Weapons Systems Officer (WSO) styr vilka delar som för tillfället är intressantast. Före flygning prepareras systemet med data och parametrar inom de för uppdraget mest intressanta områdena. Uppgifterna kommer från Luftwaffes motsvarighet till Defence EW Centre⁵⁷. Inmätta hot kan, för självskydd, hanteras av flygplanets motmedelsystem men även skickas till efterföljande enheter via datalänk. Informationen kan sedan användas antingen för att undvika hoten eller för att undertrycka dem⁵⁸.

Ett motsvarande system finns för SEAD-flygplanen inom USAF benämnda F 16 CJ. Ett antal F16 flygplan modifierades i mitten på 1990-talet när en brist i SEAD förmågan uppstod då F-4G och F111 Raven togs ur tjänst. F-16CJ utrustades med HARMs Targeting System, ett datainterface samt HARM-robotar. Systemet begränsas av att det ska inrymmas i en pod på flygplanet, saknar 360° täckning samt har sämre prestanda för positionsbestämning än tidigare system⁵⁹.

4.4.2.2 Krav på bekämpningssystem för att bekämpa en radarstation

För bekämpning av radarstationer kan antingen signalsökande robotar eller vapen för precisionsbekämpning användas. Här beskrivs endast de signalsökande robotarna, eftersom dessa kräver ett mål som emitterar, exempelvis en radarstation. De i dag operativa systemen är i huvudsak av två typer:

⁵⁷ D R Andrew RAF, *Suppression of Enemy Air Defences*, Air Power Review, nr 4, 2000, s98

⁵⁸ Jane's Radar and Electronic Warfare Systems 2001-2002, *Emitter Localisation System (ELS)*, 2001

4.4.2.2.1 AGM 88 HARM

Den av Texas Instruments utvecklade amerikanska AGM 88 High-speed Anti Radiation Missile (HARM) vilken introducerades vid ELDORADO CANYON attacken mot Libyen 1986. HARM hämtar sin teknik från AGM 65 SHRIKE vilken användes av F 4G vid "Wild Weasel" uppdrag redan under Vietnamkriget. Även om detaljerna kring roboten är hemliga finns en del fakta att tillgå⁶⁰.



Figur 12 AGM 88 HARM

Längd: 4.14 m

Vingspann: 1.02 m

Vikt: 360 kg

Målsökare: Fast nosmonterad antenn med en serie av bredbandsmottagare.

Verkansdel: En jämförelsevis stor stridsdel med splitterverkan.

Räckvidd: > 48 km

Maxfart: 2280 km/t⁶¹

Målsökaren i HARM roboten söker efter radarsignaler redan då den fortfarande hänger kvar på flygplanet. Men eftersom målsökarens antenn är fast och har ett begränsat synfält måste vapenplattformen flyga någorlunda i riktning mot målet för att målsökaren skall kunna få in någon utsänd energi. Detta gör att det är svårt att bekämpa okända och mobila radarstationer om roboten inte

⁵⁹ Sten Ternblad FOI, SEAD i ett operativt sammanhang - internationella erfarenheter, 2002, s7

⁶⁰ USAF Fact Sheet, *AGM 88 HARM*, <http://www.af.mil/>, 2002-11-05

⁶¹ Federation of American Scientists (John Pike), <http://www.fas.org/man/dod-101/sys/smart/agm-88.htm>

erhåller måldata från flygplanet. System för detta finns och benämns Emitter Location System (ELS) *se kap4.4.2.1 Krav på sensorer för lokalisering av en radarstation*. HARM har flera operativa moder beroende på om avståndet är känt eller okänt, men även för självförsvar och uppdykande mål. Både robotens räckvidd och sannolikheten att den låser på rätt mål förbättras väsentligt om avståndet är känt⁶². Funktionen att låta roboten styra mot ett inmätt geografiskt målläge har för dålig precision och fungerar därför dåligt. Därför pågår ett uppgraderingsarbete kallat HARM Precision Navigation Upgrade (PNU). I projektet, som skall vara klart till 2004, deltar US Navy, Italien och Tyskland. Paketet för PNU består av en GPS-mottagare kompletterat med ett tröghetsnavigeringssystem (INS). Systemet kan, om positionsdata för målet är tillräckligt bra, lösa problemet med att radarstationen stängs av efter att roboten avfyras. Företrädare för Raytheon ser en möjlighet att kombinera PNU-systemet med den pod som F-16CJ utrustats med. Ett annat alternativ är att i framtiden utrusta HARM-roboten med en avancerad målsökare för millimetervåglängdsområdet⁶³.

4.4.2.2.2 Air Launched Anti-Radiation Missile (ALARM)

ALARM tillverkas av British Aerospace/Marconi och valdes av Royal Air Force (RAF) vid en upphandling 1977 i konkurrens med HARM, som då befann sig på ritbordet. Roboten anskaffades för förhållandena under kalla kriget då SEAD-funktionen inom RAF skulle skapa en lucka i det massiva östtyska luftvärnet längs gränsen. Genom denna öppning skulle sedan Tornado GR 1 bombplanen passera för att utföra sina offensiva uppdrag⁶⁴.

⁶² Sten Ternblad FOI, *SEAD i ett operativt sammanhang - internationella erfarenheter*, 2002, s4

⁶³ Sandra I. Erwin, *Anti-Radar Missile Aims for More Accuracy*, National DEFENSE, <http://www.nationaldefensemagazine.org/article.cfm?Id=508>

⁶⁴ D R Andrew RAF, *Suppression of Enemy Air Defences*, Air Power Review, nr 4, 2000, s101



Figur 13ALARM

Längd: 4.24 m

Vingspann: 0.73 m

Vikt: 200 kg

Målsökare: Tröghetsnavigering och en digitalt styrd passiv radarmottagare

Verkansdel: Tryckvåg och splitter med laser zonerör.

