

FMTS  
YOP 06/09  
Kd Johan Evander  
YOP Samband

Krigsvetenskaplig fortsättningskurs självständigt arbete  
2009-07-07

Kurskod: PYO360

# **Lägesbild**

## Problemområden vid skapandet

Metodhandledare: Ulf Andersson  
Sakhandledare: Anders Josefsson  
Examinator: Bo-Arne Nilsson

## **Abstract**

Within the framework of the concept of Network Based Defence (NBF) services should be available in the network, in order to increase the aggregate capacity. A common situation picture is one of these services.

The aim of this paper is to answer the problem "What are the main problem areas in the creation of a situation picture in the land arena, with the help of the technical sensors that exist today?" and to develop a basis for continued research in the field situation in the concept Networking Enabled Command, Control and Collaboration (NEC<sup>3</sup>) at JCDEC (Joint Concept Development and Experimentation Centre). To answer the problem, a descriptive method is to be used in descriptions of the land arena, the information arena and the sensors and a deductive method is used when analyzing the asensors in the land arena.

The problems that exist in the creation of a common situation picture, is that different types of obstacles makes it difficult for the sensors, the large number of people who are not combatants and that it is difficult to judge if a civilian vehicle is a threat, then it could be driven by civilians or by combatants.

**Keywords:** Lägesbild, sensorer, markarenan

## Innehållsförteckning

Abstract.....	1
Innehållsförteckning .....	2
1 Inledning.....	4
1.1 Bakgrund .....	4
1.2 Syfte.....	5
1.3 Uppgift.....	6
1.4 Analys av uppgift .....	6
1.5 Avgränsningar .....	6
1.6 Antaganden.....	6
1.7 Litteratur / Material .....	7
1.8 Metodval / metodbeskrivning.....	7
2 Avhandling .....	8
2.1 Teori om lägesbild.....	8
2.2 Arenorna .....	9
2.2.1 Markarenan.....	9
2.2.2 Informationsarenan.....	9
2.3 Sensorerna .....	11
2.3.1 Radarsensorer .....	11
2.3.2 Elektrooptiska sensorer .....	13
2.3.3 Akustiska och seismiska sensorer.....	16
3 Sensorerna i arenorna .....	18
3.1 Radarsensorer .....	18
3.2 Elektrooptiska sensorer .....	21
3.3 Akustiska och seismiska sensorer.....	22
4 Resultat.....	25
4.1 Akustiska och seismiska sensorer.....	25
4.2 Elektrooptiska sensorer .....	26
4.3 Radarsensorer .....	26
4.4 Hinder .....	28
4.5 Människor.....	28
4.6 Fordon.....	29
4.7 Slutsats.....	29
5 Sammanfattning.....	31
6 Källförteckning.....	34
6.1 Tryckta källor .....	34
6.2 Rapporter .....	34
6.3 Internet.....	35

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Den svenska försvarsorganisationen före och under Kalla kriget var till för att i huvudsak skydda Sverige från en invasion från en eller flera främmande stater. Efter Kalla krigets slut har de väpnade konflikterna förändrats. Konflikterna som uppstod före och under Kalla kriget var oftast mellan två eller flera stater. Omvärlden har också förändrats på så sätt att de hot som idag kan riktas mot Sveriges säkerhet är gemensamma för oss och övriga EU-länder. En effekt av den ändrade säkerhetspolitiska bedömningen är de uppgifter som Försvarsmakten får idag.

Deltagandet i fredsbevarande insatser på Balkan och i Afghanistan är exempel på dessa nya uppgifter för den svenska försvarsmakten. Förändringen i Försvarsmakten från ett invasionsförsvar till ett mer flexibelt insatsförsvar som ska kunna användas både internationellt och nationellt grundas dels i den förändrade hotbilden och synen på den europeiska säkerhetsgemenskapen samt den snabba teknik- och samhällsutvecklingen.<sup>1</sup> Ett bidrag till utvecklingen från ett invasionsförsvar mot ett flexibelt insatsförsvar är konceptet Nätverksbaserat Försvar (NBF).<sup>2</sup> Grundtankarna med konceptet NBF är att öka effektiviteten i försvarsförmågan, att underlätta internationellt samarbete samt att ge ökade möjligheter till samordning inom totalförsvaret.

NBF konceptet möjliggör att den förmåga som idag finns hos enskilda plattformar, förband och individer ska göras gemensamt tillgänglig för alla. Genom att göra vissa tjänster tillgängliga i nätverk, kan olika funktioner länkas samman och därmed öka den samlade förmågan.<sup>3</sup> Genom att snabbt inhämta, bearbeta och presentera underrättelse i syfte att ge en lägesbild av stridsrummet för de som behöver informationen. I nätverken skall även ordrar snabbt kunna delges underställda och sidoordnade chefer, vilka i sin tur ska kunna ta kontakt med varandra före, under och efter insatsen. Chefer ska kunna utbyta ömsesidig information och överlägga med varandra för att planera och fatta ett så bra och snabbt beslut som möjligt.<sup>4</sup>

Inom luft- och sjöstridskrafterna har det länge funnits en ledningscentral med en lägesbild i form av Stridsledningscentral (StriC) och Sjöbevakningscentraler. Inom markstridskrafterna finns det däremot inte på samma sätt en gemensam lägesbild. Den här uppsatsen skall förklara varför man hittills inte har lyckats att skapa en motsvarande lägesbild inom markstridskrafterna på motsvarande sätt som inom luft- och sjöstridskrafterna.

---

<sup>1</sup>Darte, Elin & Engstedt, Danuta Janina, *Försvarsmaktens reform – Det nätverksbaserade försvarets roll i utvecklingen*, (Stockholm: Försvarshögskolan, Krigsvetenskapliga institutionen, 2005), s.9

<sup>2</sup> Ibid., 2005, s.11

<sup>3</sup> Ibid., 2005, s.13

<sup>4</sup> Försvarshögskolan, *Nätverksbaserat försvar – En introduktion och diskussion – Arbetskopia*, (Stockholm: Försvarshögskolan, 2003), s.14 f.

## **1.2 Syfte**

Syftet med uppgiften är dels att besvara problemformuleringen ”Vilka är de främsta problemområdena vid skapandet av en marklägesbild med hjälp av de tekniska sensorerna som finns idag?” och dels att ta fram en grund för fortsatt forskning i området lägesbild inom konceptet Networking Enabled Command, Control and Collaboration (NEC<sup>3</sup>) vid Forsvarsmaktens Enhet för Konceptutveckling (FMKE).

## **1.3 Uppgift**

Det problem som besvaras i uppsatsen är:

- Vilka är de främsta problemområdena vid skapandet av en marklägesbild med hjälp av de tekniska sensorerna som finns idag?

