

Ulf Hörberg och Stig Sandberg

Målinvisning



TOTALFÖRSVARETS FORSKNINGSPENSTITUT

Ledningssystem

Box 1165

581 11 Linköping

FOI-R--1066--SE

December 2003

ISSN 1650-1942

Användarrapport

Ulf Hörberg och Stig Sandberg

Målinvisning

Utgivare Totalförsvarets Forskningsinstitut - FOI Ledningssystem Box 1165 581 11 Linköping	Rapportnummer, ISRN FOI-R--1066--SE	Klassificering Användarrapport	
	Forskningsområde 8. Människan i totalförsvaret		
	Månad, år December 2003	Projektnummer E 7056	
	Verksamhetsgren 5. Uppdragsfinansierad verksamhet		
	Delområde 81 MSI med fysiologi		
Författare/redaktör Ulf Hörberg Stig Sandberg	Projektledare Stig Sandberg		
	Godkänd av		
	Uppdragsgivare/kundbeteckning FM		
	Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig Stig Sandberg		
Rapportens titel Målinvisning			
Sammanfattning (högst 200 ord) <p>Den framtida soldaten förväntas kunna utföra dagens uppgifter mera effektivt, förutom att kanske kunna utföra uppgifter som det hittills krävts flera individer i särskilt organiserade förband att utföra. Det kan till exempel gälla att inhämta information med speciella sensorer eller att leda fjärravfytrade vapen mot målet – för vilket det krävs invisningskapacitet. I intervjuer med officerare och värnpliktiga har många framhållit vikten av att förbättra förmågan att ange upptäckta mål och punkter som är av intresse att bedöma. Fyra experiment har därför genomförts med syfte att klarlägga egenskaper hos de metoder som används idag i jämförelse med laserutpekning och bildbaserad invisning.</p> <p>Försöken visar att alla former av invisning förbättrar möjligheterna att upptäcka målet. Klockmetoden har dock varit en osäkrare metod än de flesta förutsatt. För att nå en taktiskt acceptabel upptäcktssannolikhet måste invisningsnoggrannheten vara bättre än trettio grader. Det är önskvärt med en mycket precis angivelse, vilket till exempel en laserpekare kan ge i mörker. Invisning med laserpekare är lättförståelig, snabb och precis, men samtidigt avslöjande. Försöken har också visat att invisning med målläget markerat på bild fungerar som princip.</p>			
Nyckelord Målinvisning; Målangivning; Klockmetoden; Bildbaserad invisning; Målspaning; Bildförstärkare; Laserpekare; Framtidens soldat; MARKUS			
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 Command and Control Systems P.O. Box 1165 SE-581 11 Linköping	Report number, ISRN FOI-R--1066--SE	Report type User report
	Research area code 8. Human Systems	
	Month year December 2003	Project no. E 7056
	Customers code 5. Commissioned Research	
	Sub area code 81 Human Factors and Physiology	
Author/s (editor/s) Ulf Hörberg Stig Sandberg	Project manager Stig Sandberg	
	Approved by	
	Sponsoring agency The Swedish Defence Forces	
	Scientifically and technically responsible Stig Sandberg	
Report title (In translation) Target Indication		
Abstract (not more than 200 words) <p>The future soldier is expected to be more efficient in today's duties as well as able to perform new tasks, e.g. as a sensor operator or a forward controller of missiles and artillery. To accomplish that a target-designating capacity is needed. In interviews officers and conscripts have stressed the need for a better ability to indicate detected targets and points of interest. For that reason four experiments have been conducted, to evaluate the characteristics of today's methods in comparison with laser pointing and image based target spotting.</p> <p>The experiments show that all kind of target indication will enhance the detection performance. The clock-method has been more uncertain than expected. To reach an acceptable detection probability a target indication accuracy of more than thirty degrees is needed. It is desirable to have a very precise bearing, like that a laser pointer can give in darkness. This principle is easy to understand, quick and accurate, though unveiling. The trials have also shown that image based target indication is a working principle.</p>		
Keywords Target indication; Target spotting, Target-designating systems; Image intensified observation; Laser Pointer; Future Soldier		
Further bibliographic information	Language Swedish	
ISSN 1650-1942	Pages 17 p.	
	Price acc. to pricelist	

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	Sidan 2
ABSTRACT	3
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	4
BAKGRUND	4
INVISNINGSMETODER	5
FRÅGESTÄLLNINGAR	7
1. KLOCKMETODEN MOT PERIFERA MÅL	8
2. KLOCKMETODEN OCH LASERPEKARE MOT MÅL I FRAMÅTSEKTORN	10
3. BEDÖMNING AV KLOCKSLAG	11
4. FYRA INVISNINGSPRINCIPER	15
SLUTSATSER	17

BAKGRUND

Teknikutvecklingen ställer i utsikt att varje soldat kommer att kunna ges mera kvalificerade uppgifter än idag och bättre förutsättningar att lösa de traditionella uppgifterna. Parallellt med sin traditionella roll kan soldaten komma att bli operatör av sensorer och fjärravfytrade vapen. Det är framför allt utvecklingen av material och miniatyriseringen av elektronik och optronik som ger nya möjligheter. Med hänsyn till individens kapacitet och arbetsbelastning måste dock ny teknik integreras på ett sätt som han kan hantera. Systemet som helhet måste klara en situation med hög stress och osäkerhet. Det är ingen idé att införa teknik som soldaten inte förmår överblicka och hantera, eller som han inte orkar bära.

Filosofin inom projektet Den framtida soldatens behov är att sätta individen och den lägsta förbandseheten i centrum. Av förmågorna stridseffektivitet, situationsmedvetenhet genom ledning och underrättelser, rörlighet, överlevnad och uthållighet prioriteras stridseffektivitet. Inriktningen är vidare att soldaten skall kunna genomföra strid under alla förhållanden, även de mest ogynnsamma. Det kan gälla att hantera såväl korta reaktionstider i stadsmiljö som utdragen strid i arktisk kyla, mörker och nedsatt sikt.

Den viktigaste målsättningen är att soldaten skall hitta alla mål först, för att därigenom kunna välja att skjuta först eller på annat sätt agera i förhand!