Räckvidd: 45 km

Till skillnad mot HARM är roboten konstruerad för att med hjälp av det egna navigeringssystemet stiga till en position över den hotande radarstationen. När roboten avfyras i "loiter mode" stiger den högt över målet (max 21000m)⁶⁵ varvid en fallskärm utvecklas. Roboten dalar sakta nedåt tills en av hotbiblioteket godkänd radarsignal detekteras, varvid fallskärmen lossnar och roboten styr utan motor mot målet.

Roboten kan även avfyras i korridorundertryckningsmod i vilken syftet är att skapa en lucka i luftförsvaret för det efterföljande attackflyget att passera genom. Ett antal robotar avfyras samtidigt, dessa är förprogrammerade för att med hjälp av det egna tröghetsnavigeringssystemet flyga i breddad formering för att på så vis skapa en korridor.

⁶⁵ Seymour Johnson, "Yugoslavia displays recovered ALARM", Jane's Missiles and Rockets, May 06, 2002

4.4.3 Luftvärnsrobotbatteri

4.4.3.1 Krav på sensorer för att lokalisera ett robotbatteri

Eftersom ett robotbatteri normalt inte sänder ut energi krävs andra sensorer än de som beskrivs ovan för att lokalisera en radarstation. Äldre typer av luftvärnssystem, sk. ”singel digit SAM”⁶⁶ har ofta sensor och eldenhet på samma fordon eller nära varandra. Det krävs även att den egna sensorn är aktiv för att systemet skall kunna verka.

De moderna luftvärnssystemen är både rörligare och mer utspridda över ytan än de äldre systemen. Taktiken bygger ofta på korta sändningstider och byte av grupperingsplats⁶⁷. De ingående enheterna i ett luftvärnssystem är ofta sammankopplade i nätverk samankopplade med tråd eller fiber och kan bestå av flera sensorer vilka använder olika frekvenser. Även om de ingående radarstationerna sänder och på så sätt röjer sin position är det fortfarande oklart var luftvärnssystemets robotbatterier står. Lyckas SEAD-förbandet att bekämpa en sensor kan fortfarande eldenheterna få information från andra sensorer inom eller utanför förbandet. Det är därför viktigt att det inom SEAD/DEAD-förmågan eller den övriga underlättelsefunktionen finns möjlighet att detektera enskilda eldenheter. Exempel på eldenhet (SA-13 Gopher) som förekom i NATOs mållista inom operationen Deadeye i Bosnien 1995⁶⁸:

⁶⁶ Sovjetbygda LV system ges i NATO beteckningen SA-x. Med ”Single digit SAM” avses system upp t.o.m. SA-9. System från och med SA-10 anses idag som de moderna system.

⁶⁷ FTK, *FM studien ”SEAD/DEAD förmåga hos luftstridskrafterna”*, 2002, s17

⁶⁸ Sten Ternblad FOI, *SEAD i ett operativt sammanhang - internationella erfarenheter*, 2002, s27



Figur 14SA-13 Gopher⁶⁹

4.4.3.1.1 Radar

För att hitta och identifiera enskilda komponenter inom ett luftvärnssystem är plattformens radar (främst SAR) ett hjälpmedel. Förmågan hos dagens plattformar är begränsad, främst avseende möjligheten att skilja ut luftvärnsförbandets delar från andra militära mål eller civila fordon. Nackdelen med ett aktivt system är att motståndaren kan upptäcka farkosten och även skjuta signalsökandrobotar för att bekämpa den. En lösning skulle kunna vara att spana efter robotar som avfyras från marken för att på det sättet lokalisera eldenheterna. Systemet kan liknas vid en artillerilokaliseringsradar men en alvarlig nackdel är att fienden tillåts skjuta först⁷⁰.

4.4.3.1.2 Ladar

Tekniken för aktiv laserspaning (Ladar) är långt utvecklad även om det finns få eller inga system i operativ tjänst. Ladar ger både hög precision och sannolikhet att upptäcka enskilda robotbatterier. Systemet fungerar både i mörker och dåligt väder. Området som skall spanas av måste troligen flygas över för att få insyn i målområdet vilket är en nackdel⁷¹.

⁶⁹ <http://www.fas.org/man/dod-101/sys/missile/row/sa-13-img004.jpg>

⁷⁰ FTK, FM studien "SEAD/DEAD förmåga hos luftstridskrafterna", 2002, s22

⁷¹ Ibid, s22

4.4.3.1.3 Optiska sensorer

Till de optiska sensorerna räknas de inom våglängdsbanden för UV, synligt ljus och IR. Enligt studien "SEAD/DEAD förmåga hos luftstridskrafterna" finns det idag inget optiskt system särskilt framtaget för SEAD. Ett FLIR-system borde kunna detektera denna typ av mål även om räckvidden begränsas av atmosfärsdämpningen och svåra väderförhållanden. En tillämpning inom det optiska området är att spana efter startflamman från en robot som avfyras från marken och på så sätt hitta eldenheten. Denna typ av system är redan väl beprövade i robotskottsvarnare för flygplan. Nackdelen är precis som i radar fallet att fienden tillåts att skjuta först.

