

Invisning med fritt tal, bäring och 3D-ljud

Peter Andersson, Otto Carlander, Ulf Hörberg,
Hans Jander, Mattias Kindström och Stig Sandberg



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



FOI
Totalförsvarets forskningsinstitut
Ledningssystem
Box 1165
581 11 Linköping

Tel: 013-37 80 00
Fax: 013-37 81 00

www.foi.se

Peter Andersson, Otto Carlander, Ulf Hörberg,
Hans Jander, Mattias Kindström och Stig Sandberg

Invisning med fritt tal, bäring och 3D-ljud

Utgivare FOI - Totalförsvarets forskningsinstitut Ledningssystem Box 1165 581 11 Linköping	Rapportnummer, ISRN FOI-R--1786--SE	Klassificering Användarrapport
	Forskningsområde 8. Människa och teknik	
	Månad, år December 2005	Projektnummer E 7094
	Delområde 81 MSI med fysiologi	
	Delområde 2	
Författare/redaktör Peter Andersson Otto Carlander Ulf Hörberg Hans Jander Mattias Kindström Stig Sandberg	Projektledare Ulf Hörberg	
	Godkänd av Erland Svensson	
	Uppdragsgivare/kundbeteckning FM	
	Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig Ulf Hörberg och Stig Sandberg	
Rapportens titel Invisning med fritt tal, bäring och 3D-ljud		
Sammanfattning <p>Framtida soldatsystem kommer att ha möjlighet att utnyttja olika former av tekniskt stöd. Invisning för att underlätta målupptäckt är ett område som har behov av sådant stöd och en serie fältförsök har genomförts för att prova olika former av invisning för den enskilde soldaten.</p> <p>Föreliggande studie har provat tre olika invisningsmetoder i två separata fältförsök. I det första försöket har invisning mellan två soldater med hjälp av fritt tal via radio jämförts med en visuell matchningsmetod som givit bäringen till målet med stor noggrannhet.</p> <p>Det andra försöket har studerat möjligheten att invisa soldaten med hjälp av 3D-ljud, ett virtuellt orienterat ljud.</p> <p>Resultaten visar att den visuella matchningen ger de snabbaste och säkraste målupptäckterna. Denna metod har också ansetts som den enklaste att använda av soldaterna. Metoden fritt tal har givit snabbare och framförallt säkrare upptäckter än 3D-ljud.</p> <p>Rapporten avslutas med en diskussion om metodernas tekniska mognad och realiserbarhet.</p>		
Nyckelord Målinvisning, invisningsmetoder, framtida soldaten, 3D-ljud		
Övriga bibliografiska uppgifter	Språk Svenska	
ISSN 1650-1942	Antal sidor: 17 s.	
Distribution enligt missiv	Pris: Enligt prislista	

Issuing organization FOI – Swedish Defence Research Agency Ledningssystem Box 1165 581 11 Linköping	Report number, ISRN FOI-R--1786--SE	Report type User report
	Programme Areas 8. Human Systems	
	Month year December 2005	Project no. E 7094
	Subcategories 81 Human Factors and Physiology	
	Subcategories 2	
Author/s (editor/s) Peter Andersson Otto Carlander Ulf Hörberg Hans Jander Mattias Kindström Stig Sandberg	Project manager Ulf Hörberg	
	Approved by Erland Svensson	
	Sponsoring agency Swedish Armed Forces	
	Scientifically and technically responsible Ulf Hörberg & Stig Sandberg	
Report title (In translation) Target Acquisition using Free Speech, Bearing, and 3D-Audio		
Abstract <p>Future soldier systems will have the possibility to implement technical support for so far not supported duties. Target acquisition to aid target detection is one area of desirable support. A series of field experiments have been conducted to test different kinds of support for target acquisition for single soldiers.</p> <p>In two field experiments three different kinds of target acquisition methods were tested. In the first experiment normal verbal communication between two soldiers was compared to a visual matching method giving the azimuth to the target with high accuracy.</p> <p>The second experiment investigated the possibility to indicate the target by using a 3D-audio, a virtual oriented sound.</p> <p>The result showed that visual matching gives the fastest and most reliable answers. This method has also been considered to be the easiest method to use. Free speech has given faster, but above all, more reliable answers than 3D-audio.</p> <p>The report is completed with a discussion about the methods technical maturity and possibility to be but into practice.</p>		
Keywords Target Acquisition, Acquisition Methods, Future Soldier, 3D-Audio		
Further bibliographic information	Language Swedish	
ISSN 1650-1942	Pages 17 p.	
	Price acc. to pricelist	

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	<u>Sidan</u>
Sammanfattning	2
Abstract	3
Inledning	4
Försök 1: Fritt tal kontra Bäring	5
Försök 2: 3D-ljud	11
Jämförelse mellan försök 1 och 2	13
Övergripande diskussion	15
Slutsatser	16
Referenser	17

Inledning

Invisning som stöd för målupptäckt har studerats i flera försök (Hörberg & Sandberg, 2003; Andersson, Carlander, Hörberg, Jander, och Sandberg, 2004). Resultaten visar att alla former av invisning minskat tiden till och ökat sannolikheten för upptäckt. Ett antal traditionella verbala metoder har jämförts med grafiska presentationsformer som fordrar tekniskt stöd.

Inom utländska soldatmoderniseringsprogram förekommer det att mållägen presenteras grafiskt på en elektronisk karta. Härigenom kan gruppen tänkas förbättra sin prestation men genom att individen tvingas dela sin visuella uppmärksamhet mellan bildskärmen och terrängen ställs stora krav förståelse och träning. Hur väl presentationsprincipen fungerar i strid eller stridsnära situationer är inte visad.