## **1.4 Analys av uppgift**

Uppgiften kommer att lösas genom att beskriva de tekniska sensorerna och hur sensorerna presterar i markarenan.

Problemformuleringen innebär att de främsta problemområdena vid skapandet av en lägesbild ska identifieras och detta görs genom en beskrivning av de olika tekniska sensorerna i markarenan. Objektet är ”marklägesbild”. Rumsavgränsningen är ”markarenan” och tidsavgränsningen ”idag”.

## **1.5 Avgränsningar**

De olika sensorsystemen kommer att begränsas till elektrooptiska-, radar-, akustiska och seismiska sensorer. Sensorsystemen som beskrivs kommer enbart vara sådana som finns i dagsläget (2008-2009) och enbart tekniska sensorsystem, alltså inte människan eller hunden. Dessutom kommer den tekniska beskrivningen av sensorsystemen begränsas till att enbart nämna generell prestanda och funktion, då en alltför djup beskrivning inte är nödvändig för att besvara problemet.

## **1.6 Antaganden**

Läsaren av denna uppsats förväntas ha grundläggande kunskaper inom militärteori och krigsvetenskap.

## **1.7 Litteratur / Material**

Använd litteratur är böcker och reglementen från Forsvarsmakten och Forsvarshögskolan samt avhandlingar och rapporter från Totalförsvarets Forskningsinstitut. I beskrivningen av arenorna är Forsvarsmaktens doktriner den litteratur som var tillgänglig.

### **1.8 Metodval / metodbeskrivning**

En deskriptiv metod kommer att användas vid beskrivningen av vad en lägesbild är för något samt vid beskrivandet av markarenan, informationsarenan och de olika sensorerna. Vid analysen av sensorerna i markarenan kommer en deduktiv metod att användas.

## 2 Avhandling

### 2.1 Teori om lägesbild

Inom ramen för NBF-konceptet sker underrättelseinhämtningen till den gemensamma lägesbilden med hjälp av sensorer. Det är viktigt att dessa olika sensorer är tåliga mot elektronisk bekämpning och att de olika sensorerna tillsammans verkar inom ett brett frekvensspektrum, allt från det akustiska till det optiska området. Vissa av dessa sensorer bör även innehålla någon form av måligenkänningsteknik, detta för att minska datamängden som ska bearbetas och för att minska risken för ”blue on blue”.<sup>5,6</sup> Genom att komplettera de tekniska sensorerna med människor och hundar tillkommer ytterligare en dimension till lägesbilden.

De underrättelser som sensorerna hämtar in blir efter bearbetning en lägesbild av motståndaren. Den bilden överlagras med informationen om var egna styrkor är och då erhålls den totala lägesbilden.<sup>7</sup>

Ett av syftena med en gemensam lägesbild är att beslut om insatser och genomförande av insatser ska kunna ske snabbare och med ett bättre genomförande än vad motståndaren har möjlighet att göra.<sup>8</sup>

Hypotetiskt finns det en möjlighet, att om en gemensam lägesbild finns tillhanda för beslutsfattarna, så kan en gemensam lägesuppfattning och en situationsförståelse som är riktig uppnås. Om detta uppnås så är det möjligt för beslutsfattarna, antingen om de arbetar enskilt eller i grupp, att få en bättre möjlighet att utöva effektiv ledning.<sup>9</sup>

### 2.2 Arenorna

#### 2.2.1 Markarenan

*”Markarenan omfattar alla landtytor och de stridsrum som återfinns i nära anslutning till marken.”<sup>10</sup>*

Markarenan är den arena vilka stridskrafter som verkar i de andra arenorna är beroende av, bland annat för baseringen. Det karakteristiska för markarenan är miljöfaktorer såsom terränghinder, väder, infrastruktur och eventuell fysisk förstörelse. En betydande del av världens produktionskapacitet och även världens befolkning finns inom markarenan och detta leder till att markarenan drabbas av krigets sekundäreffekter, exempelvis flyktingströmmar, kriminalitet och epidemier.<sup>11</sup>

---

<sup>5</sup> Blue on blue = Vådabekämpning av egen/allierad trupp

<sup>6</sup> Försvarshögskolan, 2003, s.72

<sup>7</sup> Ibid., 2003, s.75

<sup>8</sup> Ibid., 2003, s.91

<sup>9</sup> Darte, Elin & Engstedt, Danuta Janina, 2005, s.28

<sup>10</sup> Försvarsmakten, *Militärstrategisk doktrin*, (Stockholm: Försvarsmakten, 2002), s.38

<sup>11</sup> Ibid., 2002, s.38

## 2.2.2 Informationsarenan

*”Informationsarenan omfattar informationstekniska system och det elektromagnetiska våglängdsområdet samt en i princip gränslös psykologisk sfär.”<sup>12</sup>*

Det som karakteriserar informationsarenan är tillgången till det elektromagnetiska spektrumet och vikten av att kunna sprida och påverka information. Sättet som information sprids på kan till exempel vara muntligt, genom tryckta texter eller genom det elektromagnetiska våglängdsområdet. När mottagaren sedan tar emot information kan den förädlas till kunskap och förståelse.

Det andra perspektivet är att informationsarenan utnyttjas för att förvanska-, sprida falsk- och eliminera kritisk information. Detta gör att informationsarenan därför påverkar och berör övriga arenor.<sup>13</sup>

---

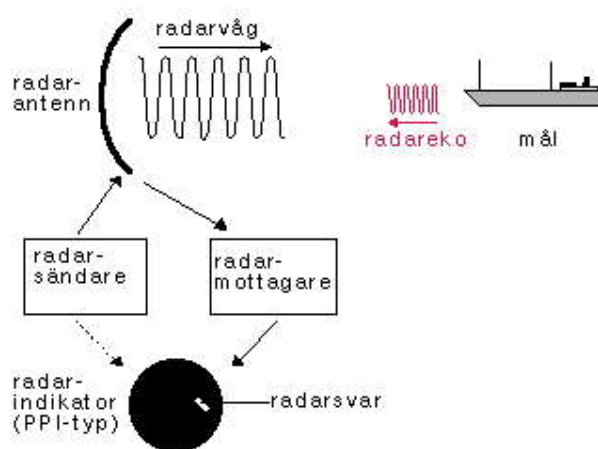
<sup>12</sup> Försvarsmakten, 2002, s.39