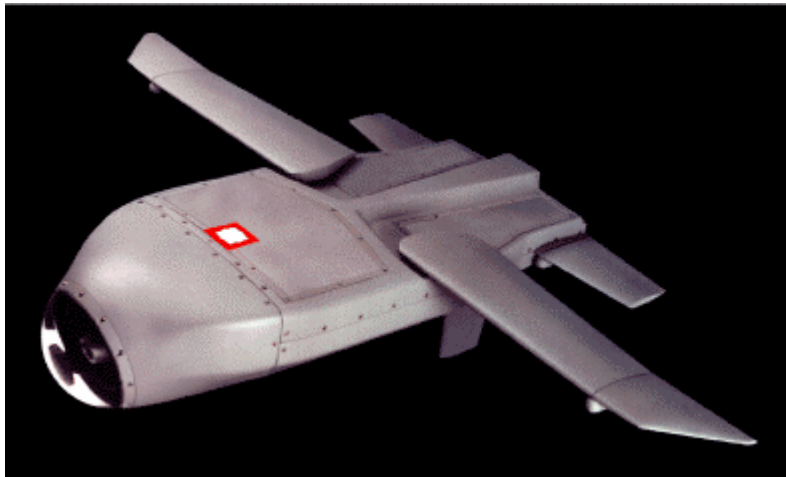
4.4.3.2 Krav på bekämpningssystem för att bekämpa ett robotbatteri

För bekämpning av eldenheterna inom ett luftvärnsförband måste antagligen någon form av vapen för precisionsbekämpning användas. Dessa kan antingen själva navigera till de av sensorsystemet inmätta målkoordinaterna eller följa en laserledstråle. Nedan följer exempel på båda vapen typerna:

4.4.3.2.1 Powered Low-Cost Autonomous Attack System (P-LOCAAS)

Är en vidareutveckling av (LOCAAS) ett projekt som startade i början av 1990-talet för framtagning av ammunition till flygplanen B1 och B2. Systemet har provflugits med framgång (35 km) och efter flera turer är projektet förlängt till slutet av 2003. Efter att systemet givits framdrivning betraktas det som engångs-UAV för exempelvis SEAD-uppdrag⁷².

⁷² Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets 19, *Lockheed Martin LOCAAS*, 14 June 2002



Figur 15 Powered Low-Cost Autonomous Attack System (P-LOCAAS)

Skrov: Kompakt kropp med utfällbara vingar

Vikt: 38,5 kg

Verkansdel: 7,7 kg. Variabel beroende på mål.

Målsökare: Ladar, med automatisk funktion för att känna igen mål.

Navigering: GPS/INS

Datalänk: Enheter i luften kan kommunicera med varandra och det är även möjligt att involvera en operatör.

Räckvidd: 185 km

Flygtid: max 30 min (med autodestruktion)

4.4.3.2.2 Bomb Kapsel BK 90

BK 90 är en vidareutveckling av den flygplanfasta kapsel MW-1 och glidflyger utan motor fram till målet. Väl framme över målet sprider kapseln sina substridsdelar över ytan. För MW-1 kapseln finns en arsenal av fem olika typer av substridsdelar anpassade för olika typer av mål, bombkapseln har möjligt att bära alla dessa typer av substridsdelar. Kapseln har ett "stand-off" avstånd på 10 km och klarar även att flyga 5 km i sida. Det är möjligt att fälla kapseln i hög fart ända ner till 50 meters höjd⁷³.

⁷³Jane's Air-Launched Weapons 40, *DISPENSER WEAPON SYSTEM 24/39 (DWS 24/39)*, 23 April 2002



Figur 16 Bomb Kapsel BK 90

Längd: 3,5 m

Vikt: 600 kg

Last: 48 st substridsdelar

4.4.3.2.3 KEPD 150

KEPD 150 har provflugits hängd på JAS 39 och anskaffningsprojektering pågår. Roboten har en marsch fart på M 0,8 och data enligt nedan⁷⁴.



Figur 17 2st KEPD 150 hängda på JAS 39 Gripen

Längd: 4,6 m

Vikt: 1060 kg

Stridsdel: 450 kg

Målsökare: INS/GPS, terrängnavigering, Bildalstrande IR

Motor: Turbojet

Räckvidd: 150 km

4.4.3.2.4 GBU-16 PAVEWAY LASER-GUIDED BOMB SYSTEMS⁷⁵

Under Gulfkriget fälldes 219 st. av denna variant av Paveway från i huvudsak marinens A-6E flygplan vilka själva hade förmåga att belysa målet. Operatören belyser målet med en laser varefter bomben glidflyger in i målet ledd av den reflekterade laserpunkten. Bomben var operativ redan 1976.



Figur 18 GBU-16 PAVEWAY LASER-GUIDED BOMB

Vikt: 450 kg

Räckvidd: ca 14 km

Felmarginal: 9 m radie kring målet

Målsökare: Operatörsstyrd laser

Mål: Både rörliga och fasta

⁷⁴Jane's Strategic Weapon Systems 38, *TAURUS (MAW)*, *KEPD 150/350*, 11 July 2002

⁷⁵<http://www.fas.org/man/dod-101/sys/smart/gbu-16.htm>

5 Jämförelse och analys av SEAD-förmågan hos JAS 39 och en svenskUCAV

5.1 Allmän jämförelse

I strid måste en pilot kontrollera att gällande ROE är uppfyllda för att ett vapen skall få avfyras. Piloten gör på plats den slutliga värderingen av den rådande situationen och fattar därför ett beslut som han eller hon är ansvarig för⁷⁶. Beslutet grundar sig dels på information från själva målområdet men även på aktiviteter i området omkring. Exempelvis om en pilot skall bekämpa en bro, men ser en skolbuss på vägen som leder till bron, kan denna information få honom eller henne att avbryta. I fredsbevarande operationer blir de politiska konsekvenserna av en vådabekämpning särskilt allvarliga. Pilotens vidgade omvärldsuppfattning kan därför få en avgörande betydelse för om uppdraget ”lyckas” eller inte.