En viktig förutsättning för att lyckas med målsättningen är att kunna hantera upptäckta mål och mera diffusa hot. Denna hantering är en viktig del av den situationsmedvetenhet som måste känneteckna alla soldater i alla förband. Var och en måste veta var han har sina kamrater och var motståndaren finns. Förhoppningsvis kommer ledningssystemet att kunna bidra med underrättelser och en gemensam lägesbild. Varje förband måste snabbt hitta målen, göra en korrekt bedömning av dem och effektivt fördela dem på skjutande enheter.

För att nå framgång fordras samverkan såväl inom förbandet som mellan förband. Autonoma system som detekterar, lagrar och anger potentiella mål kan troligen vara till hjälp, liksom IK-system som underlättar identifiering av egna enheter. Ett stridstekniskt nätverk, med vilket man kan invisera eller utnyttja andra sensorer än sina egna och invisera både direktriktad eld och indirekta långräckviddiga precisionsvapen är också önskvärt.

Förmågan att kunna visa in eller peka ut mål, mäta in mål och kommunicera mållägen eller speciella punkter av intresse är en väsentlig del av den framtida soldatens förmåga. Det kan gälla allt från snabba oförberedda lägen på korta stridsavstånd inom gruppen till målangivning för attackflyg. Problemen berör hur invisningsinformation genereras, till exempel målinmätning

med multifunktionslasrar, hur denna information överförs till mottagaren, hur mottagaren kan utnyttja denna information och vilken precision som fordras för att processen skall utgöra ett stöd för individen. I denna rapport redovisas det stöd ett antal traditionella invisningsmetoder ger.

Om invisningsinformationen kan överföras som bilder och kartoleat har människor större förutsättningar att ta till sig den än om de måste tolka siffror eller annan syntetisk information. Att värdera bildbaserad information i en realistisk miljö är därför av stor vikt. Tekniken är ännu inte mogen för överföring av realtidsbilder på lägsta nivå. Bildkvaliteten är otillräcklig, transmissionen ställer till stora bekymmer och kostnaden är oacceptabel. Ett begränsat bildfält försvårar till exempel invisning och kommunikation. Dålig upplösning ökar behovet av stöd för målfångning och identifiering. Principiella prov med bildbaserad invisning är dock möjliga och ett metodförsök har genomförts som ett första steg för att värdera principen och hitta tekniska lösningar.

INVISNINGSMETODER

För att kunna peka ut mål, potentiella hot eller speciella punkter av intresse måste soldaten kunna utnyttja olika stödsystem för informationsöverföring och presentation. I nuläget saknas sådana system vid markförbanden, med undantag för ledningsstödet i stridsvagn 122-förbanden. Vid dessa är dock kapaciteten begränsad till att föra över positioner i form av grafiska symboler. De överförda symbolerna presenteras överlagrat på en fältkarta. Överföring av sensorbilder kan inte ske mellan vagnarna.

Principiellt kan invisning ske med hjälp av

- talsamband
 - i förhållande till en referensriktning
 - med hjälp av terränreferenser
 - med hjälp av karta
 - i kombination med utpekning
- målinmätning, i form av
 - bäring
 - bäring och avstånd
 - position i tre dimensioner
- optiskt – mekaniskt, som i ett stridsfordon när vagnchefen invisar skytten
- kartoleat i ett ledningssystem
- fjärrstyrning, till exempel av en kamera
- utpekning med laserpekare
- beskjutning med spårljus

På lägsta nivå bör invisning kunna ske från

- en enskild soldat till alla soldater i gruppen
- en enskild soldat till gruppens plattform eller farkost
- från plattformen till de enskilda soldaten
- mellan farkoster eller plattformar
- mellan enskilda soldater i angränsande förband

Invisning bör kunna ske

- mot en godtycklig punkt i terrängen
- mot en godtycklig punkt i bebyggelse, t ex mot fönster och i stora höjdvinklar
- mot stillastående mål
- mot rörliga mål

- mot ytmål
- från en rörlig plattform
- dygnet runt i alla miljöer
- på alla infanteriavstånd
- snabbt
- med stor noggrannhet i avstånd, bäring och höjdinkel
- lättförståeligt

För att få en uppfattning om hur invisning sker vid markförband har författarna följt övningar och intervjuat såväl officerare som värnpliktiga. Utbildningsbefälens uppfattning har i regel varit att utgångspunkter för målangivning endast används i lägen då god tid till förberedelser står till förfogande, till exempel vid försvarsstrid från stridsställning. I dynamiska lägen har i de flesta fall endast klockmetoden kommit till användning. En återkommande kommentar har varit att "klockmetoden fungerar alltid". Flera har framhållit att det är den enda metod som fungerar i dimma och rök.

De invisningsmetoder som använts av markförband är

- Klockmetoden
- Utgångspunkter för målangivning
- Kartangivelse
- Riktningangivelse
- Direktangivning muntligt
- Utpekning, till exempel med armen
- Utpekning med laserpekare
- Beskjutning med spårljus

Med klockmetoden anges

1. En utgångspunkt i terrängen
2. En riktning, i form av ett klockslag
3. En vinkel från klockslaget, alternativt en plats
4. Objektets karaktär

Ett mål kan till exempel anges med "Masten, klockan 11, vägslutet, patrull". Masten står då för referensriktningen "klockan 12". Oftast anges bara "Klockan 10, skyttar".

Med utgångspunkter för målangivning (UPM) anges

1. En eller flera utgångspunkter i terrängen, vilka namnges
2. En riktning – vänster eller höger
3. En vinkel, oftast i form av ett antal fingrar
4. Objektets karaktär

Ett mål anges till exempel med "Kiosken, höger, 4 fingrar, stridsvagn". Kiosken utgör då en utgångspunkt för målangivning och 4 fingrar anger avståndet i vinkelled från utgångspunkten. I enlighet med SoldF definieras tre fingrar som 100 streck = milliradianer.

Vid en renodlad riktningangivelse kan målet anges som "Snett vänster, observatör" eller "Vänster, vänster, skyttar". I det första fallet skiljer man ibland på "Rakt fram", "Omedelbart vänster", "Snett vänster" och "Rakt till vänster", i enlighet med SoldF. I det senare fallet kanske bara "Vänster" och "Vänster, vänster" förekommer, det senare för att beteckna snett bakåt. Varianterna är många.