Som ett led i den svenska soldatmoderniseringen kommer, om MARKUS-studiens förslag beslutas, varje soldat att få en radio för att kunna kommunicera inom gruppen. I dagens organisation sker kommunikationen på lägsta nivå mellan gruppchef och plutonchef. Såväl i Sverige som i andra länder är erfarenheterna av kommunikation inom gruppen mycket goda.

Utan radio har gruppen tvingats kommunicera på avstånd genom att skrika och ge tecken. De standardiserade fraser som använts har kanske varit nödvändiga för att möjliggöra eller förenkla "ropasambandet" i bullriga miljöer. I samband med att alla kan kommunicera via radio erbjuds dock soldaterna att tala med varandra på ett mera normalt och nyanserat vis. Det bör öka förståelsen och precisionen i kommunikationen, samtidigt som det medger ett tystare uppträdande.

I det första försök som redovisas i föreliggande rapport har invisning med hjälp av fritt tal testats. Prestationen med fritt tal har jämförts med den tidigare använda metoden att visuellt matcha en bäring mot en inmätt plottad punkt (Andersson m fl, 2004). Bäringsmetoden ger soldaten en anvisning om hur siktet skall riktas för att målet skall kunna återfinnas inom siktets synfält. För att kunna ge denna bäringsinformation har en stationär laboriemässig funktionsmodell använts.

I det andra försök som redovisas nedan har en annan form av ljud använts för invisning. Metoden har kallats 3D-ljud, vilket i detta fall innebär att ett spatialt orienterat ljud ger en bäring till målpositionen. Laboriestudier (Carlander m fl, under utgivning) har visat att invisning kan ske med en noggrannhet av ca 10 grader, vilket skulle ge bättre noggrannhet än den i försvaret dominerande klockmetoden (Hörberg & Sandberg, 2003). Båda försöken har genomförts i samma terräng och med samma målpositioner.

FÖRSÖK 1

Två metoder att delge soldaten mållägesinformation har jämförts:

- Med metoden Fritt tal har en observatör, placerad vid den gröna markeringen i bild 1, invisat försökspersonen som varit placerad vid den blå markeringen. Som metodens namn anger har invisning skett med hjälp av ett normalt samtal via radio. Avståndet mellan invisare och invisad har varit cirka 40 meter. Efter det att målet upptäckts och tidtagningen stoppats har försökspersonen pekat ut målet med ett rödpunktsikte.
- Med metoden Bäring har försökspersonen instruerats grafiskt på en bildskärm hur siktet skall vridas för att målet skall återfinnas inom siktets synfält. På bild 3 visas grafiken på försökspersonens monitor. Efter målupptäckt har målet markerats med siktet på samma sätt som vid Fritt tal.



Bild 1: Flygfoto av målterrängen. Den blå pricken visar försökspersonens position, den gröna pricken positionen för den soldat som genom Fritt tal invisat försökspersonen och den röda pricken markerar en målposition.

METOD

Försökspersoner

I försöket har 16 bevakningsvärnpliktiga ur Ing 2 deltagit. Samtliga har varit i tjugoårsåldern, de har haft normal synskärpa och normalt färgseende och de har varit väl tränade i att söka mål i situationer liknande försökets. Var och en har använt båda invisningsmetoderna.

Plats, väder och ljusförhållanden

Försöket har genomförts under försommaren, i eklandskapet söder om Linköping. Det har genomförts i dagsljus under fem dagar. Väder och sikt har varierat något från dag till dag och under dagens lopp. Målens svårighetsgrad har varierat på grund växlande molnighet, solens läge och periodvis lätt regn under i övrigt torra förhållanden. Solen har varit mer eller mindre slöjad och därmed påverkat skuggbildningen och belysningen i terrängen. Även vinden kan ha

haft viss inverkan på hur väl målet syns, eftersom lövade grenar i enstaka fall skymt delar av målet.

Första dagen har det varit helt mulet, +19°C och den relativa luftfuktigheten har varit 65 %. Under ett av momenten har det duggregnat. Andra dagen har det också varit helt mulet och under två korta perioder fallit mycket lätt regn. Temperaturen har varit +16°C, vinden svag och luftfuktigheten 70 %. Tredje dagen har det också varit molnigt, men på grund av lätta moln har ljuset varit svagt riktat. Förhållandena i övrigt har varit likartade den andra dagen. Det har dock periodvis förekommit vindbyar på upp till 2,2 m/s, varför målet kan ha skymts av grenar. Fjärde dagen har det varit växlande molnighet, mellan 1/8 och 7/8. Temperaturen har varit +13°C, vinden svag och luftfuktigheten 75 %. Femte dagen har det varit halvmulet till mulet, temperaturen har varit +22°C, vinden svag och luftfuktigheten 57 %.

I skuggan har allmänbelysningen genomgående legat i intervallet 15 000 lux till 40 000 lux och bakgrundsluminansen i skogen har varierat mellan 300 cd/m² och 600 cd/m². Himlens luminans direkt ovanför skogen har varierat mellan 2 500 cd/m² och 18 000 cd/m².

Materiel

För invisning med Fritt tal har vanliga jaktradioapparater använts. Apparaterna har varit utrustade med öronsnäcka och "hands free"-mikrofon vilket givit försökspersonerna frihet att röra sig på platsen. Invisning med hjälp av Bärning har presenterats på en 5,5" LCD-monitor (Sony DSR-V10P) som varit skuggad för solbelysning. Upptäckta mål har markerats med ett rödpunktsikte, monterat på ett stativ med vinkelgivare.

Mål

Försökspersonernas uppgift har varit att leta efter mål i form av en kamouflerad helfigur som stått ganska öppet i terrängen. Bild 2 visar målet framför ett träd och ger exempel på typisk vegetation. Träd och buskar har dock varit lövklädda under försöket. Målen har varit jämnt fördelade över söksektorn på 120 grader. Avståndet från försökspersonen till målen har varierat mellan 128 meter och 238 meter.