Genom sin långa uthållighet kanUCAVs flyga före grupperna av attackflyg för att slå ut det fientliga luftförsvaret. De har även uthållighet att vara kvar i området för att bekämpa eventuella nya hot som dyker upp under anfallet. Med rätt anpassad beväpning utgörUCAV-plattformarna en resurs att sätta in mot tidskritiska mål som exempelvis robotramper för Tactical Ballistic Missiles (TBM)⁷⁷.

En väl utförd SEAD skapar en stridsmiljö i vilken icke signaturanpassade bemannade plattformar ges betydligt bättre möjligheter att överleva⁷⁸. Även 2015 kommer förmodligen stora delar av den amerikanska och den europeiska flygplanflottan att bestå av mindre signaturanpassade bemannade plattformar.

⁷⁶ Lazarski Anthony, *Legal Implications of the Uninhabited Combat Aerial Vehicle*, Aerospace power journal, summer 2002, s81

⁷⁷ Noguier A, *Next Mission Unmanned*, Air Power Review nr 4, 1999, s106

⁷⁸ Chapman II Robert E, *Unmanned Combat Aerial Vehicles Dawn of a New Age?*, Aerospace power journal, summer 2002, s62

Slutsatser:

- Det bemannade flygplanet har en fördel i de fall då operationen är hårt styrd av ROE (särskilt vid fredsbevarande operationer).
- En UCAVs uthållighet gör det möjligt att hålla nere det fientliga luftvärnet under hela anfallet.
- En UCAV löser de politiska/mänskliga spärrarna vid SEAD uppdrag där risken för egna förluster bedöms som stor.

5.2 Förmågan att inom ett SEAD-uppdrag detektera en radarstation och ett luftvärnsrobotbatteri.

5.2.1 JAS 39

Flygförarens möjligheter att visuellt upptäcka ett mål bestäms till stor del av vilken underrättelseinformation som denne har tillgång till. För att upptäcka en radarstation eller ett robotbatteri från luften måste dessa ses mot en bakgrund som ger en bra kontrastverkan. Detta innebär att om flygplanet befinner sig på för hög höjd försvinner de oftast kamouflagemålade målen i bakgrunden. För att radarstationen skall kunna verka måste den sticka upp över den omgivande terrängen. Genom att flyga mycket lågt finns större möjligheter att se radarstationen mot horisonten. Flygförarens möjligheter att visuellt bekräfta ett av sensorsystemet utpekade mål kan vara avgörande för att förhindra vådabekämpning. Förarens förmåga vid mörker kommer avsevärt att förbättras om NVG anskaffas.

Flygplanets radar är förmodligen både idag och i framtiden en av dess främsta sensorer. Radarns nackdel är att den sänder ut effekt vilken är möjlig att detektera och på så vis få förvarning om att flygplanet är på väg. Det är en svår uppgift för radarn att detektera en radarstation eller robotbatteri mot den klottriga bakgrund som marken utgör. Genom att införa en SAR-funktion förbättras radarns förmåga mot markmål. Med en framtida SAR borde det gå att nå en bildupplösning motsvarande NIIRS 6, som räcker för att identifiera en

radarstation⁷⁹. Om den befintliga radarn kompletteras med en millimeterradar antingen integrerad i flygplanet eller buren i kapsel, kan den ge bilder med hög upplösning. Millimeterradarn kan vara ett viktigt hjälpmedel för att hitta och identifiera de olika delarna av luftvärnsförbandet, vilka kan vara utgrupperade över en stor yta.

Så länge luftvärnet har radar som huvudsensor förblir signalspaningsförmågan den viktigaste sensorn för SEAD/DEAD⁸⁰. Nästa generation av EW-system är redan under utveckling hos Ericsson Microwave systems (EMW). Systemet kallas Multifunction Integrated Defensive Information System (MIDIS) och kan, om det anskaffas, ge Gripen telekrigförmåga motsvarande den hos särskilt utvecklade SEAD-plattformar⁸¹.

Ett FLIR system kan användas för att detektera markmål både i dagsljus och i mörker. Enligt Janes klarar systemet av både målupptäckt och identifiering innan ett vapen skall avfyras. I flygplan JAS 39 är den tänkta placeringen av en kombinerad IRST/FLIR nedanför frontrutan. Placeringen medför att även om mottagaren monteras offset kommer nos och radom att skymma sikten mot markmål.

Slutsatser:

- Mot emitterande mål är signalspaningsförmågan den viktigaste sensorn för SEAD/DEAD. Ett emitterlokaliserande system är därför nödvändigt.
- Möjligheterna att identifiera en radarstation/robotbatteri underlättas avsevärt vid införande av SAR-funktion i radarn.
- För att identifiera många markmål och avgöra vilka som skall bekämpas är en millimeterradar en lösning.
- FLIR kan fungera som ett passivt komplement till millimeterradar, men dess placering i JAS 39 är inte optimal för markmål.

⁷⁹ Se NIIRS tabellen på sida?