Muntlig direktangivning utgår från ensartade objekt, till exempel "Kyrktornet, prickskytt". Om det inte finns några möjligheter att missta sig kan detta vara en snabb och säker metod, i likhet med laserutpekning på natten eller beskjutning med spårljus.

Vid intervjuerna med officerare och soldater har oenigheten varit stor om vilket begrepp som bäst speglar funktionen att ange och överföra mållägen. Invisning har för de flesta varit en alltför teknisk term som förknippats med luftvärn och flygvapenförband. Tre av trettio värnpliktiga har dock lagt sin röst på invisning. Mållokalisering har fått två röster av de värnpliktiga, men har av flera officerare associerats med underrättelsetjänst. Striden har stått mellan målangivning och målutpekning. Ungefär hälften av officerarna har valt målangivning, övriga har ibland associerat detta begrepp med en förklaring – någonting som inte är så exakt. En stor majoritet av de värnpliktiga – tjugotvå stycken – har dock valt målangivning. Hälften av officerarna och tre värnpliktiga har valt målutpekning, som dock av flera officerare tolkats som utpekning för hand.

Många av officerarna har inte ansett att invisning utgör något problem, medan andra hävdar att det är ett av de svåraste och mest väsentliga att lösa. De som inte kunnat se problemet har sagt sig ha goda erfarenheter från övningar och skjutningar. Flera har dock fört ett resonemang om att den goda erfarenheten kan bygga på ett anpassat målspel, som många gånger varit mycket tydligt för att ge positiv träningseffekt. Andra har pekat på att simulatorutrustningen med dess begränsningar kan ha påverkat uppfattningen.

Flera officerare har haft den största respekt för problemen med invisning. De har som exempel framhållit att det ibland varit mycket svårt att få hela gruppen att uppmärksamma vad som hänt, att väder och vind ställt till problem, att bristen på gruppsamband gjort att gruppchefen inte vetat om alla varit klara och förstått, att några har flyttat sig till bättre ställningar men blivit svåra att nå, att brist på ammunition gjort en annan målfördelning önskvärd och att gruppchefen ofta behövt agera under tidspress och förflyttat sig mycket för att få ut budskapet. Slutsatsen har varit att invisningsproblemet mycket väl vara avgörande i flertalet stridssituationer.

Vid övningar har många värnpliktiga – särskilt skyttar – tagit upp invisningsproblemet spontant. En stor del av de intervjuade har också önskat någon form av tekniskt stöd för att förbättra förmågan. Tio av de trettio värnpliktiga har ansett att problemet kan vara helt avgörande för stridseffekten. Alla utom fem har understrukit att detta måste vara fallet vid mörkerstrid.

FRÅGESTÄLLNINGAR

För att öka överskådligheten har samtliga frågeställningar samlats under en rubrik. De tre första experimenten har genomförts i mörker, det sista i dagsljus.

Experiment 1: Klockmetoden mot perifera mål

- Ger klockmetoden tillräcklig information för att vid framryckning underlätta upptäckt av såväl stora som små orörliga mål?
- Har observatören en tillräckligt god uppfattning om vad gruppchefen menar med "klockan 12"?

Experiment 2: Klockmetoden och laserpekare mot mål i framåtsektorn

- Är klockmetoden lika effektiv som laserpekare vid invisning mot mål i framåtsektorn?
- Har målets position i förhållande till "klockan 12" någon betydelse?

Experiment 3: Klockmetoden – bedömning av klockslag

- Med vilken precision pekar värnpliktiga ut klockslag?
- Hur stor är variationen från gång till gång?
- Hur stor är variationen mellan klockslag?

Experiment 4: Fyra invisningsprinciper

- Förkortas tiden till upptäckt då invisningssektorn minskar?
- Är utgångspunkter för målangivning säkrare än klockmetoden?
- Går det att använda bildbaserad invisning i stället för utgångspunkter för målangivning?

1. Klockmetoden mot perifera mål

Syftet har varit att undersöka om klockmetoden ger en tillräckligt god invisning för att med det relativt stora bildfältet hos en bildförstärkare snabbt hitta mål av varierande storlek. Försöket har genomförts i mörker, i skogsterräng med god överblick inom hela framåtsektorn.

METOD

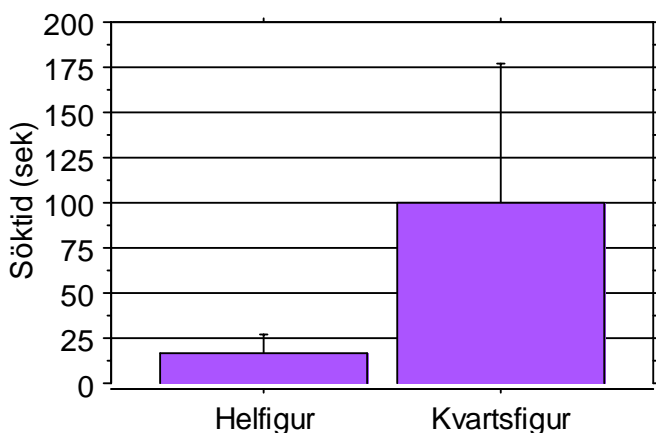
Sammanlagt tolv försökspersoner har testats. Försöksledaren har förflyttat sig tillsammans med en av försökspersonerna genom öppen tallskog och ungtallbestånd. Försöksledaren har agerat gruppchef och pekat ut referensriktningen ”klockan 12” med laserpekare. Med denna metod kan försökspersonerna inte missta sig på referensriktningen. Utpekning har skett upprepade gånger och efter sista utpekningen har försökspersonerna förflyttat sig cirka åtta meter innan de stoppats. Försöksledaren har då ställt uppgiften att ”söka mål klockan 11”. Målet har alltid befunnit sig 41° till vänster om ”klockan 12”.

Hälften av försökspersonerna har haft en helfigur som mål, medan övriga haft en kvartsfigur. I båda fallen har det varit en soldat med uniform 90, omaskerat ansikte och gröna handskar. I stående ställning har eldhandvapnet burits i färdigställning och tre fjärdedelar av soldaten har varit synliga. I liggande ställning har vapnet varit riktat tio meter framför observatören och målet har liknat en något förstörad kvartsfigur. Målet har uppträtt bakom en kulle på 29 m avstånd och har av alla uppfattats som realistiskt.