Bild 2: Mål med huvudet täckt av ett nät, som förbundit huvudet med axlarna.



Bild 3: Grafiken på försökspersonens monitor vid invisning med hjälp av Bäring. Den blå punkten markerar försökspersonens position, den röda punkten målets position och den blå linjen visar siktets inriktning. När rödpunktsiktet vrids följer den blå linjen siktets inriktning.

Procedur

Försökspersonerna har inledningsvis läst en instruktion, som förklarar deras uppgift. Därefter har försöksledaren svarat på frågor och betonat vikten av noggrannhet. Försökspersonerna har uppmanats att vara säkra på att de verkligen sett målet innan de stoppat tidtagningen och att vara noggranna vid inriktningen av siktet. Om riktpunkten inte pekat på målet har svaret underkänts.

Metod: Bäring

Varje försöksomgång har inletts med att försökspersonen stått med ryggen mot målterrängen. När grafiken presenterats på monitorn har försökspersonen vänt sig om på uppmaning av försöksledaren. När han börjat titta på monitorn med mål och bäring har tidtagningen börjat. Uppgiften har varit att med linjens hjälp vrida in stativet med sikte och monitor i riktning mot målet och därefter söka i terrängen. Tidtagningen har stoppats vid upptäckt och därefter har målet pekats ut med rödpunktsiktet.

Metod: Fritt tal

Med hjälp av den invisande soldatens verbala instruktioner har försökspersonen sökt av målterrängen och försökt hitta målet. Tidtagningen har börjat när försökspersonen vänt sig mot målterrängen och invisaren börjat förklara målets läge. När försökspersonen meddelat försöksledaren att han hittat målet har tidtagningen stoppats. Efter upptäckt har målet pekats ut med rödpunktsiktet.

Som inledning till försöket har försökspersonerna övat på två mållägen per metod. Därefter har 20 mållägen presenterats för var och en. Mållägena har valts slumpmässigt bland 33 inmätta positioner. För båda metoderna har söktiden begränsats till tre minuter och efter varje upptäckt har försökspersonen skattat hur säker han varit på att ha hittat rätt mål.

Mått:

- Antalet upptäckta mål inom tre minuter.
- Tiden till målupptäckt. Tiden för att markera målet med siktet har inte räknats in i söktiden.
- Den upplevda säkerheten att rätt mål hittats.

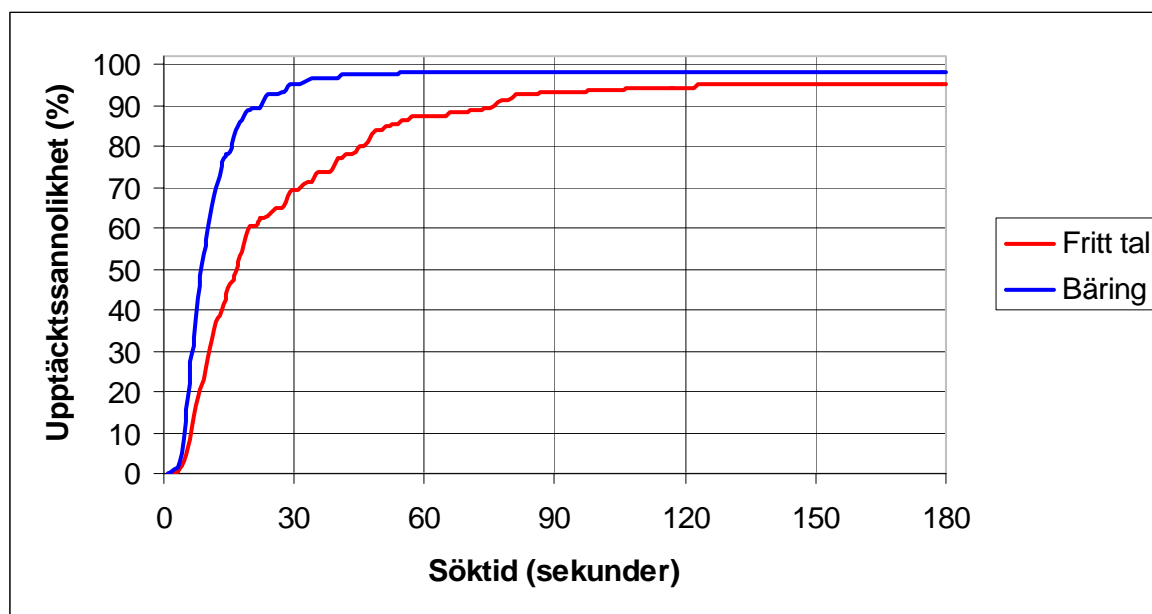
RESULTAT

Andel upptäckta mål

Sammanlagt har 160 målpositioner använts för respektive metod. Av dessa har 152 upptäckts med talinvisning och 157 med bäringsinvisning. Det motsvarar 95 % respektive 98 %. Missarna har antingen bestått i felaktigt utpekade punkter i terrängen – där det inte funnits något mål – eller i att försökspersonen inte hittat målet inom 3 minuter. Andelen felaktiga svar har med Bärning varit 1,3 % och med Fritt tal 2,5 %. Andelen mål som inte upptäckts inom 3 minuter har varit 0,6 % för Bärning och 2,5 % för Fritt tal.

