



Felkällor vid invisning och målpositionsbestämning

PETER ANDERSSON, ULF HÖRBERG 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 1000 anställda varav ungefär 800 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, bedömning av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot och 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

FOI-R--2392--SE Användarrapport
ISSN 1650-1942 December 2007 **Ledningssystem**

Peter Andersson, Ulf Hörberg och Stig Sandberg

Felkällor vid invisning och målpositionsbestämning

Operatörens inverkan på mätresultaten

Titel	Felkällor vid invisning och målpositionsbestämning
Title	Error sources in gun laying and target location

Rapportnr/Report no	FOI-R--2392--SE
Rapporttyp Report Type	Användarrapport User report
Sidor/Pages	22 p
Månad/Month	December
Utgivningsår/Year	2007
ISSN	ISSN 1650-1942
Kund/Customer	FM
Forskningsområde Programme area	7. Ledning med MSI 7. C4I

Delområde Subcategory	72 MSI 72 Human Factors
--------------------------	----------------------------

Projektnr/Project no	E 7094
Godkänd av/Approved by	

FOI, Totalförsvarets Forskningsinstitut	FOI , Swedish Defence Research Agency
Avdelningen för Ledningssystem	Command and Control Systems
Box 1165	
581 11 Linköping	SE-581 11 Linköping

Sammanfattning

Invisning och mållägesbestämning syftar till att öka sannolikheten för målupptäckt och att rätt mål upptäcks. Denna studie har förgåtts av en serie fältförsök där olika metoder att målinvisa enskild soldat studerats. Två olika grundprinciper, en beskrivande och en utpekande, har använts. Ett antal verbala, akustiska och visuella metoder har provats. En experimentell metod som visuellt har presenterat en bäring till målet för soldaten har varit den effektivaste och mest lättanvända metoden. Utrustningen som använts har emellertid varit fältpassad laboratorieutrustning som gett väldigt pålitliga mätningar och målpositionerna har mätts in i förväg. För att metoden ska fungera i fält krävs bärbara system som kan mäta målpositioner med stor noggrannhet.

I denna studie har olika metoder för att mäta in mål i urban miljö studerats. Tyngdpunkten i studien har varit att undersöka i vilka avseenden operatörens handhavande av utrustningen och bedömning av mätresultaten påverkat precisionen i inmätningen av målens position. Resultaten visar att precisionen i mätningarna påverkas av både omgivningsfaktorer och operatörens förmåga att hantera mätinstrumentet. Resultaten visar likaså att för att kunna bedöma mätningarnas tillförlitlighet måste operatören ha tillgång till grafiskt presenterad feedback från sina mätningar.

Nyckelord:

Målpositionsbestämning. Invisning. Soldat.

Summary

The purpose of target indication and target location is to increase the probability of target detection and to find the right target. In a number of field studies different methods of target acquisition for combat soldiers have been investigated. Verbal, acoustic and visual techniques have been tested. A visual system that pointed out the direction to the target was found to be the most accurate method. However, these tests were made with fielded laboratory equipment and the target positions were measured in advanced with high precision.

The soldiers' ability to measure target positions in urban terrain using portable equipment has been examined. The focus of the investigation has been to investigate to what extent the performance of the soldiers influence the precision of target locations. The results show that the precision in the target spotting depended on both the soldiers handling of the equipment and their ability to evaluate the result of the measurements. The result from using a graphic feedback method was superior to a numeric feedback method.

Keywords:

Target location. Soldier.

Innehållsförteckning

1	Inledning	7
2	Studier och erfarenheter av invisning inom projektets ram.	8
2.1	Stabilisering av elektronisk kompass.....	10
2.2	Målpositionsbestämningar i urban terräng.....	11
3	Resultat	13
4	Diskussion	19
5	Slutsatser	21
6	Referenser	22

1 Inledning

Försvarsmaktens ändrade inriktning har inneburit krav på att kunna avge direkt och indirekt eld med stor precision. Stridsinsatser måste kunna utföras med hänsyn till den civila infrastrukturen även i urbaniserade områden. Enstaka individer och fordon måste kunna bekämpas utan att skada det som befinner sig i närheten. Indirekta bekämpningssystem kommer att få så hög teknisk precision att de kommer att kunna användas för precisionsbekämpning av enstaka objekt. Noggrannheten i målinmätningen blir troligen en begränsande faktor för dessa system.