Efter förförsök har försökspersonerna fått fem minuter på sig att hitta målet, i stället för som planerat två minuter. Direkt efter upptäckt har de pekat ut referensriktningen ”klockan 12” med samma laserpekare som de använt för att peka ut målet. Alla inblandade har använt bildförstärkare av generation tre, av typ AN/PVS-14 Omni III+ med 40° bildfält. Laserpekaren har varit av typ ILEE TwinBeam med 0.005 mW effekt. Allmänbelysningen har växlat mellan 0.9 millilux och 1.4 millilux, mätt med Hoffman TSP-410.

RESULTAT

Observatörerna har efter invisning ”klockan 11” haft lätt att hitta soldaten som helfigur. Att däremot hitta honom som kvartsfigur har som framgår av figur 1 varit betydligt svårare. Direkt efter sökuppgiften har samtliga observatörer kunnat peka ut ”klockan 12” inom $\pm 2^\circ$.



Figur 1: Tid till upptäckt av en soldat i uniform 90, i form av helfigur respektive kvartsfigur placerad 41° till vänster om "klockan 12". På de breda staplarna har nittiofemprocentiga konfidensintervall plottats för att återge variationen.

Vid invisning mot helfiguren har söktiderna varierat mellan 7 sekunder och 34 sekunder. Mot kvartsfiguren har de varierat mellan 14 sekunder och 212 sekunder. Medelvärde och standardavvikelse framgår av tabell 1. Den förväntade variationen framgår av konfidensintervallen i figur 1 och som figuren visar är skillnaden i söktid mellan målstorlekarna avsevärd.

Tabell 1: Medelvärde och standardavvikelse för tid till upptäckt, vid invisning mot en helfigur och en kvartsfigur "klockan 11".

Målstorlek	Medelvärde	Standardavvikelse
Helfigur	16,3 sek	10,2 sek
Kvartsfigur	100,5 sek	72,9 sek

DISKUSSION

Uppgiften att hitta helfiguren har varit relativt enkel. Att det ändå tagit cirka femton sekunder har med osäkerhet och otillräcklig erfarenhet att göra. Dels har observatörerna inte varit säkra på vad "klockan 11" inneburit i terrängen, dels tar en bildförstärkarbild alltid en viss tid att tolka. De flesta har börjat söka efter målet alldeles för nära "klockan 12", kanske för att som någon uttryckt det "inte missa något". Andra har tydligt givit uttryck för osäkerhet om de riktningar klockslagen representerar. Någon har framfört att uppgiften varit lättare om målet angivits "snett till vänster". Att försökspersonerna inte haft några problem att peka ut "klockan 12" beror sannolikt på att de fått denna riktning utpekad med laserpekare.

Den otillräckliga erfarenheten har visat sig i att alltför få letat tillräckligt koncentrerat tillräckligt långt från "klockan 12". Flera har haft uppfattningen att de inom ett bildfält på 40° relativt enkelt skulle se målet. De har inte tänkt på att tolka invisning och upptäcka mål är central perceptuell och kognitiv uppgift som fordrar koncentration.

Försökspersonerna har känt till att målet varit klätt i den svenska uniformen, men inte hur stor yta som skulle exponeras. Några har dock antagit att målet skulle utgöras av en helfigur, varför de blivit överraskade av svårighetsgraden då målet varit "så litet". Klockmetoden har inte givit tillräckligt god invisning för att detaljstudera terrängen inom ett begränsat område. En söktid mot kvartsfiguren på i genomsnitt hundra sekunder är knappast taktiskt acceptabel. Det behövs en mera precis målangivelse!

2. Klockmetoden och laserpekare mot mål i framåtsektorn

Klockmetoden används som standardförfarande för invisning vid förflyttning. Den förutsätter att gruppens medlemmar håller förflyttningsriktningen "klockan 12" aktuell. Gruppchefen uppdaterar med jämna mellanrum denna riktning, vilken gruppen är av naturliga skäl är mest koncentrerad på. Mål kan därför förväntas upptäckas snabbare i framåtsektorn än i andra riktningar. För att jämföra klockmetodens effektivitet med ett mera precist förfarande har laserpekare använts för invisning som alternativ till "klockan 12". Försöket har genomförts i mörker.

METOD

Tolv individer har deltagit i försöket. De har varit uppdelade i två grupper och blivit invisade antingen med klockmetoden eller med laserpekare. De har förflyttat sig framåt utan att stanna och på 26 m avstånd från målet har de blivit invisade, antingen med "sök mål kl 12" eller genom att försöksledaren under en sekund pekat med laserpekare alldeles under målet. "Klockan 12" har varit utmärkt med ett svagt nära infrarött kemljus. Referensriktningen har därför inte angivits på annat sätt. Var och en av försökspersonerna har haft i uppgift att söka målet i två positioner. Det centrala målläget har varit fyra grader till höger om "klockan 12" och det perifera fjorton grader till höger, alltså nära gränsen till "klockan 1".

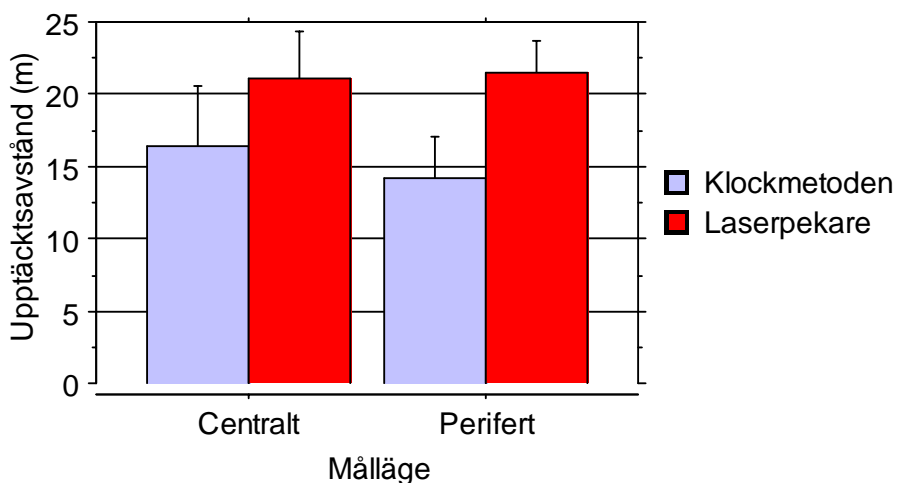
Försökspersonerna har följt en djurstig genom ungtallbestånd med fri sikt i huvudhöjd. När de efter invisning upptäckt målet och pekat ut det med laserpekaren har försöksledaren markerat platsen. Avståndet vid målupptäckt har senare mätts upp med måttband. Målet har varit klätt i en civil grå jacka med kapuschong, grå byxor och grå handskar. Genom att det har stått inne i ett ungtallbestånd, delvis varit täckt av sly och haft mycket låg kontrast mot omgivningen har det haft hög svårighetsgrad. Målläget har uppfattats som mycket realistiskt.