⁸⁰ FTK, FM studien "SEAD/DEAD förmåga hos luftstridskrafterna", 2002, s39

5.2.2 UCAV

I en UCAV framtagen för att genomföra attackuppdrag och SEAD/DEAD kan radarn optimeras för dessa uppgifter. En radar för attackuppdrag behöver inte vara lika robust som en för övervakning, vilket leder till att radarn blir billigare⁸². För att detektera mål som radarstationer eller robotbatterier är en SAR-radar att föredra. Genom att arbeta i flera moder klarar systemet både att spana över stora områden och presentera detaljerade bilder över särskilt utvalda områden. Eftersom principen för SAR kräver att den sensorbärande plattformen flygs i en riktning längs målet kan detta få konsekvenser för signaturanpassningen. En signaturanpassad UCAV designas ofta för att uppvisar lägst radarmålarea i färdriktningen, vid användning av SAR kan detta leda till en ökad radarmålarea. Även på en UCAV kan en millimeterradar vara en användbar sensor för att lokalisera och identifiera flera markmål. En fördel med denna radartyp är att frekvensen gör det möjligt att konstruera små antenner, vilket är en fördel i en liten signaturanpassad UCAV (jmf antennen på Longbow radarn).

Erfarenheter från SEAD/DEAD-verksamhet visar att någon form av emitterlokaliseringssystem är nödvändigt. För att lokalisera emitterande mål som radarstationer är ett signalspaningssystem med förmåga att lägesbestämma den naturliga lösningen. Systemet som valts för den amerikanska X-45 kräver att tre plattformar samarbetar för att finna sändarens position⁸³. För att med en enskild UCAV klara att lokalisera en radarstation är ett DDOA system att föredra. Radarstationen mäts inte in momentant utan systemet bygger på upprepade mätningar under det att UCAVen förflyttar sig.

Ett FLIR-system har fördelen av att vara passivt, men kan inte själv beräkna avståndet till målet, därför kombineras det ofta med en laseravståndsmätare. Systemet är sannolikt ett bra komplement till radar för att identifiera en

⁸¹ Jane's Defence Weekly July 03, *Sweden outlines future thinking on role of SEAD*, 2002

⁸² Chapman II Robert E, *Unmanned Combat Aerial Vehicles Dawn of a New Age?*, Aerospace power journal, summer 2002, s71

⁸³ Ibid, s64

radarstation eller ett robotbatteri. För ett UCAV-system är en eller flera kameror nödvändiga för att skapa den visuella omvärldsuppfattning som en pilot har i en bemannad plattform. Konstruktionen att montera kameran i en dom som kan rotera medför problem. Signaturanpassningen försämras av en dom och att vrida kameran för att titta åt ett annat håll tar tid.

Även en ladar kan med hög precision och sannolikhet upptäcka enskilda robotbatterier. Ladartekniken är väl utprovad även om det finns få eller inga operativa system idag. En nackdel med systemet är att UCAVen måste flyga över det område som skall spanas av. Det kan vara en risk som man är villig att ta med en obemannad plattform.

Slutsatser:

- Ett väl fungerande emitterlokaliseringssystem är grunden för att finna en radarstation. För att klara detta från en plattform krävs DDOA.
- För att klara att både upptäcka och identifiera markmål med samma sensor är förmodligen en SAR med flera moder att föredra.
- Det är inte lätt att med kameror åstadkomma en visuell omvärldsuppfattning liknande den för en pilot.
- Vid användning av SAR från en signaturanpassad plattform finns det en risk att den radarmålarea som farkosten uppvisar mot målet ökar.

5.3 Förmåga att inom ett SEAD-uppdrag bekämpa en radarstation

5.3.1 Allmänt om bekämpning av radarstation

För att nå verkan mot en radarstation kan antingen signalsökande vapen eller vapen för precisionsbekämpning användas. Eftersom en radarstation åtminstone tidvis sänder ut effekt kommer här endast bekämpning med signalsökande vapnen att redovisas. Insats med övriga vapen behandlas under bekämpning av ett robotbatteri (*se 5.4*).

5.3.2 JAS 39

Idag finns ingen signalsökande robot anskaffad för JAS 39 men för att genomföra SEAD/DEAD är detta vapen sannolikt ett krav. I Storbritannien är ALARM roboten huvudbeväpningen på Tornado GR4 planen när dessa utför SEAD⁸⁴. På motsvarande sätt fungerar HARM som huvudbeväpning för de tyska SEAD-flygplanen ECR Tornado⁸⁵. Robotarna arbetar på delvis olika sätt. ALARM-robotens verkanstid förlängs genom att den från hög höjd kan hänga kvar över målområdet i en fallskärm. För båda dessa robotar gäller att precisionen ökar avsevärt om roboten programmeras med målets position. Underrättelsefunktionen, vilken har till uppgift att ta fram målets identitet och position, skiljer sig också mellan dessa två system. I det brittiska systemet förlitar man sig på yttre källor för att erhålla målets position. Tornadon GR4 flygplanet kan själv via sitt varnarsystem få information om hotsystemets typ och aktivitet. I de tyska ECR-Tornadoplanen sitter ett emitterlokaliseringssystem vilket med hjälp av en operatör klarar att ta fram målets identitet och position.

För att bekämpa en radarstation med JAS 39 borde en signalsökande robot vara det naturliga valet av vapen. De ovan beskrivna robotarna saknar i grundutförande en viktig funktion, möjligheten att själv navigera fram till målet när radarn slutar att sända. Denna funktion löses av ett GPS/INS system i den nya varianten av HARM (PNU). I ARMIGERroboten, vilken är under projektering, sitter en kombinerad målsökare med signalsökande och bildalstrande IR funktion. Vilken av dessa robotar som skall väljas för JAS 39 kräver en djupare analys än vad som är möjlig att göra här. Oavsett valet av robot kommer dock förmågan att bestämma målets position exempelvis med ett emitterlokaliseringssystem att ha en avgörande betydelse för förmågan till SEAD hos plattformen. Med en avancerad plattform med många sensorer och möjlighet att avfyra signalsökande robotar skapas en möjlighet att genom hot om bekämpning trycka ner en radarstation.