Tid till målupptäckt

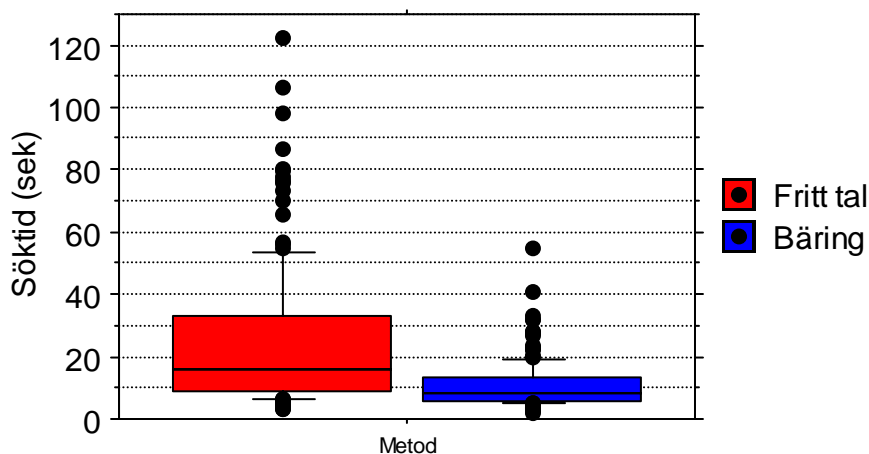
Medianvärdet för tid till upptäckt har för talinvisning varit 15,9 sek och för bäringsinvisning 8,6 sek. I figur 1 visas upptäcktssannolikheten som funktion av invisningsmetod och söktid.



Figur 1: Upptäcktssannolikhet som funktion av söktid med metoderna Fritt tal och Bärning.

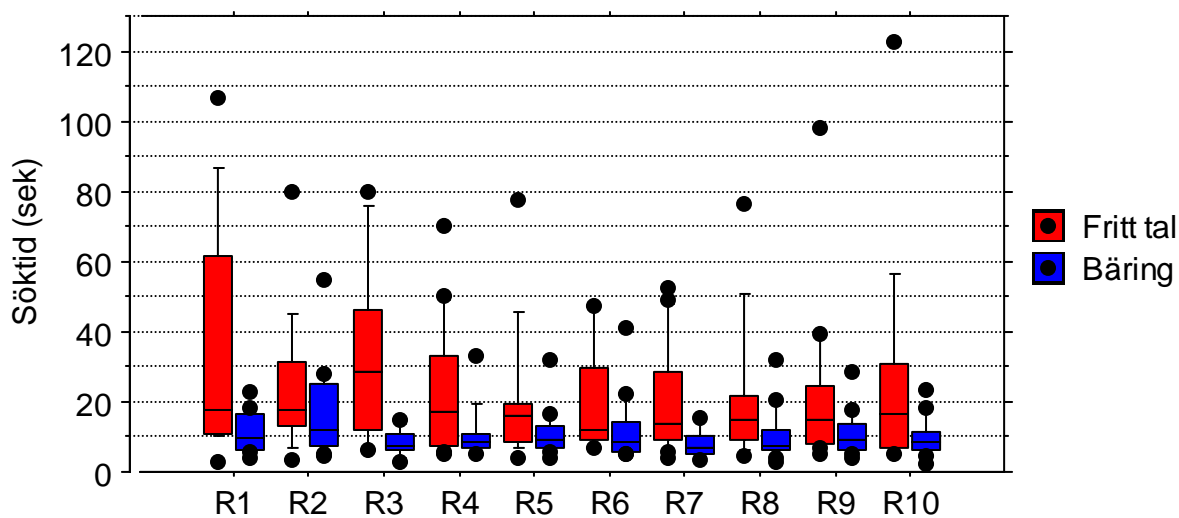
Invisning med Bärning har som figur 1 visar ha givit högre upptäcktssannolikhet och snabbare invisning än Fritt tal. Vid bäringsinvisning uppnås också det maximala värdet snabbare än med Fritt tal. Den totala fördelningen av svar framgår också av figur 2.

Figurerna 2, 3 och 4 bygger på samma symbolik. Det svarta strecket i respektive box anger medianvärdet, det vill säga det värde som ligger mitt i fördelningen av tider. Hela boxen anger söktiden för hälften av alla tider – de som ligger runt medianvärdet. De båda vågräta svarta strecken anger tiden för 10 % respektive 90 % av alla data. De svarta punkterna anger enstaka mätvärden i kanten av fördelningen, det vill säga de allra kortaste och de allra längsta tiderna.



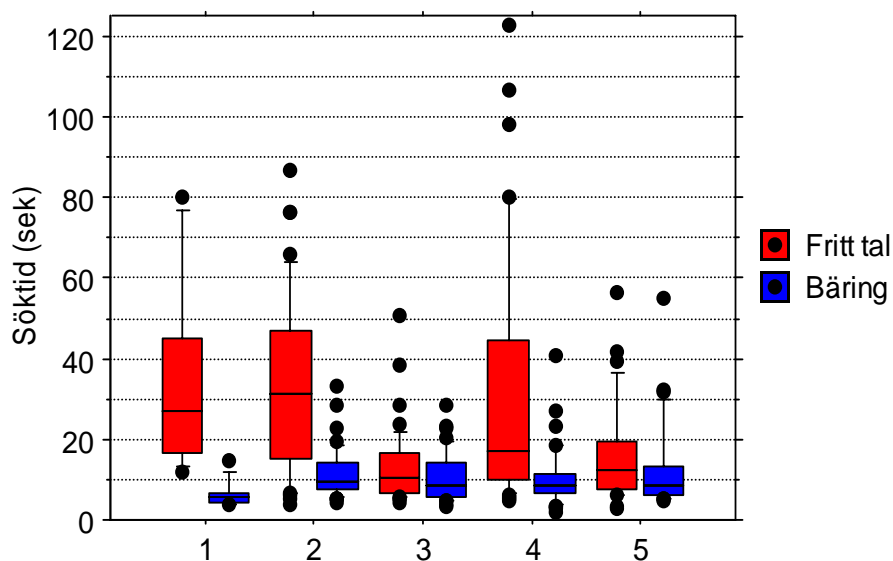
Figur 2: Fördelning av tider till upptäckt med metoderna Fritt tal och Bärning.