<sup>13</sup> Ibid., 2002, s.39

## 2.3 Sensorerna

### 2.3.1 Radarsensorer

Radio Detection and Ranging (RADAR), är både namnet på utrustningen och metoden med vilken det går att upptäcka, lokalisera och karakterisera objekt genom att belysa dessa med elektromagnetiska vågor. Detta görs genom att sända ut elektromagnetiska vågor via en antenn. Vågorna reflekteras sedan mot objekt i luften eller på marken och reflekteras därefter tillbaka till en antenn, antingen samma som skickade ut vågen eller en annan antenn, som skickar signalerna till en mottagare. Signalerna bearbetas sedan av en dator och redovisas på en skärm, se figur 1.<sup>14</sup>



Figur 1. Princip för radar

Källa: Nationalencyklopedin • Lång

<http://www.ne.se/artikel/289972> 2009-04-03

En radar kan detektera, bestämma avstånd, höjd, hastighet och riktning samt klassificera och identifiera objekt.<sup>15</sup>

Den elektromagnetiska vågen påverkas av en mängd faktorer. Atmosfärsdämpningen är olika stor beroende på vilken bärfrekvens som används och speciellt påverkas bärfrekvenser över 10 GHz. Luftfuktighet och nederbörd har en negativ påverkan på vågen eftersom dämpningen ökar.

En annan faktor som påverkar den elektromagnetiska vågen är oregelbundenheter, alltså skiktningar i atmosfären. Dessa oregelbundenheter påverkar vågens utbredning och därför räckvidden på systemet.<sup>16</sup>

Klotter är något annat som stör radarsignalen. Klotter kan i det här fallet vara till exempel byggnader, master, terräng, sjöytor och regn som stör radarsignalen med oönskade ekon.<sup>17</sup>

<sup>14</sup> Nationalencyklopedin • Enkel <http://www.ne.se/artikel/715197> 2009-04-03

<sup>15</sup> Wiss, Åke & Kindvall, Göran red, *Sensorer*, (Stockholm: Totalförsvarets Forskningsinstitut, 2004), s.61

<sup>16</sup> Ibid., 2004, s.55

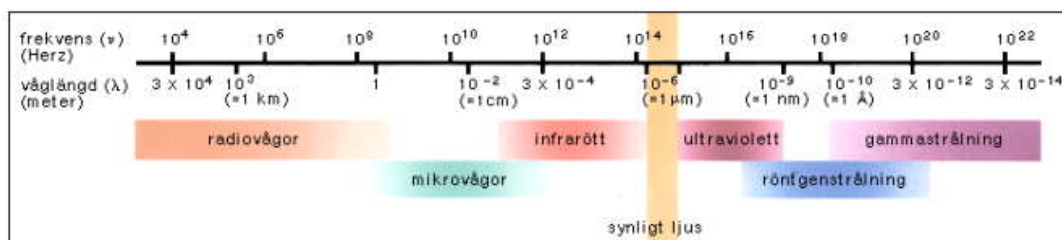
<sup>17</sup> Ibid., 2004, s.57

Radar används i en mängd olika plattformar och till många olika uppgifter. Spaningsradar, både i luften och från marken till luften, mark- och sjöövervakning, artillerilokalisering, stridsfältssradar och som målsökare i robotar är några exempel på olika radar och uppgifter.<sup>18</sup>

### 2.3.2 Elektrooptiska sensorer

Elektrooptiska sensorer är sensorsystem där optik och elektronik samverkar. De elektrooptiska sensorerna kan delas in i två kategorier; passiva och aktiva sensorer. Skillnaden mellan passiva och aktiva sensorer är att passiva inte sänder ut någon egen strålning, utan enbart detekterar strålningen. Passiva sensorer kan vara TV-kameror, IR-system och bildförstärkare medan aktiva sensorer är till exempel laseravståndsmätare och avbildande laserradar. Sensorerna kan utnyttjas av allt från enskilda soldater till markfordon och de används för detektering, klassificering, spaning och identifiering.<sup>19</sup>

De elektrooptiska sensorerna verkar inom våglängderna 0,2  $\mu\text{m}$  och 14  $\mu\text{m}$  i det elektromagnetiska spektrumet, se figur 2.



Figur 2: Elektromagnetiska spektrumet

Källa: Nationalencyklopedin • Lång <http://www.ne.se/artikel/160982> 2009-04-06

Det här spektralområdet kallas optikområdet och optikområdet är i sin tur indelat i fler områden där 0,2  $\mu\text{m}$  till 0,4  $\mu\text{m}$  är det ultravioletta (UV) området, 0,4  $\mu\text{m}$  till 0,7  $\mu\text{m}$  är det visuella (VIS), ca 0,8  $\mu\text{m}$  till 2,0  $\mu\text{m}$  är det nära infraröda området (NIR) och ca 2,0  $\mu\text{m}$  till 14  $\mu\text{m}$  är det termiskt infraröda (TIR) området. Egenskaperna för sensorerna är olika beroende på vilket område de agerar inom. Dessutom finns det skillnader i vilket mörker- och väderförhållande de olika sensorerna fungerar i.

Sensorer som är känsliga mellan 0,2  $\mu\text{m}$  och 0,3  $\mu\text{m}$  används för att detektera flammor från startraketen på robotar i robotskottvarnare. Sensorer för spaning i snöförhållanden i syfte att detektera maskerade mål är känsliga i området 0,3  $\mu\text{m}$  till 0,4  $\mu\text{m}$ . Sensorer som är känsliga i det visuella området, till exempel kikare, används när det är ljus och dess avståndsprestanda är beroende på sikt och ljus.

Bildförstärkare eller ljusförstärkare (Night Vision Devices, NVD) som är känsliga inom det visuella området eller inom NIR-området behöver enbart ljus från stjärnor eller annat reflekterat ljus för att fungera.

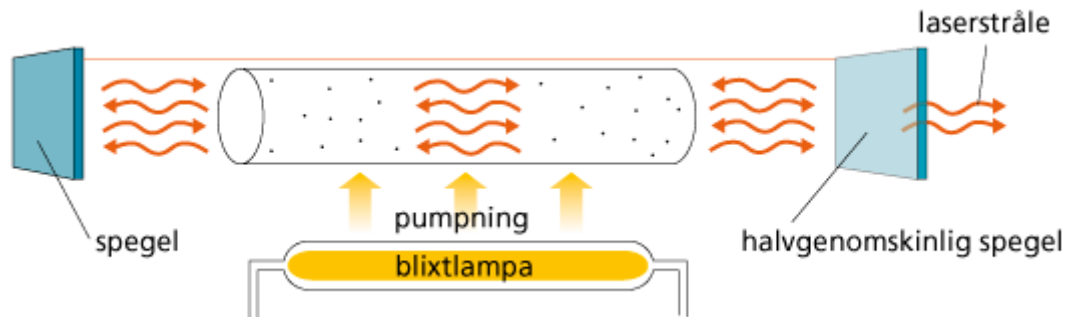
<sup>18</sup> Nationalencyklopedin • Lång <http://www.ne.se/artikel/289972> 2009-04-03

<sup>19</sup> Wiss, Åke & Kindvall, Göran red, 2004, s.41

Värmekameror som detekterar strålning inom TIR området visar skillnader i temperatur mellan olika objekt. Alla objekt som är varmare än den absoluta nollpunkten<sup>20</sup> emitterar elektromagnetisk strålning och kan därför detekteras. Detta medför att en människa med en viss temperatur kommer att kontrasteras mot bakgrunden som innehar en annan temperatur och därmed detekteras.