Försökspersonerna har använt samma typ av bildförstärkare och samma typ av laserpekare som i det första experimentet. Försöksledaren har angivit målet med en likartad laserpekare. Eftersom allmänbelysningen växlat mellan 0.6 millilux och 1.1 millilux, mätt med Hoffman TSP-410, har försöket genomförts under relativt mörka förhållanden. Målbelysningen har varit 0.7 millilux och genom att målet haft uppfälld kapuschong har ansiktet legat i skugga.

RESULTAT

Försökspersonerna har haft betydligt lättare att hitta målet då det markerats med laserpekare än då de sökt inom hela sektorn "klockan 12". Upptäcktsavstånden framgår av figur 2 och tabell 2. Skillnaderna mellan invisningsmetoderna är signifikant ($F=53.71/df=1$, $p<0.001$). Däremot är det ingen skillnad mellan mållägena ($F=0.29/df=1$, $p=0.60$) och det förekommer ingen interaktion mellan målläge och invisningsmetod ($F=0.65/df=1$, $p=0.44$).

Invisning med klockmetoden har i genomsnitt givit 15.3 m upptäcktsavstånd, med en variation mellan 10,2 m och 21.0 m. Med laserpekare har genomsnittsavståndet blivit 21.3 m, med en variation mellan 16.3 m och 24.2 m.



Figur 2: Upptäcktsavstånd vid invisning med klockmetoden respektive laserpekare, då målet befunnit sig 4° respektive 12° från referensriktningen.

Tabell 2: Medelvärde och standardavvikelse för tid till upptäckt av ett centralt och ett perifert placerat mål, med klockmetoden respektive med laserpekare.

Metod	Målläge	Medelvärde	Standardavvikelse
Klockmetoden	Centralt	16,4 m	4,1 m
Klockmetoden	Perifert	14,2 m	2,8 m
Laserpekare	Centralt	21,0 m	3,2 m
Laserpekare	Perifert	21,5 m	2,2 m

DISKUSSION

Såväl för försökspersonerna som för utomstående betraktare har det varit uppenbart att utpekning av målet med laserpekare både varit säkrare och snabbare än invisning med klockmetoden. I princip har försökspersonerna sett målet direkt vid utpekning, men de har varit tveksamma på grund av den låga kontrasten. Även vid invisning med klockmetoden kan de ha tvekat en stund, men upptäcktsavstånden har varit märkbart kortare.

Bättre förutsättningar än att leta mål i en tydligt utmärkt framåtsektor går knappast att uppbringa idag. Risken att komma i andra hand vid användning av klockmetoden är därför uppenbar. Att använda laserpekare innebär en risktagning om motståndaren använder bildförstärkare. Det kan inte vara tillrädlig annat än under speciella omständigheter. Vid strid är det däremot ett mycket effektivt sätt att påkalla uppmärksamhet.

För invisning i normala situationer utan strid skulle det vara önskvärt med en betydligt mera precis utpekning av mål och andra objekt än som är möjlig idag. Inte minst för att kommunicera – vare sig det gäller att fastställa identitet eller besluta om åtgärder – fordras en större noggrannhet. Det tar för lång tid att hitta potentiella mål idag.

3. Klockmetoden – bedömning av klockslag

En förutsättning för att klockmetoden skall fungera är att soldaterna har en realistisk uppfattning om klockslagets läge. Detta har vid de inledande studierna kunnat ifrågasättas. Värnpliktiga har därför under experimentell kontroll fått peka ut samtliga klockslag utom rakt bakåt eller "kl 6".

METOD

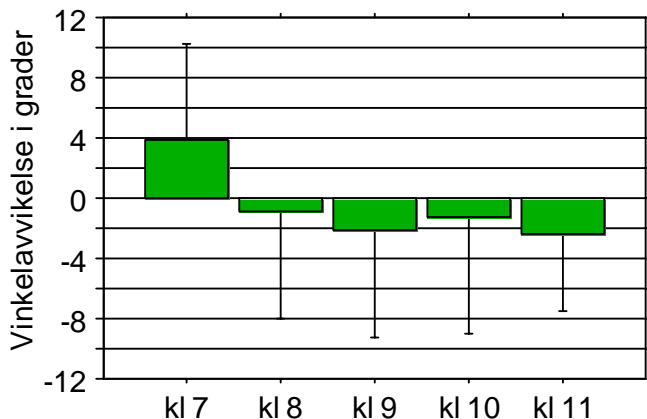
Femton bevakningsvärnpliktiga har i mörker, med hjälp av laserpekare, pekat ut klockslagen till vänster och till höger om "klockan 12". Alla klockslag utom referensen "klockan 12" och "klockan 6" har bedömts tre gånger. Ingen åtskillnad har gjorts mellan klockslagen till höger och till vänster om "klockan 12". "Klockan 9" i analysen kan därför representeras av en bedömning "klockan 3" och två bedömningar "klockan 9".

Som "klockan 12" har försöksledaren valt avlägsna referenspunkter, i första hand lampor på radiomaster, men även månen och tydliga grantoppar. Försökspersonerna har fixerat "klockan 12" och med sträckt arm och laserpekare pekat på det klockslag försöksledaren angett. De har fått byta position efter varje bedömning och inledningsvis har de tränat på uppgiften, för att verkligen peka i armens förlängning. På grund av en diffus belysning från månen har de kunnat se armen.