Figur 3 kan vara till hjälp för att spåra eventuella inlärningseffekter. Figuren sammanfattar data för samtliga försökspersoner och är uppdelad på försöksmoment, i ordning från det första till det sista med respektive metod.



Figur 3: Söktid uppdelad på moment, där R1 står för det första momentet och R10 för det sista momentet. I figuren ingår samtliga försökspersoners bedömningar.

I figur 4 har data delats upp på de fem försöksdagarna, för att belysa eventuella skillnader i väder och andra förutsättningar. Dag 1 har endast en person testats, dag 5 har tre personer testats och under övriga dagar har fyra personer testats.



Figur 4: Söktider för Fritt tal och Bäring under de fem försöksdagarna.

Upplevd säkerhet

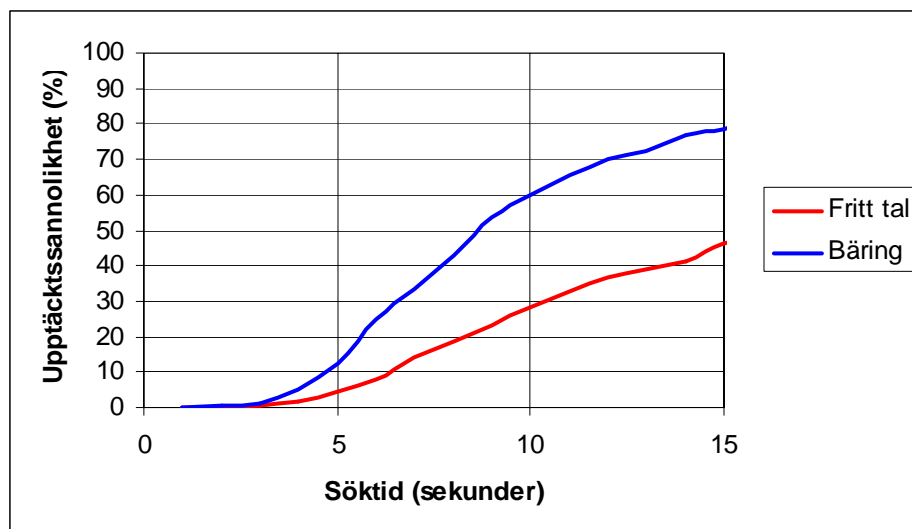
Efter varje moment har försökspersonerna skattat hur säkra de varit på att de hittat rätt mål. I medeltal har de upptäckta målen givit en subjektivt bedömd säkerhet på 92 % vid Fritt tal och 94 % vid Bäring. Vid felaktigt angivna punkter – där det inte funnits något mål (falska positiva) – har den upplevda säkerheten varit 48 % vid Fritt tal och 43 % vid Bäring.

DISKUSSION

Båda metoderna har givit likartad upptäcktssannolikhet – 98 % med Bäring och 95 % med Fritt tal. Den upplevda säkerheten vid målupptäckt har också varit likartad.

Den stora skillnaden mellan metoderna har varit den tid det tar att upptäcka målen. Som framgår av figur 1 har cirka 90 % av målen upptäckts inom 20 sekunder med Bäring. Med Fritt tal har det krävts cirka 75 sekunder för att uppnå samma prestation. Fritt tal har också uppvisat större spridning mellan försökspersoner och försökstillfällen.

Önskemålet är att upptäcka målen snabbt efter invisning. Med metoden Bäring har 12 % upptäckt målet inom 5 sekunder. Med Fritt tal har 4 % lyckats med denna uppgift. Figur 5, vilken bygger på samma data som figur 1, förtydligar vad som händer under 15 sekunder. Efter 10 sekunder har 60 % upptäckt målet med Bäring och 28 % med Fritt tal. Efter 15 sekunder är motsvarande siffror 79 % respektive 46 %. Som jämförelse kan nämnas att en upptäcktssannolikhet på cirka 80 % ofta ansätts som ett rimligt krav i värderingsunderlag.



Figur 5: Upptäcktssannolikhet som funktion av söktid med metoderna Fritt tal och Bäring. Figuren utgör ett förtydligande av figur 1.

Medan fritt tal inte haft någon metodmässig fördröjning vid invisning har försökspersonerna tagit det ganska lugnt med Bäring. Det har tagit viss tid att röra stativet, men individerna har också instruerats att vara noggranna. Observation av deras beteende och intervjuer efteråt har visat att de känt sig ganska säkra på att hitta målet och därför inte gjort sig någon brådska. Lugnt och metodiskt har de matchat linjen mot punkten, kontrollerat terrängen och meddelat upptäckt. Beteendet har inte på något sätt givit intryck av att de velat svara så snabbt som möjligt. Med ett väl utformat system kan därför de tekniskt betingade tiderna i försöket förkortas.

FÖRSÖK 2

En fördel med att använda orienterat ljud som invisningsmetod skulle kunna vara att minska soldatens behov av en visuell display. Positionerat 3D-ljud innebär att målläget presenteras som en ljudkälla för soldaten. Med stöd av ljudet kan då soldaten bedöma bäringen till målet. Med ledning av erfarenheter från tidigare studier i laboriemiljö (Carlander et al, under utgivning) har ett kontinuerligt vitt brus valts som ljudkälla.