Atmosfären påverkar även de elektrooptiska sensorerna genom absorption, spridning, emission<sup>21</sup>, brytning och turbulens. Detta innebär att räckvidd och tillgänglighet beror på vädret.

Laser är förkortningen för light amplification by stimulated emission of radiation, alltså ljusförstärkning genom stimulerad emission av strålning. En laser består av ett aktivt medium och två speglar varav den ena är helt reflekterande och den andra är delvis genomskinlig så att laserstrålningen kan komma ut. Genom tillförning av energi utifrån till mediet, så kallad pumpning, exciteras atomerna i mediet och avger sin överskottsenergi i form av strålning. Strålen förstärks för varje studs mellan speglarna och en del passerar genom den halvgenomskinliga spegeln, se figur 3.<sup>22</sup>



Figur 3. Princip för laser.

Källa: Nationalencyklopedin • Lång <http://www.ne.se/artikel/238163> 2009-04-03

Det som gör laserstrålen speciell jämfört med vanligt ljus, är att den är koherent och monokromatisk. Koherent innebär att vågkomponenterna ligger i fas och monokromatisk betyder att de svänger på en frekvens, alltså en färg.<sup>23</sup>

<sup>20</sup> Absoluta nollpunkten =  $-273,15\text{ °C}$

<sup>21</sup> Utsändande av strålning eller partiklar

<sup>22</sup> Försvarsmakten, *Telekrig – lärobok för armén*, (Stockholm: Försvarsmakten, 1999), s.248

<sup>23</sup> Nationalencyklopedin • Lång <http://www.ne.se/artikel/238163> 2009-04-03

### 2.3.3 Akustiska och seismiska sensorer

Både den akustiska och seismiska sensorn fungerar på så sätt att de registrerar mekaniska vågor från explosioner, jordbävningar eller fordon. En akustisk sensor kan registrera vibrationer i marken, i luften eller i vatten medan en seismisk sensor enbart kan registrera vibrationer i marken.<sup>24</sup>

Akustiska och seismiska sensorer är kapabla till att detektera, lokalisera samt klassificera olika typer av signalkällor.

En akustisk sensor består av en eller flera mikrofoner, där mikrofonens uppgift är att omvandla ljudenergin i luften till elektriska signaler.<sup>25</sup>

En seismisk sensor består av en eller flera geofoner. Geofonens uppgift är den samma som mikrofonens, att omvandla en form av energi till en annan form, men i det här fallet är det vibrationer i marken som översätts till elektriska signaler. Geofonen består av en spole och en magnet där markens vibrationer får magneten att röra sig och därmed alstra en elektrisk ström i spolen.<sup>26</sup>

För att kunna detektera en signalkälla krävs det att dess amplitud, form eller frekvensinnehåll skiljer sig från bakgrundsbruset. Detta medför även begränsningar på vilket avstånd olika signalkällor kan upptäckas. En signalkälla som genererar mer vibrationer i mark och luft kan detekteras, lokaliseras samt klassificeras på ett längre avstånd än en signalkälla som orsakar mindre vibrationer.

För att kunna lokalisera en signalkälla med hjälp av en akustisk sensor, räknar en dator ut avståndet med hjälp av ankomsttiden för vågorna. För en seismisk sensor gäller att om jordtypen är känd, kan löptiden för vågorna beräknas och tidsskillnaden mellan de olika vågornas ankomst är då avståndet. Kombinerar en akustisk sensor med en seismisk sensor, eller flera sensorer av en sort kan även riktningen till signalkällan bestämmas. För att få en högre exakthet i lokaliseringen används sensorerna i ett nätverk, med flera sensorer som är utspridda över ett geografiskt område. Inom området kan hög precision uppnås, genom att flera sensorer kan registrera signalkällan.<sup>27</sup>

För att kunna klassificera en signalkälla krävs det ett databasbibliotek där olika signalkällor är inlagda. En dator i sensornätverket jämför den inkommande signalen från sensorerna med de inlagda signalerna i databasbiblioteket.

---

<sup>24</sup> Wiss, Åke & Kindvall, Göran red, 2004, s.30

<sup>25</sup> Nationalencyklopedin • Lång <http://www.ne.se/artikel/110276> 2009-04-03

<sup>26</sup> Nationalencyklopedin • Lång <http://www.ne.se/artikel/181377> 2009-04-03

<sup>27</sup> Wiss, Åke & Kindvall, Göran red, 2004, s.30 f.f.

## 3 Sensorerna i arenorna

### 3.1 Radarsensorer

I icke-urban miljö så är det främst stridsfälttrar som används för att detektera, mäta in och klassificera rörliga markmål såsom människor, fordon och helikoptrar. Det räcker att målet rör sig, antingen genom vibrationer eller genom förflyttning, för att detektering ska vara möjlig. De stridsfälttradarssystem som finns idag har en prestanda som medger upptäckt av tunga fordon på upp till 48 km och krypande människor går att upptäcka på ca 500 meter beroende på system.

De problem som finns att med hjälp av stridsfälttrar erhålla en tillförlitlig lägesbild är att det inte går att detektera stillastående objekt. Dock är detta ett mindre problem då objekten måste röra på sig eller ta sig till en plats för att vara ett hot. Det andra problemet är att det inte går att skilja på fientliga mål och civila mål, varken människor eller fordon. Stridsfälttradarerna måste alltså kompletteras med andra system för att erhålla en tillförlitlig lägesbild. Systemets prestanda är också betydligt sämre än radarsystem som används för detektering av objekt i luftarenan, detta på grund av terrängens utformning, skog, berg, byggnader och andra hinder.

I den urbana miljön används radarsensorer främst till att se genom väggar och följa och detektera människor bakom väggar och andra hinder.