Bedömningarna har gjorts i öppen skogsterräng, varför laserpunkten projicerats på avstånd över hundra meter. Försöksledaren har observerat laserpunkten med bildförstärkare och mätt bäringen med en Leica Vector 1500. Laserpekaren har haft våglängden 860 nm och en effekt av 0.1 mW.

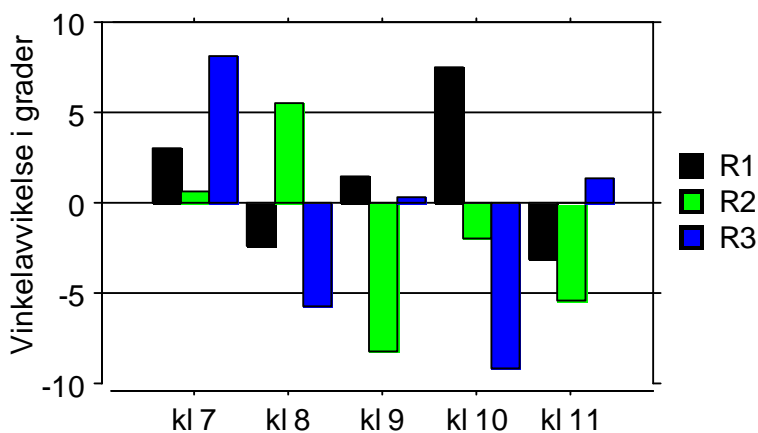
RESULTAT

I analyserna anger plus- och minustecken bedömningsfelens riktning. Minus betyder till vänster om klockslaget. I figur 3 har alltså försökspersonerna i genomsnitt bedömt "klockan 9" som två grader i riktning mot "klockan 8". Variansanalys visar att skillnaden mellan klockslagen inte är signifikant ($F=1.93/df=4$, $p=0.12$). Detsamma gäller mellan replikationerna ($F=0.27/df=2$, $p=0.76$) och det föreligger ingen interaktion mellan klockslag och replikation ($F=0.81/df=8$, $p=0.59$). Tabell 3 anger medelvärden och standardavvikelse.



Figur 3: Medelavvikelsen för respektive klockslag, jämte nittiofemprocentiga konfidensintervall. Minustecken innebär bedömning till vänster om klockslaget.

Den genomsnittliga variationen mellan de tre bedömningarna speglas av figur 4, av vilken det framgår att bedömningsfelen går i båda riktningarna. Variationen, i form av konfidensintervall, är dock genomgående större än medelavvikelsen.

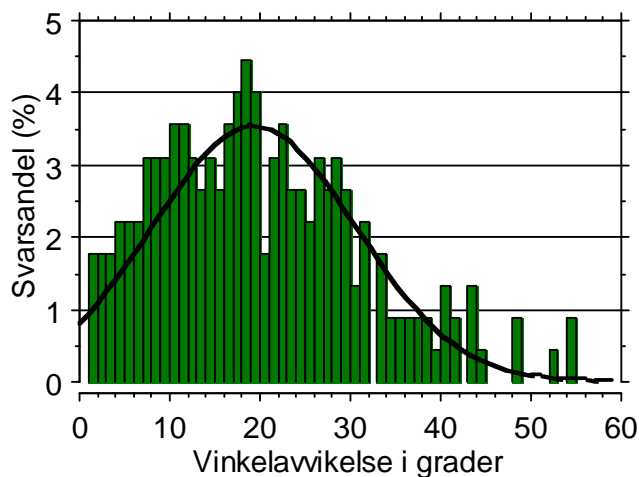


Figur 4: Skillnad mellan första, andra och tredje bedömningen, kallade R1, R2 och R3.

Tabell 3: Medelvärde och standardavvikelse för bedömning av respektive klockslag.

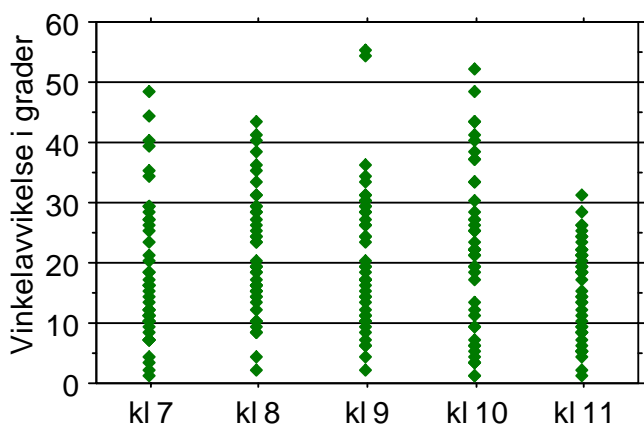
Klockslag	Medelvärde	Standardavvikelse	Variationsvidd
Kl 7	+3.9°	21.1°	-29° till +48°
Kl 8	-0.9°	23.7°	-43° till + 38°
Kl 9	-2.2°	23.7°	-55° till +54°
Kl 10	-1.2°	25.8°	-48° till +52°
Kl 11	-2.4°	17.2°	-31° till +26°

Eftersom bedömningarna principiellt i genomsnitt inte avviker från rätt riktning behandlas bedömningsfelen i fortsättningen utan tecken! Som framgår av figur 4 är avvikelsen från respektive klockslag i genomsnitt normalfördelad.



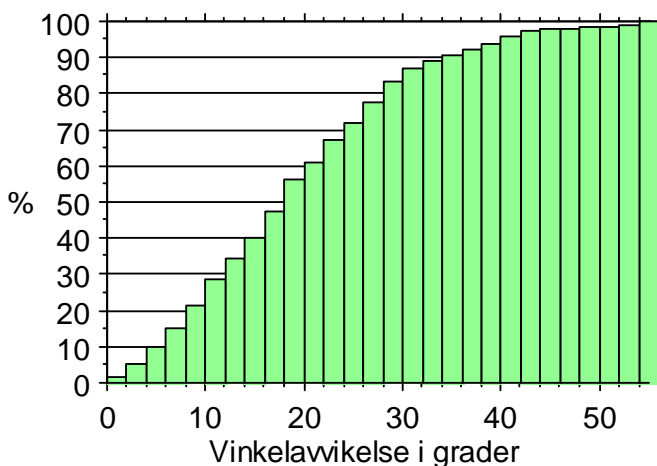
Figur 4: Avvikelse från aktuellt klockslag för samtliga bedömningar, oavsett riktning. Som referens är en normalfördelning inlagd.