Metoden är tekniskt krävande och har hittills endast prövats i laboriemiljö. Förutom programvara som simulerar ljudets position i soldatens hörlurar krävs ett tekniskt system som håller rätt på åt vilket håll soldatens näsa pekar. I detta försök har en fast riktningreferens varit monterad på stativ ovanför soldatens huvud.

METOD

Försökspersoner

Nio bevakningsvärnpliktiga ur samma pluton på Ing 2 som deltagit i försök 1 har varit försökspersoner. Alla har haft fullgod synskärpa och fullgott färgseende.

Plats och väder

Försöket har genomförts under sensommaren på samma plats och med liknande förutsättningar som i försök 1.

Materiel

En bärbar dator har använts för att spela upp 3D-ljuden – riktningorienterat bredbandsbrus – genom ett Hercules Gamesurround Muse pocket ljudkort. Ett par AKG K240 studiohörlurar med en halvöppen omslutande design och ett frekvensomfång av 15– 25,000 Hz har återgett ljuden. En Intersense IS600 Head-tracker har varit monterad ovanför huvudet på soldaten för att ge en referensriktning.

Mål

Uppgiften har varit att hitta ett mål i några av de inmätta positioner som diskuterats i försök 1. Efter att ha övat på fyra mållägen har försökspersonerna testats mot 16 slumpmässigt valda mållägen. Söksektorn har varit densamma som i försök 1.

Procedur

Proceduren har varit densamma som i försök 1. Försökspersonen stått med ryggen vänd mot målterrängen. Då invisning getts har personen vänt sig om och tidtagningen har börjat. När försökspersonen meddelat försöksledaren att han hittat målet har tidtagningen stoppats. Varje målpresentation har begränsats till tre minuter. Försökspersonen har på samma sätt som i försök 1 markerat målet med hjälp av siktet och försöksledaren har kontrollerat att han hittat målet. Därefter har han fått skatta hur säker han känt sig på att ha hittat rätt mål. Han har skattat 100 % om han varit helt säker, 90 % om han varit i det närmaste säker osv.

Mått:

- Antalet upptäckta mål inom tre minuter.
- Tiden till målupptäckt.
- Den upplevda säkerheten att rätt mål markerats.

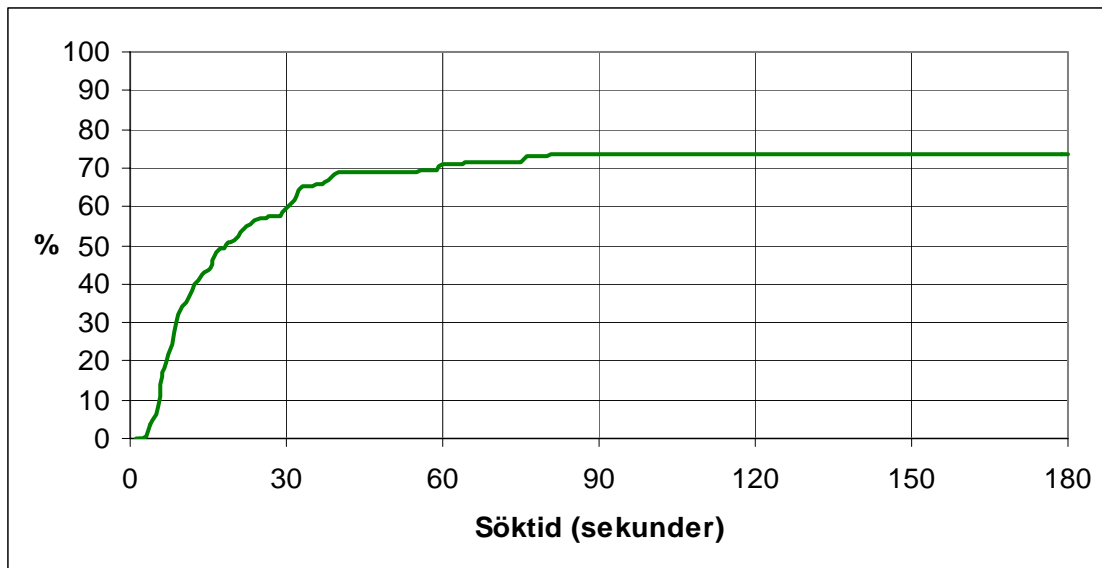
RESULTAT

Andel upptäckta mål

Totalt har 144 mål presenterats. Av dessa har 106 stycken upptäckts, vilket motsvarar en upptäcktssannolikhet på 74 %. Av andelen icke upptäckta mål utgörs 25 % av falska positiva, vilket betyder att försökspersonen har markerat ett felaktigt objekt som mål. Som jämförelse kan nämnas att endast 1 % av målen inte kunnat upptäckas inom den maximala söktiden tre minuter.

Tid till målupptäckt

Medianvärdet för upptäcktstiden var 11,4 sek. I figur 6 visas söktidens inverkan på sannolikheten att upptäcka målet.



Figur 6: Upptäcktssannolikhet (%) som funktion av söktid för invisning med 3D-ljud.

Upplevd säkerhet

Efter varje försöksomgång har försökspersonerna skattat hur säkra de varit på att de sett det verkliga målet. Medelvärdet för korrekta upptäckter har varit en subjektivt bedömd säkerhet på 87 %. För de felaktigt bedömda falska positiva har den upplevda säkerheten varit 33 %.