Dopplerradar används för att upptäcka rörelser hos människor och fordon genom olika typer av hinder. Mikrodoppler har förmågan att detektera mikrorörelser hos fordon och människor (andningsrörelser, pulsslag och rörelser av större kroppsdelar hos en människa under förflyttning och i vila).<sup>28</sup>

Radarsystem som kan se genom väggar är en efterfrågad funktion hos förband som genomför strid i bebyggelse. Detta eftersom det finns många högriskmoment i strid som utspelar sig i stadsbebyggelse. Bland annat i genomsök av byggnader är risken hög för egen trupp att drabbas av förluster. Den risk som finns går att minska genom att ha tillgång till radarsystem som kan se genom väggar, vilket gör det möjligt att se hur många personer det finns i ett rum och var i rummet personerna finns och därmed ha möjligheten att planera ett genomförande som ger minsta möjliga risk för egna soldater.

Två väggradarsystem som finns att köpa som hyllvara i dag är Cambridge Consultants Prism 200<sup>29</sup> och Cameros Xaver 800<sup>30</sup>. Prism 200 är ett handburet system medan Xaver 800 är ett något större system som monteras på ett stativ. Båda systemen har en specificerad maximal räckvidd på 20 meter och klarar av att skilja fasta objekt, såsom stolar och belysningsarmatur, från människor även om människan till synes står helt still, genom att detektera små rörelser såsom hjärtslag och andning. Både systemen kan förutom att detektera och följa rörelser, även ge en detaljerad bild av hur rummet är möblerat och vilken utformning rummet har.

---

<sup>28</sup> Karlsson, Mikael, Kjellgren, Jan & Sume, Ain, *Dopplerradar i urban miljö*, (Linköping: Totalförsvarets Forskningsinstitut, Sensor teknik, 2006), FOI-R--2157—SE, s.12

<sup>29</sup> [http://www.cambridgeconsultants.com/downloads/literature/cs\\_prism\\_200.pdf](http://www.cambridgeconsultants.com/downloads/literature/cs_prism_200.pdf) - 2009-05-24

<sup>30</sup> <http://www.camero-tech.com/xaver800.shtml> - 2009-05-24

De problem som finns med att använda radarsensorer i stadsmiljö är dels att väggar kan vara gjorda av olika material och beroende på materialet och väggens tjocklek blir dämpningen olika hög, vilket påverkar väggradarsystemens prestanda. Om det i byggnaden finns metalliska skikt kan dessa vara helt dämpande, medan det blir viss transmission genom väggar eller tak av betong med armeringsjärn<sup>31</sup>. Är det en gipsvägg<sup>32</sup> är det relativt god transmissionsförmåga medan dämpningen är högre i tegelväggar<sup>33</sup>. En annan faktor som påverkar ett materials transmissionsförmåga är dess fuktighetshalt, där en högre fuktighetsnivå har en negativ påverkan på radarvågor.<sup>34</sup>

Vågutbredning är ett annat problem vid användandet av radar i bebyggelse. När radarvågen träffar ett gränsskikt mellan två olika utbredningsmedier (luft och vägg), uppstår det interaktioner mellan vågen och utbredningsmediet. Dessa interaktioner kan visa sig som till exempel reflektion, diffraktion eller transmission. Dessutom påverkas vågen vid en interaktion på så sätt att dess fas och amplitud ändras. Förändringarna som sker beror bland annat på riktning, material, våglängd och polarisation.<sup>35</sup>

---

<sup>31</sup> Nilsson, Stefan. m.fl., *Väggenetrerande radar – En omvärlds analys*, (Linköping: Totalförsvarets Forskningsinstitut, Sensor teknik, 2005), FOI-R--1774--SE, s.8

<sup>32</sup> Ibid., 2005, s.10

<sup>33</sup> Nilsson, Stefan. m.fl., 2006, s.22

<sup>34</sup> Nilsson, Stefan. m.fl., 2005, s.10

<sup>35</sup> Karlsson, Mikael, Kjellgren, Jan & Sume, Ain, 2006, s.22

### 3.2 Elektrooptiska sensorer

Möjligheterna med avbildande 3D-laser är flera. En av funktionerna som en avbildande 3D-laser har, är förmågan att avbilda strukturer och föremål med ner till någon cm noggrannhet.<sup>36</sup> Genom att avbilda strukturer och föremål är det med hjälp av ett modellbibliotek möjligt att upptäcka, identifiera och klassificera objekt eller människor automatisk<sup>37</sup>. Det går även att undersöka om det finns personer i en lokal och kartlägga lokalen genom ett fönster, även om gardiner eller persienn hindrar insyn. Allt som krävs är att en del av laserstrålningen kan komma in i lokalen.<sup>38</sup> Tekniken fungerar också genom kamouflagenät och på fordon där visuell insyn hindras genom till exempel tonade rutor, för att bestämma hur många personer som befinner sig i fordonet, se figur 5.<sup>39</sup>



Figur 4: Bilden till vänster är ett visuellt foto och bilden till höger är en laserraderbild på samma fordon.

Källa: Letalick, Dietmar. m.fl., 2004, s.17

3D-laserns förmåga att tränga in i skog och där detektera mål, har i tester som genomförts av FOI visat sig vara mellan 20-30 meter, beroende på typ av skog.<sup>40</sup>

Vid övervakning med hjälp av kameror som verkar inom det visuella området, samt för multispektrala och termiska kameror, är själva bildanalysen en viktig del i förmågan att kunna upptäcka, klassificera, följa och identifiera mål. System som automatisk analyserar bilder och pekar på intressanta områden för att underlätta den manuella analysen är på frammarsch. För multispektrala kameror är det nära på ett måste att använda datorer som kan peka på intressanta områden, detta då en stor mängd data generas.<sup>41</sup>

<sup>36</sup> Nilsson, Stefan. m.fl., 2006, s.49

<sup>37</sup> Svensson, Lage. m.fl., *Inledande studiesensorer för urban miljö*, (Linköping: Totalförsvarets Forskningsinstitut, Sensor teknik, 2004), FOI-R--1420--SE, s.12

<sup>38</sup> Nilsson, Stefan. m.fl., 2006, s.49

<sup>39</sup> Letalick, Dietmar. m.fl., *Lasersensorer för strid i bebyggelse*, (Linköping: Totalförsvarets Forskningsinstitut, Sensor teknik, 2004), FOI-R--1431--SE, s.17

<sup>40</sup> Steinvall, Ove. m.fl., *Grindad avbildning - fördjupad studie*, (Linköping: Totalförsvarets Forskningsinstitut, Sensor teknik, 2003), FOI-R--0991--SE, s.76

<sup>41</sup> Svensson, Lage. m.fl., 2004, s.11

### **3.3 Akustiska och seismiska sensorer**

Totalförsvarets Forskningsinstitut, FOI, har genomfört ett flertal fälttester<sup>42</sup> med både akustiska och seismiska sensorer för detektering och målföljning av olika typer av fordonstyper. De olika fordonstyperna som användes i testerna var lätta och tunga hjulfordon samt medeltunga och tunga bandfordon vilka framryckte på en grusväg.<sup>43</sup> Testerna genomfördes i kuperad och skogsbeväxt terräng med en del öppna ytor.<sup>44</sup> De resultat som erhöles i testerna visar att den seismiska sensorn klarar av att upptäcka fordon på ett betydligt längre avstånd än vad den akustiska sensorn gör och att tyngre fordon upptäcks på ett längre avstånd än vad lättare fordon gör. Upptäckningsavstånden är varierande beroende på terrängen och det gäller speciellt för akustiska sensorer.