⁸⁴ FTK, *FM studien "SEAD/DEAD förmåga hos luftstridskrafterna"*, 2002, s12

⁸⁵ Ibid, s14

Slutsatser:

- SEAD-kapaciteten mot en radarstation är till stor del beroende av möjligheten att skjuta signalsökande robotar.
- En avancerad vapenplattform med flera sensorer (bl.a. emitterlokalisering) och signalsökande robotar kan redan genom sin närvaro ha en nedhållande effekt på en radarstation.
- Förmågan att positionsbestämma en radarstation och därefter skjuta en robot som klarar att hitta radarstationen även om denna slutar att sända, förbättrar DEAD-kapaciteten avsevärt.

5.3.3 UCAV

Storleken på en framtida svensk UCAV är naturligtvis beroende på kravuppsättningen. SEAD-uppgiften kräver till stor del samma vapen som annan precisionsbekämpning av markmål.

Om strävan är att göra plattformen både liten och signaturanpassad kan det bli problem att bära signalsökande robotar. Signaturanpassningen kräver nämligen att vapenlasten bärs i utrymmen inuti flygplankroppen.

Exempel på problem är:

- *Robotens storlek*, HAARM-roboten är 4.14 m lång och har ett vingspann på 1.02 m. En robot av denna storlek kan vara ett problem att bära med sig, särskilt om plattformen utformas med två separata lastrum.
- *Robotens målsökare*, Målsökaren i HARM roboten söker efter radarsignaler redan då den fortfarande hänger kvar på flygplanet. Eftersom roboten på en signaturanpassad UCAV förvaras i ett radartätt utrymme måste roboten få måldata från system i UCAVen.
- *Robotens separationsfas*, normalt startar robotens motor redan när roboten sitter kvar i lavetten. Det är således robotmotorn som separerar roboten från lavetten. Från en signaturanpassad UCAV måste roboten först fällas och först därefter kan robotmotorn tillåtas att starta.

Ett av lastalternativen till den amerikanska X-45 är 2 stycken avancerade signalsökande robotar i varje lastutrymme. Hur dessa signalsökande robotar kommer att se ut är okänt. Den operativa varianten av X-45B är tänkt att vara 10.8 m lång med ett vingspann på 14.1 m.

Slutsatser:

- Det finns stora svårigheter i att bära konventionella signalsökande robotar på en liten signaturanpassadUCAV.
- Om signalsökande robotar bärs i ett lastrum inuti farkosten måste roboten få målinformation från vapenplattformen.

5.4 Förmåga att inom ett SEAD-uppdrag bekämpa ett luftvärnsrobotbatteri

5.4.1 JAS 39

Bland de markmålsvapen som idag finns till JAS 39 är det endast bombkapseln (BK) som lämpar sig för SEAD. Flygplanet kan bära två kapslar, en under varje vinge. Bombkapseln har ett ganska kort stand off avstånd på 10 km, vilket gör att det bärande flygplanet riskerar att hamna innanför luftvärnets räckvidd. Ett sätt att minska risken för bekämpning är att fälla kapseln från låg höjd, ända ner till 50 m över marken. När bombkapseln passerar över målet sprider den 48 stycken substridsdelar med exempelvis splitterverkan. Området som bekämpas blir relativt stort vilket är en fördel om måldata inte var helt korrekta. Samtidigt är detta en stor nackdel främst vid Peace Enforcement Operationer då de politiska konsekvenserna av en vådabekämpning är särskilt kännbara.

Även om en framtida anskaffning av moderna markmålsvapen till JAS 39 inte är särskilt anpassad för SEAD kommer dessa vapen att kunna bekämpa ett luftvärnsrobotbatteri. Om Gripen har förmågan att via aktiva (radar) och passiva (MIDIS) sensorsystem detektera målets identitet samt position, klarar flertalet precisionsvapen av att slå ut dem.

KEPD 150 är ett vapen som lämpar sig väl för att bekämpa exempelvis ett robotbatteri även om verkansdelen är i största laget. Roboten har flera starka sidor, som den långa räckvidden (150 km) och flera olika typer av målsökare. En nackdel är den relativt låga marschfarten (M 0.8) vilket gör att roboten riskerar att bli nedskjuten av modernt luftvärn. JAS 39 kan förmodligen bära två robotar.

Ett intressant projekt pågår i USA och kallas P-LOCAAS, detta system var ursprungligen tänkt för att bekämpa bepansrade fordon från bombplanen B-1B och B-2. I nuläget bedöms roboten vara kapabel att utföra SEAD från F-22 och JSF. Systemet är så avancerat att roboten är att betrakta som en engångs-UCAV. Frågan är därför hur avancerad bäraren av en sådan robot måste vara. Eftersom roboten både kan kommunicera med andra robotar i luften och med en operatör borde en enklare vapenplattform kunna transportera den fram till stridsområdet.

För att JAS 39 skall kunna leverera laserstyrda bomber exempelvis GBU 16 Paveway krävs att flygplanet utrustas med en laserbelysare. En nackdel är att flygplanet måste ligga kvar på relativt hög höjd för att belysa målet ända till bomben träffar målet. Risken för bekämpning från målet eller någon annan del av luftvärnssystemet blir därför stor.