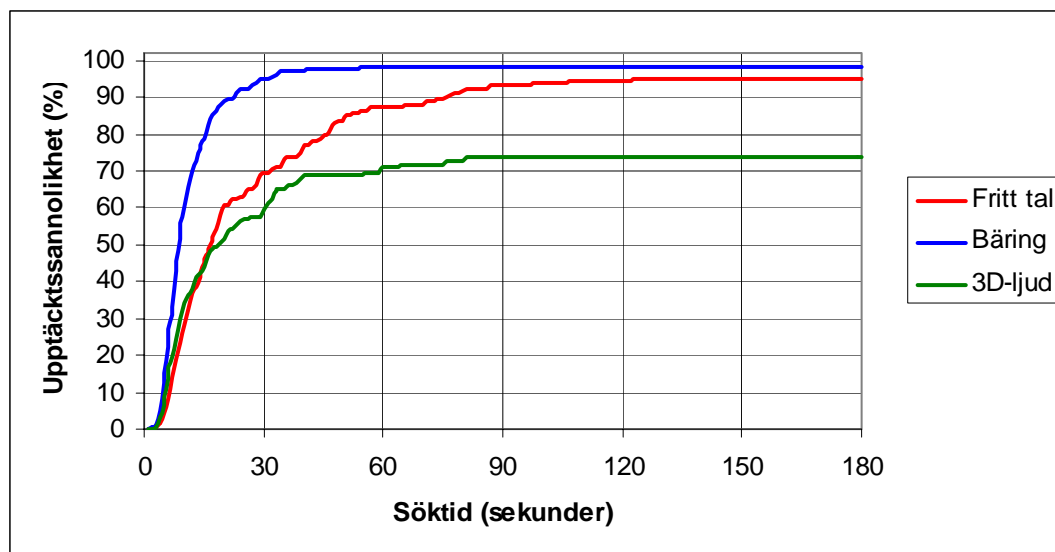
DISKUSSION

Försökspersonerna har upptäckt tre mål av fyra och huvuddelen av missarna har varit felaktigt utpekade mål (falska positiva). Den subjektiva säkerheten vid upptäckt har varierat mycket mellan de rätta svaren och de felaktiga. En egendomlig detalj i svarsmonstret har varit att så många felaktiga svar givits förhållandevis snabbt, men med stor upplevd osäkerhet.

JÄMFÖRELSE MELLAN FÖRSÖK 1 OCH 2

Av figur 7 framgår hur upptäcktssannoliketen med de tre provade metoderna förhåller sig till varandra. Försöken har genomförts under likartade omständigheter, varför det är möjligt att jämföra resultaten utan att 3D-ljud direkt jämförts med någon referensmetod.

Metoden att visa in med hjälp av bäring har upplevts som enkel att förstå och enkel att använda. Den har givit de snabbaste upptäckterna, de flesta upptäckterna och de säkraste upptäckterna, med minst spridning i tider. Det indikerar att metoden är stabil och mindre påverkad av tillfälligheter än övriga metoder. Nackdelen med metoden är att den är tekniskt komplicerad. Vissa metoder är således tekniskt enkla, men svåra att använda, medan andra är tekniskt komplicerade, men enkla att använda.



Figur 7: Jämförelse mellan de i försök 1 och 2 använda metoderna. Upptäcktssannolikheten har plottats som funktion av söktiden.

Metoden Fritt tal har givit överraskande goda resultat. I tidigare prov med verbal invisning (Hörberg & Sandberg, 2003) har traditionella metoder som utgångspunkter för målangivning använts. Resultaten från förstudier till och dessa inledande försök visar på stor osäkerhet om den gemensamma referensriktningen, vilket kan leda till svårigheter att hitta målen. Även med en tydlig gemensam referensriktning har osäkerheten varit för stor för att soldaterna i de flesta fall skulle söka mål på ett effektivt sätt.

Vid Fritt tal har soldaterna spontant lyckats utnyttja särdrag och föremål i terrängen. De har också använt sig av ett språk som efterhand utvecklats i deras dagliga uppträdande. En invändning mot resultaten skulle kunna vara att soldaterna lärt sig terrängen, dvs. spontant utvecklade referenspunkter, motsvarande utgångspunkter för målangivning och efterhand förbättrat sin prestation. Av figur 3, i vilken upptäcktstiderna delats upp i tidsordning på de tio momenten, framgår att det inte finns någon tydlig inlärningseffekt. En viss anpassning är naturligt men i förhållande till den totala variationen går det inte att tala om någon effekt.

Metoden med 3D-ljud har givit det sämsta resultatet, både beträffande andelen upptäckta mål och tiden till upptäckt. Metoden är förhållandevis oprövad och möjligen kan det valda ljudet – kontinuerligt vitt brus – ha bidragit till den svaga prestationen. En lång exponering av ett ljud med relativt konstant frekvensinnehåll kan resultera i adaptering till ljudet vilket i sin tur kan försvåra lokalisering. Studier har visat att ljud som presenteras under cirka 2 sekunder är tillräckligt för att lokalisera en ljudkälla (Abildgaard & Jörgensen, 2005; Chen & Carlander, 2003).

En större nackdel med 3D-ljud, än långa upptäcktstider, är att andelen falska målupptäckter (stubbar, stenar, skuggor eller får istället för målet) har varit påtagligt större än med de andra metoderna. En svag tröst är att försökspersonerna tycks vara vagt medvetna om att de gör fel när de väljer ett falskt mål. Vid korrekta svar ligger den subjektiva säkerheten runt 90 %. Bäring har givit 92,5 %, Fritt tal 94 % och 3D-ljud 87 %. Vid felaktiga svar har motsvarande säkerhet legat runt 40 %. Bäring har givit 43 %, Fritt tal 48 % och 3D-ljud 33 %.