Spridningen mellan enskilda bedömningar är stor, vilket framgår av figur 5. Varje bedömning har plottats som en absolutavvikelse.



Figur 5: Absolut avvikelse från respektive klockslag för samtliga bedömningar.

I genomsnitt har avvikelsen varit 19.3°, med en standardavvikelse på 11.3°. Det framgår också av figur 6, i vilken samtliga bedömningar plottats kumulativt i femgradersintervall. Variationen mellan försökspersoner är begränsad. I medeltal har de avvikit från respektive klockslag med mellan 14.8° och 25.0°, med en standardavvikelse varierande mellan 8.3° och 15.0°. Den stora variationen döljer eventuella skillnader mellan individerna.



Figur 6: Fördelning av samtliga bedömningars avvikelse från respektive klockslag.

DISKUSSION

Bedömningarna har något olika karaktär beroende på klockslag. Bedömningar av "klockan 7" har aldrig förlagts till vänster om "klockan 6", men väl en grad till höger. Till skillnad från övriga klockslag har "klockan 7" bedömts ligga till höger om den verkliga riktningen. Av 45 bedömningar har dock 21 förlagts till vänster om detta klockslag. Samma princip gäller "klockan 11", om än åt andra hållet. Av naturliga skäl har ingen passerat "klockan 12", men kommit så nära som fyra grader och sex grader. Det är denna osäkerhet som präglar bedömningarna. Varje individ skiftar mellan höger och vänster, ibland tiotals grader.

Variationen är så stor att invisning med klockmetoden knappast ger den precision metoden förutskickar. Med bedömningsfelet inkluderat motsvarar den snarast två klockslag. Även om medelfelet är litet ger två standardavvikelseenheter en förväntad osäkerhet i storleksordningen

50°. Det är tveksamt om det går att hitta annat än rörliga mål och högkontrastmål med denna osäkerhet.

4. Fyra invisningsprinciper

Med hänsyn till erfarenheterna av klockmetodens osäkerhet har fyra metoder testats dagtid i ett försök. Klockmetoden har jämförts med en tre gånger så stor söksektor, kallad fri sökning. Den har också jämförts med två metoder för noggrann invisning. Den första av dessa används ibland i förberedda lägen och kallas utgångspunkter för målangivning. Den andra bygger på tidigare studier av videobaserad överföring.

METOD

Nio observatörer har i ett fältexperiment letat efter en kamouflerad person i eklandskapet söder om Linköping. Målet har varit anpassat till den grå, gula och bruna terrängen genom ett jaktkamouflage, i form av en tunn brun överdragsjacka med bred huva som bundit samman huvudet med axlarna och som varit kompletterad med ett nät för ansiktet. Nedanför jackan har målets blå jeans varit synliga. Syftet har inte varit att gömma målet. Det har dock varit nödvändigt att anpassa det till terrängen, eftersom normalt mörka kläder givit för hög kontrast. Tanken har varit att om försökspersonerna letat i rätt terrängparti skulle de utan svårighet kunna se målet.

Försökspersonerna har observerat tolv mållägen, vilka slumpats bland totalt tjugotre stycken. Alla positioner har varit inmätta med vinkelgivare, med 0.04 graders noggrannhet. Med ledning av vinklarna har mållägena omvandlats till angivelser i "fingrar", vid användning av utgångspunkter för målangivning (UPM). I enlighet med SoldF har 100 milliradianer eller streck översatts till tre "fingrar".

Vinkeln mellan målläget längst till vänster och längst till höger har varit 89°. Hela söksektorn har begränsats av tydliga terrängpreferenser till 92°. Mållägena har varit relativt jämnt fördelade över sektorn. I varje läge har målet i princip uppträtt som halvfigur, dock med variation från ¼-figur till förstorad tredjedel. Det har ofta stått i kanten av en buske, ibland på framslutningen av en ås och ibland på bakslutningen. Avstånden har därför varierat mellan 180 m och 247 m.

Försöket har genomförts på senhösten, varför terrängen varit avlövad. Förhållandena har växlat påtagligt. Ibland har en lågt stående sol kastad släpljus över landskapet, med snabbt skiftande förutsättningar som följd. Både försöksledaren och försökspersonen har gjort en bedömning av målets svårighetsgrad på en femgradig skala. Med detta riktade ljus har vissa mållägen ändrat svårighetsgrad från 1 till 5 från moment till moment. I regel har dock ljuset varit diffust på grund av en disig atmosfär. Det har genomgående varit ett fåtal plusgrader och svag vind. Totalt har allmänbelysningen varierat mellan 3100 lux och 17 200 lux och den genomsnittliga luminansen i målterrängen har varierat mellan 135 cd/m² och 810 cd/m². Spaningsbetingelserna har därför varit optimala.

De invisningsmetoder som jämförts är

- Fri sökning inom en sektor av 90°
- Klockmetoden, d v s invisning inom en trettiogradersektor
- Utgångspunkter för målangivning (UPM), med en utgångspunkt till vänster och en till höger i sektorn
- Videobaserad punktinvisning

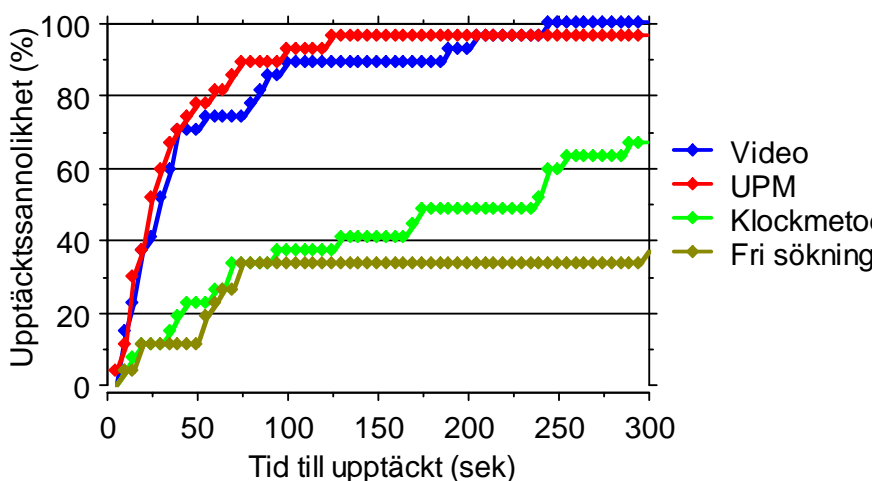
Varje försöksperson har använt alla fyra metoderna och spanat efter tre mål med var och en av metoderna. De har varje gång haft fem minuter på sig att upptäcka målet. Då de trott sig ha upptäckt målet har försöksledaren stoppat ett tersur, varefter de fått peka ut målet med ett rödpunktssikte på stativ. Om de haft rätt har försöksledaren klockat en andra tid då siktet varit inriktat. Om de gjort en felbedömning har tiden fortsatt att löpa.