Slutsatser:

- Användning av bombkapsel för att bekämpa ett luftvärnsrobotbatteri medför risker både för JAS-flygplanet och förbandsdelar i närheten av målet.
- För att JAS 39, med liten risk för bekämpning, skall kunna bekämpa SEAD-mål som inte emitterar, krävs precisionsvapen med relativt långa stand off avstånd.
- Ett sätt att ge Gripen förmåga att samtidigt bekämpa många mål är att utrusta flygplanet med P-LOCAAS. (Litet, Låg vikt och autonomt).

- Användning av laserstyrda bomber från JAS 39 bör ske mot enklare mål än de för SEAD.

5.4.2 UCAV

En UCAV kan genom sin signaturanpassning, och det faktum att plattformen är obemannad, ta större risker än en bemannad plattform. De kortare stand off avstånden för vissa enklare vapen borde därför inte vara ett hinder.

Bombkapseln, som redan är anskaffad, kan genom att använda en UCAV som bärare ges en "förlängd livslängd". Som sagts tidigare har bombkapseln en nackdel i risken för vådabekämpning kring det mål som skall bekämpas. Vid en fullskalig väpnad konflikt kan denna risk förmodligen godtas men inte vid fredsbevarande operationer. Principen med en glidflygande bombkapsel passar en UCAV, men för att bekämpa exempelvis ett robotbatteri måste verkansdelen förändras. Om kapseln istället för substridsdelar utrusta med en modern verkansdel för precisionsbekämpning liknande den för P-LOCAAS borde även kapselns storlek kunna minskas. En UCAV anpassad för svenska förhållanden borde, om kapseln blir mindre, klara att bära fyra stycken kapslar.

Jag anser att det vore fel att använda en liten signaturanpassad UCAV vars enda uppgift är att bära fram P-LOCAAS robotar till stridsområdet. En lösning är att hänga P-LOCAAS på UAVer för övervakning vilkas sensorer ändå kräver att plattformen befinner sig nära stridsområdet.

I flera FLIR-system exempelvis Brite Star Safire från FLIR systems AB ingår även en laser för att belysa mål. Den låga signaturen hos UCAVen kan få en avgörande betydelse för att undgå bekämpning vid leverans av laserstyrda bomber. I en fredsbevarande operation kan förmågan att leverera laserstyrda bomber från en UCAV ha flera fördelar:

- *Hög precision*, liten risk för vådabekämpning.
- *Obemannad*, ingen risk för egna personella förluster.

Slutsatser:

- Genom att vara obemannad och signaturanpassad kan en UCAV ta större risker vid vapenleverans än JAS 39 Gripen.
- I fullskalig väpnad konflikt kan den nuvarande bombkapseln vara ett lämpligt vapen för en framtida svensk UCAV.
- När inga risker för vådabekämpning kan tolereras, kan en vidareutveckling av den nuvarande bombkapseln vara ett alternativ.
- Avancerade vapen med långa stand off avstånd kan med fördel bäras fram till stridsområdet av en enklare typ av plattform.

6 Sammanfattande slutsatser och fortsatta studier

6.1 Sammanfattande slutsatser

Samtidigt som denna uppsats slutförs diskuterar försvarsministrarna inom EU vilka krishanteringsförmågor som unionen skall ha i framtiden. En av frågorna som behandlades vid mötet var behovet av UAVer.

I denna uppsats har författaren inledningsvis försökt att beskriva den framtida SEAD-förmågan hos JAS 39 Gripen och en svensk signaturanpassad UCAV. Årtalet för att göra denna jämförelse är satt till 2015, vilket kräver snabba beslut för att kunna realiseras. En analys och jämförelse av de båda plattformarnas förmågor visar att :

JAS 39 Gripen:

- Har som bemannad plattform en fördel i de fall då operationen är hårt styrd av ROE. (särskilt gäller detta vid fredsbevarande operationer)
- Radarns förmåga att upptäcka och identifiera markmål är beroende av införandet av en SAR-mod.
- En avancerad vapenplattform med flera sensorer (bl.a. emitterlokalisering) och signalsökande robotar, kan redan genom sin närvaro ha en nedhållande effekt på en radarstation.
- Kan ges ökad kapacitet mot flera markmål genom att utrustas med P-LOCAAS. (litet, låg vikt och autonomt).
- Om flygplanet utrustas med laserstyrda bomber bör dessa användas mot enklare mål än de för SEAD.

En svensk UCAV:

- Kan vid en fullskalig väpnad konflikt beväpnas med den redan framtagna bombkapseln.
- Kan genom att vara obemannad och signaturanpassad ta större risker vid vapenleverans än JAS 39 Gripen.
- Har som liten och signaturanpassad stora svårigheter att bära konventionella signalsökande robotar.

- Det är inte lätt att med kameror åstadkomma en visuell omvärldsuppfattning liknande den för en pilot.

För båda plattformarna gäller:

- SEAD-kapaciteten mot en radarstation är till stor del beroende av förmågan att skjuta signalsökande robotar.
- DEAD-kapaciteten förbättras avsevärt; om plattformen först klarar att positionsbestämma en radarstation, och därefter avfyra en signalsökande robot som har förmågan att hitta radarstationen, även om denna slutar att sända.
- Ett väl fungerande emitterlokaliseringssystem är grunden för att finna en radarstation. För att klara detta från en plattform krävs DDOA.

6.2 Fortsatta studier

Under arbetets gång har ett antal avgränsningar varit nödvändiga, eftersom tiden som alltid varit begränsad. Några av de områden som utelämnats är särskilt intressanta och därför väl värda att undersöka vidare.

- Hur kombinationer av plattformar kan agera tillsammans inom ett SEAD-scenario. Exempelvis avancerade sensorplattformar i kombination med enkla vapenbärare.
- Hur bemannade flygplan och UCAV:s kan agera tillsammans inom ett gemensamt nätverk.