Under försöken undersöktes även hur de akustiska och seismiska signalerna påverkades av omgivningen i utbredningen från signalkällan till sensorn. De problem som ansågs som primära var för den akustiska sensorn problem med diffraktion (spridning av signalen p.g.a. hinder såsom träd, byggnader och kullar), reflektion (signalen studsar mot föremål till exempel stenar, byggnader och tät vegetation), absorption (signalen försvagas på grund av nederbörd, tät vegetation) och dynamik (beroende på sensorns placering måste förstärkningen korrigeras). För den seismiska sensorn var de primära problemen att utbredningshastigheten i marken varierade beroende på marktyp, att signalen dämpas olika mycket i olika marktyper och att högre frekvenser dämpades mer än vad låga frekvenser gjorde, reflektion av signalen vid övergång mellan olika marktyper och att kopplingen mellan olika marktyper är dålig, vilket försvagar signalen.<sup>45</sup>

Vid testerna med rikttningsbestämning till ett fordon visade det sig att både de akustiska och de seismiska sensorerna fungerade bra. Dock finns det både för- och nackdelar med de båda typerna. Akustiska sensorerna påverkas till stor grad om det finns hinder mellan sensorn och signalkällan, medan seismiska sensorerna bör placeras där marktypen är homogen. Slutsatsen är att de akustiska och seismiska sensorerna kompletterar varandra bra eftersom det är olika faktorer som begränsar de olika sensor typerna.<sup>46</sup>

Vid testerna av klassificering av fordon visade det sig att akustiska sensorer är mer lämpade än seismografiska sensorer för klassificering av fordon. Övriga slutsatser i testet visar att en sammanslagning av olika noder, där varje nod i det här fallet bestod av tre mikrofoner eller tre geofoner, ökar säkerheten i klassificeringsbestämmandet.<sup>47</sup>

---

<sup>42</sup> Holmberg, Martin, Lauberts, Andris & Lennartsson, Ron K., *Slutrapport för projektet Interaktiva Adaptiva Marksensornät (IAM)*, (Linköping: Totalförsvarets Forskningsinstitut, Ledningssystem, 2004), FOI-R--1450--SE.

<sup>43</sup> Habberstad, Hans., *Fältförsök med akustiska och seismiska givare i nätverk*, (Linköping: Totalförsvarets Forskningsinstitut, Sensor teknik, 2003), FOI-R--1087--SE, s.13

<sup>44</sup> *Ibid.*, 2003, s.8

<sup>45</sup> Holmberg, Martin, Lauberts, Andris & Lennartsson, Ron K, 2004, s.14

<sup>46</sup> *Ibid.*, 2004, s.23

<sup>47</sup> *Ibid.*, 2004, s.30

## 4 Resultat

### 4.1 Akustiska och seismiska sensorer

Både de akustiska och seismiska sensortyperna är intressanta med många möjligheter. Den akustiska sensorns prestanda påverkas av vädret, olika hinder och att den kräver ett databasbibliotek för att kunna klassificera fordon. På grund av väderberoendet och att hinder påverkar prestanda blir placeringen av akustiska sensorer ett problem.

Akustiska sensorer har samma begränsningar som radar och elektrooptiska sensorer att avgöra om ett fordon som närmar sig är ett vanligt civilt fordon eller om det framförs av kombattanter med till exempel en bomb.

Ett annat användningsområde för akustiska sensorer kan vara innan genomsök av byggnader, i syfte att bestämma hur många personer som finns i byggnaden och positionsbestämma dessa i byggnaden.

Seismiska sensorer påverkas även de av terrängen och då i synnerhet om det är olika marktyper i området där de är utplacerade. Ett befintligt databasbibliotek krävs för klassificering, precis som med den akustiska sensorn, och där finns samma svårigheter vid skapandet av detta. En annan fråga är hur seismiska sensorer fungerar i urbanmiljö, då de är placerade i närheten av en starkt trafikerad väg. Den seismiska sensorn lämpar sig därför kanske bättre där starkt trafikerade vägar inte finns, eller som förvarning i områden där fordon inte ska finnas.

Ännu ett problem som finns både med seismiska sensorer som med akustiska sensorer, är att de inte kan avgöra om ett fordon är civilt eller om det framförs av kombattanter. Detta är oerhört viktigt att veta innan en eventuell insats mot fordonet, då en bekämpning av civila personer får negativa konsekvenser i form av minskat förtroende bland civilbefolkningen och även bland egen trupp.

### 4.2 Elektrooptiska sensorer

Även inom det elektrooptiska området är olika typer av hinder en gränssättande faktor, både i terräng- och urbanmiljö. Möjligheterna att kunna identifiera och klassificera fordon och människor är intressant och nära på ett krav i konflikter där vådabekämpning av egen trupp och civila snabbt kan uppsnappas av media och ge en negativ bild och försvåra för trupp på plats. Precis som med radarsensorerna är det ett problem att identifiera en person som kombattant eller civil, speciellt i situationer där vapen eller bomber bärs dolda eller är gömda i fordon.

Databaser som möjliggör klassifikation av fordonstyper kan vara problematiska att få ihop av flera olika orsaker. Mängden fordon som måste läggas in i biblioteket innan en insats är många. Även om mängden militära fordon som finns är betydligt färre än civila fordon, är det ändå en stor mängd olika typer och versioner som måste läggas in. Att tidigt veta var en insats ska genomföras kan göra arbetet att sätta ihop en databas enklare, men problemet att det inte finns någon märkbar skillnad mellan ett fordon som används av en familj eller ett fordon som används av kombattanter kvarstår. Detta

medför svårigheter vid en identifiering och risk för vådabekämpning om inte en noggrannare kontroll görs innan insats.

### **4.3 Radarsensorer**

De skillnader som finns mellan att skapa en lägesbild över markarenan jämfört med luftarenan med hjälp av radar, är luftarenans hinderfrihet som erbjuder en lång räckvidd för radarsensorerna. Dessutom är det enklare att bedöma om en farkost i luften innebär ett hot, då det finns betydligt färre flygfarkoster än till exempel bilar, och att kontrollen över flygfarkosterna är högre.