Detta ger den enskilde soldaten en potential att utveckla större eldkraft än den han fysiskt bär med sig. För att kunna utnyttja dessa nya möjligheter måste soldaten emellertid ha förmåga att bestämma, förmedla till och ta emot målpositioner från andra. Dessa typer av kvalificerade uppgifter har hittills utförts av soldater med speciell utrustning och träning eller från kvalificerade plattformar. Med dagens personalsvaga förband måste denna uppgift kunna utföras av de flesta stridande grupper.

2 Studier och erfarenheter av invisning inom projektets ram.

För att kartlägga problemområdet och visa på tekniska och metodmässiga möjligheter till förbättrad invisning har en serie fältförsök genomförts. Ett antal varianter på två principiellt olika metoder har provats.

- Den första metodtypen har innehållit beskrivande eller kognitiva metoder.
- Den andra metodtypen har innehållit direktutpekande metoder.

Beskrivande (kognitiva) metoder innebär att soldaten får en muntlig eller grafisk beskrivning av målets position i förhållande till särdrag omgivningen. Direktutpekning betyder att målet pekas ut med någon metod utan att omgivningen behöver beskrivas.

Nedanstående metoder har provats i tidigare försök:

Direktutpekande metoder

- Laserpekare (i mörker)
- Klockmetoden
- Förenklad bäringsmetod
- 3D – audio
- Bäringsgivning med hjälp av visuell matchning
- Bäringsgivning med hjälp av dioder (mörker)

Beskrivande metoder

- Utgångspunkt för målangivelse (UPM)
- Fritt tal
- Målpositionen plottad på flygfoto
- Målpositionen visad på videobild

Hörberg och Sandberg (2003) har valt laserpek, Klockmetoden, UPM och förenklad bäringsmetod som referens. Dessa metoder används idag rutinmässigt inom försvarsmakten. Andersson, Carlander, Hörberg, Jander Kindström och Sandberg (2005) har provat ett 3D-Audio system för invisning. Systemet har varit en labbprototyp som provats i utomhusmiljö. Med hjälp av stereolurar på soldaten har en akustisk bäring skapats till målet. Bäringsgivning med hjälp av visuell matchning har varit en metod där målets läge och siktets bäring visats på en LCD-skärm. Soldatens uppgift har bestått i att vrida siktet så att dess bäringsymbol täckt målsymbolen. Målet har då funnits inom siktets synfält (Andersson, Carlander, Hörberg, Jander, Lif och Sandberg 2004). Bäringsmatchning med hjälp av dioder monterade på vapensiktet har varit en utveckling av metoden ovan och har inneburit att metoden även kunnat användas i mörker (Andersson, Hörberg och Sandberg 2006). Skärmen med mål- och bäringssymbol har ersatts med en diodrad som placerats under siktet. Med hjälp av dioderna har siktet kunnat vridas så att målet hamnat inom dess synfält.

Betingelsen ”fritt tal” har inneburit att soldaterna via kommunikationsradio beskrivit målets position i terrängen. Soldaterna har inte tvingats använda en fastställd nomenklatur utan har tillåtits tala sitt eget språk. Målposition som plottats på flygfoto (eller kartbild) är ett system som används av bl.a. det tyska soldatsystemet IdZ och har gett en referens till

denna typ av system. Invisning med hjälp av videobild har varit ett försök att öka precisionen i ett direktutpekande system.

Målet, som soldaterna skulle upptäcka, har utgjorts av en person klädd i jaktcamouflage, mestadels visad i helfigur eller dold nedanför knäna. I några fall har ¼ figur använts. Avståndet har varierat från några tiotals meter i mörkerbetingelserna till närmare tvåhundrafemtio meter som mest under dagsljusförhållanden.

Det genomgående beroendemåttet har varit sannolikheten för målupptäckt som funktion av söktid och invisningsmetod.

Resultaten har visat att alla former av invisning förbättrar sannolikheten för målupptäckt. Utpekningssystemen har gett högst skilda resultat beroende på vilken teknik som använts.