De redovisade försöken belyser en effekt som är vanlig, inte bara i militära sammanhang. Människor har en påfallande tilltro till kvalitén i ”teknisk” information. I fallet med invisning har de värnpliktiga litat både på den visuella bäring de matchat mot plotten av den inmätta målpositionen och den bäring de upplevt genom 3D-ljudet. Efter att ha sett hur väl siktets inriktning stämt med den plottade målpositionen har deras tilltro ökat. De har inte haft den minsta tanke på att till exempel målpositionen skulle kunna vara felplacerad. Med den noggrannhet som invisningen faktiskt haft har de i normala fall inte haft några problem att bekräfta målet med blotta ögat. Svårighetsgraden har varit avstämd så att de utan ansträngning skulle se målet om de sökte inom en vinkel motsvarande en fältkikare.

Vid invisning med 3D-ljud har försökspersonerna på motsvarande sätt litat på bäringen, men inte varit så noga med kontrollen av målet. Även om de inte sett målet har de i intervjuer sagt sig ”veta” att det funnits i den riktning de angett med siktet. De har litat mera på tekniken än på sin egen observationsförmåga.

ÖVERGRIPANDE DISKUSSION

I anslutning till ovanstående resultat och resultat från tidigare studier (Hörberg & Sandberg, 2003; Andersson m.fl., 2004) bör ett antal frågeställningar diskuteras:

- Precisionen i invisningen.
- Invisningsprinciper.
- Teknisk komplexitet och realiserbarhet.

Precisionen i invisningen verkar vara den enskilt viktigaste faktorn för att snabbt och säkert hitta målet. Målspaning i sektorer av storleksordningen 100 grader ger både meningslöst långa upptäcktstider och låga upptäcktssannolikheter, även mot relativt lätta mål. Med relativt lätta mål menas en tydligt exponerad helfigur i ett enkelt kamouflage på 150 till 250 meter i fullt dagsljus.

Traditionella, militära, invisningsmetoder har både varit svåra att förstå och alltför oprecisa (30 till 60 grader) för att ge godtagbar förbättring av prestationen. Förvisso ger all minskning av söksektorn en snabbare målupptäckt men det tyckts ha krävts en precision under 10 grader för att ge en rejäl förbättring av prestationen. Metoden Bäring har haft en teknisk noggrannhet på under en grad, vilket har givit de snabbaste och säkraste upptäckterna.

Invisningsprinciperna som använts har skiljt sig åt i fler avseenden än beträffande precision. Utgångspunkter för målangivning, fritt tal via radio och grafisk invisning på flygfoto har fodrat att soldaten kunnat läsa av terrängen för att hitta målet. Sikt, väder och ljusförhållanden kan troligtvis påverka möjligheten att invisa framgångsrikt med dessa metoder. De kräver också att verbala eller grafiska instruktioner omtolkas till positioner och föremål i terrängen, vilket leder till en högre kognitiv belastning på soldaten. Inverkan på metodernas kapacitet från olika former av psykisk stress och variationer i väder- och ljusförhållanden bör därför undersökas.

De andra prövade metoderna, klockmetoden med variationer, 3D-audio och bäringsmetoden ger en mer konkret instruktion om i vilken bäring målet finns. Metoderna är inte i lika hög

grad beroende av kognitiva funktioner hos soldaten och är därför troligtvis mindre känsliga för stress.

Teknisk komplexitet och realiserbarhet för de olika metoderna varierar i hög grad. De metoder som baseras på direkt tal eller tal via radio – Fritt tal, utgångspunkter för målangivning och klockmetoden med varianter – existerar redan. Metoderna är i dessa fall mer en fråga om rutiner, utbildning och ledningsprinciper än om teknik. Grafisk markering på ett flygfoto eller en karta kräver en fältanpassad grafisk display, positionsbestämningssystem, datakommunikation och någon form av bärbar dator på soldaten. Denna typ av system finns redan i dag som prototyper eller är under införande hos utländska förband.

Metoden Bärning kräver förutom detta en bärbar riktningssensor med större pålitlighet än vad dagens magnetkompasser har och med större noggrannhet över tid än vad som för närvarande finns hos dagens bärbara gyrokompasser. Hur informationen presenteras för soldaten så att den kan utnyttjas i strid är också ett olöst problem. Informationen kan visas integrerat i siktet eller på en separat display.

Den tekniskt mest komplicerade metoden är 3D-audio som ger en akustisk bäringsorientering till målet. Utöver tidigare nämnda tekniska behov erfordras stereohörlurar och ljudkort i den bärbara datorn.

Tekniskt komplexa system får inte innebära mera arbete, det vill säga mer utrustning att sköta om. Tanken är att tekniken ska underlätta arbetet för soldaten. Resultaten från försöken visar att detta är möjligt. En tekniskt komplicerad metod som Bärning har visat sig ge det i särklass bästa resultatet.

SLUTSATSER

- Bäringsmetoden ger de snabbaste och säkraste målupptäckterna.
- Soldaterna betraktar bäringsmetoden som enklast och pålitligast att använda.
- Invisning med fritt tal via radion är en bättre metod än målangivning med klockmetoden.
- Tekniskt komplexa system kan förenkla för soldaten.
- Förmåga att utnyttja metoderna under stress och i mörker måste studeras.

REFERENSER

Abildgaard, J., Jørgensen, T. (2005). Localization Performance of Real and Virtual Sound Sources. RTO-MP-HFM-123, Amersfoort, The Neatherlands, April 2005.

Andersson, P., Carlander, O., Hörberg, U., Jander, H., Lif, P., Sandberg, S. (2004). Målangivning. Rapport FOI-R--1445-SE, december 2004.

Carlander O. (2006). Perceived accuracy of horizontally distributed sounds of two 3D-audio display technologies (under utgivning).

Chen F., Carlander O. (2003) Localization of 3D sound in a noise environment
Conference paper IEA South Korea 2003.

Hörberg, U. & Sandberg, S. (2003). Målinvisning. Rapport FOI-R--1066--SE, december 2003.