Den icke hinderfria miljön som finns på markarenan påverkar radarns prestanda genom att räckvidden blir kortare jämfört med om radarn används i en hinderfrimiljö. Detta behöver dock inte vara helt avgörande, då fordons hastighet på marken är relativt långsam jämfört med farkoster i luften. Detta medför att det finns längre tid för förberedelser och för att genomföra en insats mot ett objekt.

Ett annat problem som hinder medför är att de minskar möjligheterna till upptäckt av mål även på väldigt korta avstånd, till exempel i byggnader, vilket gör det svårare att upprätthålla en lägesbild. Nästa problem är att identifiera vilka fordon och människor som innebär ett hot. Problemet ligger inte i typiska militära fordon såsom stridsvagnar eller pansarfordon, utan det är att särskilja civila personer i ett typiskt civilt fordon mot kombattanter i ett annat typiskt civilt fordon.

Svårigheterna finns även i att skilja ut en person med en bombväst under kläderna mot andra civila personer runt omkring som inte har en bombväst och alltså inte innebär ett hot. Utvecklingen kan säkert övervinna dessa problem i framtiden, men för tillfället är detekteringen med radar inte tillräckligt tillförlitlig för att en säker lägesbild kan erhållas i urban miljö.

Problemen finns således också i terrängmiljö då till exempel en stridsfältradar används. Stridsfältradar har bara möjlighet att påvisa att det finns en eller flera personer i terrängen, och inte peka ut vilka som är kombattanter, civila eller egen trupp, (dock är egen trupp är förhållandevis enkelt att hålla reda på genom system som till exempel Global Positioning System (GPS)). Dilemmat gäller också vid detektering av fordon då det inte går att veta vilket fordon som innebär ett hot, då en bomb i bagageutrymmet inte går att upptäcka.

#### **4.4 Hinder**

Samtliga sensortyper som har redovisats blir mer eller mindre påverkade av olika former av hinder. Radarsensor kan penetrera vissa hinder relativt väl, medan andra hinder effektivt blockerar dess möjlighet till att upptäcka relevanta mål. De elektromagnetiska sensorerna blockeras nästan helt av kompakta hinder. Dock har de ett övertag över visuella bilder och den mänskliga synförmågan då de klarar att återge vad som finns bakom kamouflagenät eller fönster trots att insynen är begränsad. Akustiska sensorer påverkades även de av hinder på så sätt att ljudet reflekteras och dämpas, och därmed uppstår svårigheter att upptäcka, riktningsbestämna och klassificera mål. Den seismiska sensorn var den enda sensorn som klarade av hinder ovan jord på ett bra sätt, dock begränsas den av andra problem som kan ses som hinder, då den har svårigheter att detektera mål då energin måste passera övergångar mellan olika typer av mark.

#### **4.5 Människor**

Med människor menas att kunna särskilja kombattanter från icke-kombattanter. Radarsensorer kan i vissa fall upptäcka vapen som är dolda under kläderna, men tillförlitligheten är än så länge inte så god. Genom att kombinera radarsensorer med elektrooptiska sensorer, som olika typer av kameror, kan dock tillförlitligheten. Elektrooptiska system, kan om vapen bärs synligt, identifiera kombattanter, men bärs vapen dolt krävs det bildanalys för att identifiera om det är en kombattant eller inte. Denna kontroll tar lång tid vilket minskar nyttan avsevärt. Akustiska och seismiska sensorer har ingen möjlighet att med en tillräckligt hög tillförlitlighet skilja en kombattant från en icke-kombattant.

#### **4.6 Fordon**

I markarenan finns det ett stort antal fordon i en mängd olika modeller och typer som brukas av egen trupp, civila och kombattanter, tillskillnad från luftarenan där verksamheten än så länge är begränsad vad gäller farkoster och de som finns i luften är lätta att identifiera, antingen visuellt eller genom olika tekniska lösningar.

Radarsensorer kan på ett relativt stort avstånd upptäcka fordon, men desto svårare är det att klassificera fordonet. Till exempel kan en vit skåpbil användas både av en familj, men samma eller motsvarande fordon kan även användas av en grupp kombattanter. Elektrooptiska sensorer har samma typ av svårigheter som radarsensorer att fastställa i vilket syfte bilen används. Antalet personer i bilen går att fastställa, men att identifiera vapen i fordonet är betydligt svårare. Däremot är det möjligt att med hjälp av elektrooptiska sensorerna identifiera ett fordon, om det sedan tidigare finns en modell i ett databasbibliotek av fordonet i fråga, men frågan i vilket syfte bilen används i just det här tillfället kvarstår. Akustiska och seismiska sensorer har inga problem att upptäcka och målfölja fordon, men de kan inte bestämma om ett fordon används av civila eller kombattanter.

#### **4.7 Slutsats**

Vissa av de nämnda problemen går att övervinna eller minimera genom att kombinera de olika sensorsystemen i ett sensornätverk, där samtliga sensorer i nätverket samverkar och deras egenskaper kompletterar varandra. Att få mer verifierad, säker, information/data i systemet från olika typer av sensorer som pekar åt samma håll, ökar tillförlitligheten och höjer tillgängligheten i systemet. Information från sensorer på markarenan måste troligtvis kombineras med ren mänsklig underrättelsefakta och information (normalbild) för att det skall vara möjligt att skapa en trovärdig marklägesbild på samma sätt som för till exempel en luftlägesbild. Detta medför att informationsflödet ökar betydligt och trovärdigheten kan bli ett problem. Är en underrättelse tillförlitlig om den kommer från en person, eller krävs det minst två eller flera personer för att den ska vara säker. I och med att informationsflödet ökar, kommer det också ta längre tid att bearbeta underrättelserna och uppdatera lägesbilden.

## 5 Sammanfattning

Inom ramen för konceptet Nätverksbaserat Försvar (NBF) är det meningen att den förmågan som idag finns hos individer, plattformar och förband ska göras gemensamt tillgänglig. Syftet med det är att öka den samlade förmågan och snabbt kunna inhämta, bearbeta och presentera underrättelser för att på så sätt ge en lägesbild av stridsrummet, till de som behöver det. Detta ska i sin tur leda till att chefer ska få ömsesidig information och på så sätt kunna överlägga för att därefter fatta ett så bra och snabbt beslut som möjligt. Denna lägesbild har under en längre tid funnits hos sjöstridskrafterna i form av Sjöbevakningscentraler och hos luftstridskrafterna som StriC, men inte hos markstridskrafterna.