6.3 Figurförteckning

<i>Figur 1</i> Metodbeskrivning	5
<i>Figur 2</i> SHARC.....	7
<i>Figur 3</i> Brite Star Safire (http://www.flir.com).....	14
<i>Figur 4</i> Bilder tagna med Brite Star Safire (http://www.flir.com)	14
<i>Figur 5</i> Exempel från SAAB på signaturanpassad farkost (FILUR).....	18
<i>Figur 6</i> Ursprunglig UAV <i>Figur 7</i> Radarmålareaoptimerad UAV (E-typ)...	19
<i>Figur 8</i> Radarmålarea för de båda UAVerna beräknade för vertikalpolarisation och $f= 10\text{GHz}$	19
<i>Figur 9</i> Figuren visar ett exempel där roboten (röd) lyckas att träffa en lätt svängande UCAV (blå) i den beräknade kollisionspunkten.	21
<i>Figur 10</i> Figuren visar hur en UCAV (blå) undviker att bli träffad av roboten (röd) genom att bibehålla en ortogonal sväng. Notera hur roboten inte längre klarar att svänga efter målet.	21
<i>Figur 11</i> Resursutnyttjande SEAD - DEAD.....	24
<i>Figur 12</i> AGM 88 HARM.....	28
<i>Figur 13</i> ALARM	30
<i>Figur 14</i> SA-13 Gopher	32
<i>Figur 15</i> Powered Low-Cost Autonomous Attack System (P-LOCAAS).....	34
<i>Figur 16</i> Bomb Kapsel BK 90	35
<i>Figur 17</i> 2st KEPD 150 hängda på JAS 39 Gripen.....	35
<i>Figur 18</i> GBU-16 PAVEWAY LASER-GUIDED BOMB.....	36

6.4 Källförtäckning

6.4.1 Publicerat material

Andersson Börje, Hans Bergdal, Björn Lindgren, Signalspaningsteknik del 2
Radarspaning, FOI, 2001

Andrew D R, RAF, Suppression of Enemy Air Defences, Air Power Review nr
4, 2000

Berglund Hans, Unmanned Aerial Vehicles, Militärteknisk Tidskrift nr 4, 2001

Chapman II Robert E, Unmanned Combat Aerial Vehicles Dawn of a New Age?, Aerospace power journal, summer 2002

Försvarsdepartementet, Krigets lagar, 1977

Gustafsson Magnus, Radarmålareaoptimering av en UAV, FOI-R--0023--SE, 2001

Jönsson Lena, Sensorer och UAVer med fokus på spaning för en armébrigad, FOA-R—96-00300-3.4, 1996

Lazarski Anthony, Legal Implications of the Uninhabited Combat Aerial Vehicle, Aerospace power journal, summer 2002

Noguier A, Next Mission Unmanned, Air Power Review nr 4, 1999

Stimson George W, Introduction to Airborne Radar, 1998

UCAV funding continues to flow, International Defense Review, 2002-09-01

Wall Robert, X-45A Flies Into Turbulent Future, Aviation week & space technology, 2002-04-27

6.4.2 Opublicerat material

Backman Ulf, FTK , FM studien ”SEAD/DEAD förmåga hos luftstridskrafterna”, 2002

Bookstaber David, Unmanned Combat Aerial Vehicles What men do in aircraft and why machines can do it better, Maxwell Air University

Ternblad Sten, FOI, SEAD i ett operativt sammanhang - internationella erfarenheter, 2002

Unmanned aerial vehicles- intelligent system solutions for the future, Saab future products

Ulf Ring, Detektorer och passiva system Kompendium till kursen Robusta Optroniksystem, 1999

6.4.3 Databaser

Jane's Radar and Electronic Warfare Systems 2001-2002, Emitter Localisation System (ELS), 2001

Johnson Seymour, "Yugoslavia displays recovered ALARM", Jane's Missiles and Rockets, 2002-05-06

Jane's Unmanned Aerial Vehicles and Targets 19, Lockheed Martin LOCAAS, 2002-06-14

Jane's Air-Launched Weapons 40, DISPENSER WEAPON SYSTEM 24/39 (DWS 24/39), 2002-04-23

Jane's Strategic Weapon Systems 38, TAURUS (MAW), KEPD 150/350, 2002-06-11

Jane's Defence, Sweden outlines future thinking on role of SEAD, 2002-06-03

6.4.4 Internet

BriteStare_Airborne_datasheet.pdf hämtad från <http://www.flir.com>

Craig Hoyle, Yemen drone strike: just the start?, Jane's Defence Weekly, 2002-11-02

<http://www.janes.com/regionalnews/africamiddleeast/news/jdw/jdw0211081n.shtml>

Erwin Sandra I, Anti-Radar Missile Aims for More Accuracy, National DEFENSE, <http://www.nationaldefensemagazine.org/article.cfm?Id=508>

GBU-16 PAVEWAY LASER-GUIDED BOMB SYSTEMS

<http://www.fas.org/man/dod-101/sys/smart/gbu-16.htm>

National Imagery Interpretability Rating Scale (NIIRS) beskrivning från

<http://www.fas.org/irp/imint/niirs.htm>

Pike John, Federation of American Scientists, <http://www.fas.org/man/dod-101/sys/smart/agm-88.htm>

USAF Fact Sheet, AGM 88 HARM, <http://www.af.mil/> , 2002-11-05

6.4.5 Samtal

Alf Svensson och Göte Marcusson på Saab future products 2002-09-26