Utpekning av målläget med hjälp av 3D-ljud har varit den tekniskt mest komplicerade och osäkra lösningen. Tekniken har krävt stereolurar och head-tracker monterade på soldaten för att veta vart näsan pekar. Precisionen i utpekningen har blivit otillräcklig och soldaterna har gjort många misstag. Fel mål som stubbar och stenar har pekats ut. Klockmetoden har likaså givit oacceptabelt låg upptäcktsannolikhet. Den förenklade bäringsmetodens förträfflighet har visats sig vara en myt. Laserpek har fungerat bra i mörker.

Den utpekningssystem som har varit stabilast och gett de säkraste svaren och som soldaterna litat mest på har varit metoden med visuell matchning oavsett om bäringsinformationen givits via bildskärm eller med dioder på siktet. Metoden har fungerat lika bra i mörker som i dagsljus.

De beskrivande metoderna har också givit varierande resultat.

Utgångspunkt för målangivnings – metoden har fungerat bra men är en metod som kräver förberedelser och samordning. Målpositionsvisning på videobild har givit säkra upptäckter men varit tidskrävande. Den stora svårigheten har varit att identifiera de terrängpartier som visats på bilderna.

Ett oväntat resultat har varit att metoden ”fritt tal” gett snabbare upptäckter än de andra mer strukturerade, verbala metoderna (UPM och Klockmetoden) både under dagsljus och under goda mörkerförhållanden (fullmåne). De allra snabbaste målupptäckterna har skett med denna metod. Vid lätta mål, som orsakats av snabbt skiftande ljusförhållanden har valet av invisningsmetod saknat betydelse. Den enklaste metoden har då blivit den snabbaste.

Den metod som har varit enklast att spontant förstå och använda, som skapat störst tillit gentemot användaren och gett snabba, stabila och säkra upptäckter, dvs. minsta antalet falska mål, har varit metoden med visuell matchning. Metoden som användes i försöken har varit en labutrustning som troligen givit betydligt noggrannare indata än vad en bärbar utrustning kan förväntas ge i dagsläget. Systemet har byggts på tre parametrar: position (egen och mottagarens) bäring till målet och avstånd till målet. I samtliga försök har dessa värden mätts upp i förväg.

Invisningsprincipen med visuell matchning som har utnyttjat ett fåtal siktesmonterade dioder har visat sig vara den mest lättanvända och pålitliga systemet för enskilda soldater. Vad som inte har visats är om det är möjligt att få ett sådant system att fungera under fältmässiga former med dagens teknik. För att nå därhän måste två typer av fel hanteras; 1/ tekniska mätfel orsakade av positions-, avstånds- och bäringsensorernas noggrannhet och 2/ operatörsberoende fel. Position mäts mestadels med GPS vars egenskaper är relativt välkända. Avstånd mäts med laseravståndsmätare och bäring kan mätas på olika sätt. För bärbara system är olika former av magnetiska kompasser med sina begränsningar det enda tillgängliga alternativet för närvarande.

De operatörsberoende felen kan förväntas uppstå när avstånd och bäring ska mätas. Vid avståndsmätning kan laserpulsen reflekteras i ledningar, grenar och andra föremål som operatören kan ha svårt att upptäcka. Likaså kan det vara svårt för operatören att veta om rätt föremål blivit inmätt pga. stabilitetsproblem mm. Bäringsmätningar påverkas bl.a. av kompassens missvisning, elektromagnetiska störkällor och om mätinstrumentet hunnit stabiliserats före mätningen.

Förberedande studier

Operatörsberoende systemprestanda

Vanligen har tekniska parametrar ansetts vara gränssättande för kvalitén på data i ett system. Hur och i vilken grad operatörens handhavande av utrustningen och förmåga att bedöma mätningar och datas tillförlitlighet påverkar systemets prestationsförmåga har inte tidigare studerats i någon utsträckning.

2.1 Stabilisering av elektronisk kompass.

Som påpekats tidigare i texten så kan det vara svårt att bestämma av bäring. Under förflyttning ger GPS en säker rörelsebäring men vid stillastående är magnetiska kompasser det enda som finns att tillgå för bärbara system. Sandberg, (2007) har påvisat att elektroniska magnetkompasser behöver en lång stabiliseringstid innan de ger stabila mätdata och når sitt prestationsmax. Resultaten visar att den vanligaste kompasstypen (Vectronic DMC) behöver oväntat lång tid (upp mot 14 sekunder) för att uppnå högsta precision när den har används handhållen. Handhavandemässigt och i taktiska situationer är detta en oacceptabelt lång väntetid.