Problemet som den här uppsatsen besvarar är vilka de främsta problemområdena vid skapandet av en marklägesbild med hjälp av tekniska sensorer som finns idag är. Syftet med det är att ta fram en grund för fortsatt forskning i området lägesbild inom konceptet Networking Enabled Command, Control and Collaboration (NEC<sup>3</sup>) vid Försvarsmaktens Enhet för Konzeptutveckling (FMKE). Metodvalet vid besvarandet av frågan är dels en deskriptiv metod vid beskrivning av arenorna och sensorerna, samt en deduktiv metod vid analysen av sensorerna i markarenan.

Radarsensorerna möjligheter att detektera mål i markarenan påverkas av att miljön inte är hinderfri. Den hinderfria miljön som finns i luftarenan ger radarsensorerna en betydligt längre räckvidd än motsvarande i markarenan. Detta medför att även objekt på väldigt korta avstånd kan förbli oupptäckta, vilket försvårar skapandet av en lägesbild. Räckvidden är även beroende på vilka material hindren är gjorda av, då vissa enbart dämpar en signalen lite, medan andra helt blockerar signalen. Ett annat problem är att identifiera vilka fordon och vilka människor som innebär ett hot. Att bedöma om ett stridsfordon innebär ett hot är relativt enkelt, men att bedöma om en vanlig personbil innebär ett hot är svårare. Detta för att personbilen kan framföras av antingen civila eller kombattanter. Den urbana miljön innebär kortare räckvidd för radarsensorn än vad som går att erhålla i terräng. Dock så kvarstår problemen även i terrängen att skilja civila fordon och människor mot kombattanter.

För de elektrooptiska sensorerna finns samma begränsningar i både den urbana miljön och terrängmiljö, som uppkommer på grund av hinder. De elektrooptiska sensorerna har dock viss möjlighet att upptäcka objekt och människor bakom hinder där ett visst genomsläpp är möjligt, såsom kamouflagenät eller persienner. De elektrooptiska sensorerna har också möjlighet att kunna identifiera och klassificera fordon och människor, men då vapen bärs dolt som under kläder eller gömda inuti ett fordon blir det problem. För att kunna klassificera fordon krävs det en databas där modeller finns lagrade. Dock kvarstår problemet att avgöra om ett fordon framförs av civila eller kombattanter.

Akustiska sensorer påverkas även de av hinder då ljudvågorna studsar och genom att signalen sprids och dämpas på de olika hindren. Placeringen av akustiska sensorer innebär också svårigheter då de lätt kan sticka ut och dra till sig uppmärksamhet. Problem finns också i förmågan att kunna särskilja civila fordon mot kombattanter och att en befintlig databas krävs för att överhuvudtaget kunna klassificera.

Seismiska sensorer är den av de genomgångna sensorerna som påverkas minst av hinder ovan jord. Däremot finns det under jord hinder i form av övergångar mellan olika marktyper som påverkar sensorns räckvidd och prestanda. Precis som den akustiska sensorn kräver den seismiska sensorn en befintligt databas för att kunna klassificera fordon, men det är ändå inte tillräckligt för att kunna skilja civila fordon från kombattanter.

De problemområden som finns vid skapandet av en lägesbild i markarenan är dels de olika hindren som finns, förekomsten av människor och att det är svårt att identifiera en person som civil eller kombattant. Förekomsten av fordon är betydligt högre i markarenan, än vad till exempel förekomsten av farkoster i luftarenan är. Den stora mängden olika fordonstyper och att likadana fordon kan brukas likväl av civila som av kombattanter innebär problem vid bedömandet om ett fordon innebär ett hot.

Ett sätt att minimera eller överkomma dessa problem är att kombinera de olika sensorsystemen i sensornätverk, där samtliga sensorer samverkar och deras egenskaper kompletterar varandra. Dessutom ökar tillförlitligheten och tillgängligheten i systemet då flera olika typer av sensorer ger inputs som pekar på samma sak.

## 6 Källförteckning

### 6.1 Tryckta källor

Darte, Elin & Engstedt, Danuta Janina, 2005. *Försvarsmaktens reform – Det nätverksbaserade försvarets roll i utvecklingen*. Stockholm: Försvarshögskolan, Krigsvetenskapliga institutionen.  
Försvarshögskolan, 2003. *Nätverksbaserat försvar – En introduktion och diskussion – Arbetskopia*. Stockholm: Försvarshögskolan.  
Försvarsmakten, 2002. *Militärstrategisk doktrin*. Stockholm: Försvarsmakten.  
Försvarsmakten, 1999. *Telekrig – lärobok för armén*. Stockholm: Försvarsmakten.  
Wiss, Åke & Kindvall, Göran red. 2004. *Sensorer*. Stockholm: Totalförsvarets Forskningsinstitut.

### 6.2 Rapporter

Habberstad, Hans, 2003. *Fältförsök med akustiska och seismiska givare i nätverk*. Linköping: Totalförsvarets Forskningsinstitut, Sensor teknik, FOI-R--1087--SE.  
Holmberg, Martin, Lauberts, Andris & Lennartsson, Ron K, 2004. *Slutrapport för projektet Interaktiva Adaptiva Marksensornät (IAM)*. Linköping: Totalförsvarets Forskningsinstitut, Ledningssystem, FOI-R--1450--SE.  
Karlsson, Mikael, Kjellgren, Jan & Sume, Ain, 2006. *Dopplerradar i urban miljö*. Linköping: Totalförsvarets Forskningsinstitut, Sensor teknik, FOI-R--2157--SE.  
Letalick, Dietmar. m.fl., 2004. *Lasersensorer för strid i bebyggelse*. Linköping: Totalförsvarets Forskningsinstitut, Sensor teknik, FOI-R--1431--SE.  
Nilsson, Stefan. m.fl., 2006. *Teknisk värdering av nya sensorförmågor för strid i bebyggelse, Slutrapport*. Linköping: Totalförsvarets Forskningsinstitut, Sensor teknik, FOI-R--2138--SE.  
Steinvall, Ove. m.fl., 2003. *Grindad avbildning - fördjupad studie*. Linköping: Totalförsvarets Forskningsinstitut, Sensor teknik, FOI-R--0991--SE.  
Svensson, Lage. m.fl., 2004. *Inledande studiesensorer för urban miljö*. Linköping: Totalförsvarets Forskningsinstitut, Sensor teknik, FOI-R--1420--SE.

### 6.3 Internet

<http://www.ne.se>

[http://www.cambridgeconsultants.com/downloads/literature/cs\\_prism\\_200.pdf](http://www.cambridgeconsultants.com/downloads/literature/cs_prism_200.pdf) - 2009-05-24

<http://www.camero-tech.com/xaver800.shtml> - 2009-05-24