Vid fri sökning har de inte fått någon ytterligare hjälp än att de kunnat studera målet på nära håll. Vid invisning med klockmetoden har de fått söka mål i riktning "klockan 11", "klockan 12" och "klockan 1". Som referens har försöksledaren pekats ut "klockan 12", i form av ett tydligt träd. Som utgångspunkter för målangivning har till vänster mellanrummet mellan två stora stenar och till höger ett ljust torrt träd tjänat. I förhållande till dessa utgångspunkter, som också pekats ut och benämnts, har målets position angivits med riktning och antal fingrar.

Som fjärde invisningsmetod har en bild av målterrängen med en markering av målets position förmedlats till försökspersonen. Bilden har genererats av en videokamera placerad bakom ett rödpunktssikte och försökspersonen har betraktat bilden på en mindre LCD-monitor. Monitorn har varit orienterad mot "klockan 12". Kameran, som varit placerad fem meter till vänster om monitorn, har varit av märket TM-3000SCH. Den har en 1/3" färg-CCD och ger 480 TV-linjers upplösning. Tillsammans med ett 50 mm/1.4 Cosmicar-objektiv ger den 5.5° horisontellt bildfält. Kameran har varit placerad på ett stativ bakom ett rödpunktssikte av typ Aimpoint CompM2. Bilden har överförts via kabel till en 5.5" LCD-monitor i Sony DSR-V10P. Rödpunkten har placerats alldeles under målet.

RESULTAT

För att besvara frågeställningarna räcker det med att betrakta figur 7. Den visar en kumulativ fördelning av tiderna till upptäckt. Som framgår av figuren har alla mål hittats vid videoinvisning och alla mål utom ett (96 %) med hjälp av utgångspunkter för målangivning. Efter fem minuter har försökspersonerna hittat 67 % av målen med hjälp av klockmetoden och 37 % med hjälp av fri sökning.



Figur 7: Kumulativ fördelning av tid till upptäckt med metoderna fri sökning, klockmetoden, utgångspunkter för målangivning (UPM) och videoinvisning.

Under en dryg minut följs klockmetoden och den fria sökningen åt. Därefter har endast de som använt klockmetoden hittat ytterligare mål. Av de upptäckter som gjorts har det i genomsnitt tagit 71 sek vid fri sökning, 120 sek med klockmetoden, 34 sek med UPM och 53 sek med bild-

invisning. Vid fri sökning har en upptäckt skett efter nästan fem minuter, vilket påverkar medelvärdet. På samma sätt bidrar tre långa tider vid videoinvisning till skillnaden mot UPM.

På grund av svårigheterna vid fri sökning och invisning med klockmetoden har endast UPM och videoinvisning kunnat variansanalyseras. Det är ingen skillnad mellan metoderna ($F=1.52/df=1$, $p=0.26$), det är ingen skillnad mellan de tre bedömningarna ($F=1.75/df=2$, $p=0.21$) och det föreligger ingen interaktion mellan metod och replikation ($F=0.34/df=2$, $p=0.72$).

DISKUSSION

Ett problem har varit att anpassa svårighetsgraden till sökuppgiften. Målsättningen har varit att försökspersonerna skulle kunna upptäcka målet relativt enkelt med sitt centrala seende, men inte kunna upptäcka det med det perifera seendet. Upptäckten skulle med andra ord vara ett resultat av avsökningsstrategin. På grund av olikheter i moln- och belysningsförhållanden har svårigheterna att hitta målet varierat mellan försökspersonerna och förutsättningarna har skiftat från moment till moment. Det finns därför ingen grund för att analysera olikheter mellan individerna. Förhoppningsvis har variationerna i ljusförhållanden balanserats ut mellan de olika betingelserna trots det begränsade antalet observationer.

Det föreligger en tydlig skillnad mellan olika invisningsmetoder. Framför allt mellan å ena sidan metoderna video och UPM, vilka båda ger en snäv invisning, å andra sidan klockmetoden och fri sökning, som båda ger en bred söksektor. Fri sökning, klockmetoden och UPM har inneburit en gradvis insnävning av söksektorn, från 90° över 30° till högst 5° à 10° . Videoinvisning är en kvalitativt annorlunda metod där målet pekats ut mycket noggrant. Svårigheten för observatören har varit att avgöra från vilket terrängparti bilden varit tagen. Metoden har varit något långsammare än UPM men helt säker. Tidsdifferensen beror dock troligen på tillfälligheter som fått ett stort genomslag på grund av det begränsade antalet observationer.

Resultaten av studien visar att observatörerna har behov av invisning och att den information som presenterats för dem har underlättat målupptäckten i olika grad beroende på vald metod. Däremot går det inte att använda dessa resultat för att avgöra vilken metod som ger bäst resultat. Utöver förmågan att utnyttja informationen måste målen eller läget fastställas och skickas till observatören. För att bedöma olika invisningsmetoder rättvist måste således hela kedjan målinmätning – översändning av information – utnyttjande av informationen studeras.

SLUTSATSER

Alla former av invisning förbättrar möjligheterna att upptäcka målet.

För att nå en taktiskt acceptabel upptäcktssannolikhet måste invisningsnoggrannheten vara bättre än trettio grader.

Laserpekare ger i mörker en lättförståelig, snabb och precis invisning.

Invisning med målläget markerat på bild är en fungerande princip.