Vid inmätning av målpositioner som ska hanteras i ett ledningssystem för att ge målkoordinater till exempelvis ett indirekt bekämpningssystem sker ingen kontroll av data när de väl accepterats av ledningssystemet. Det är enbart de soldater som mäter och väljer att acceptera mätningen som har möjlighet att utföra någon form av "kvalitetsäkning" av mätningen. Frågan är vilka möjligheter en soldat har att kritiskt granska mätvärdena från ett tekniskt mätsystem och eventuellt korrigera felaktigheter. I samband med ett fältförsök inom ramen för SF MARKUS (2004) har prov med manuell målpositionsbestämning i urban miljö genomförts. Soldaterna har fått pricka in olika byggnaders position på karta. Utöver kartan har de haft en vanlig magnetkompass som hjälp. Avstånden har varierat mellan 200 och 500 meter. Resultatet har visat att uppgiften inneburit stora svårigheter och att de bedömda positionerna oftast var helt felaktiga. En slutsats från denna studie har varit att positionsbestämning av målpositioner i urban miljö kräver tekniskt stöd.

För att undersöka vilken förbättring som skulle kunna erhållas med ett tekniskt system som mäter bäring och avstånd har ett fältförsök utförts i Norrköpings innerstad. Soldaterna har fått positionsbestämma byggnader med hjälp av ett tekniskt mätsystem och därefter har de bedömt sina mätningar och eventuellt korrigerat dem.

2.2 Målpositionsbestämningar i urban terräng

Frågeställningar

- Med vilken noggrannhet kan en soldat mäta in målpositioner med ett handhållet riktnings/avståndsinstrument?
- Kan soldaten bedöma den tekniska mätningens tillförlitlighet och korrigera en felaktig mätning?

Metod

Försöket har genomförts i urban miljö. Platsen har varit Norrköping innerstad. Målpositionerna har utgjorts av fönster, balkonger, torn mm som stridstekniskt skulle kunna utnyttjas som observations- eller prickskyttepositioner. Målavstånden har varierat mellan 150 och 400 meter bortsett från ett längsta målavstånd på 800 meter. Antalet målpositioner har varit 16 stycken. Väder och siktförhållanden har varit goda och likartade under hela försöksperioden. Ett krav på mätplatserna har varit att det inte skulle finnas stora störningar i det magnetiska fältet.

Två olika feedbackmetoder har använts för att öka soldatens möjligheter att bedöma mätningens tillförlitlighet. Den ena metoden har baserats på numerisk återkoppling och kallas den ”numeriska” metoden, och den andra har baserats på grafisk återkoppling och kallas den ”grafiska” metoden.

Den numeriska metoden har inneburit att soldaten först utfört mätningen med en Vectronix laseravståndsmätare som mätt avstånd och bäring. Resultatet har presenterats numeriskt på en fristående 17-tums bildskärm. Med hjälp av dessa numeriska värden, en papperskarta i A 4-format och en handkompass, har soldaten beräknat målets position på kartan och markerat det med en kartnål. Därefter har soldaten bedömt om den beräknade positionen varit den avsedda målpositionen. Om mätningen har bedömts som felaktig har den rätta markerats med en annan kartnål. Med den numeriska metoden har således tre positionsvärden erhållits; den tekniska mätningens resultat, det beräknade värdet och eventuellt det korrigerade värdet.

Den grafiska metoden har skiljt sig från den numeriska genom att den inmätta målpositionen presenterats grafiskt på en elektronisk karta i A4-format som visats på samma 17 tums monitor. Soldaten har bedömt om den elektroniskt plottade positionen varit den rätta eller om den behövt korrigeras. Den korrigerade positionen har markerats med en kartnål på en papperskarta.

Informationsinnehållet i kartorna har varit identiskt vare sig de varit elektroniska eller papperskartor. Papperskartorna har varit uppklistrade på kartong för enklare hanteringen. Kartstorleken har varit A4 format och skalan var 1:6 250. Kartans utseende framgår av bilderna i resultatredovisningen.

Procedur

Före försöken har soldaterna fyllt i ett frågeformulär om sina erfarenheter och kunskaper i navigering, sin förtrogenhet med försöksmiljön, motivation och inställning till försöket. Därefter har varje soldat fått en personlig genomgång av försöket, dess syften och fått öva ett antal gånger på sin metod innan före försöket.

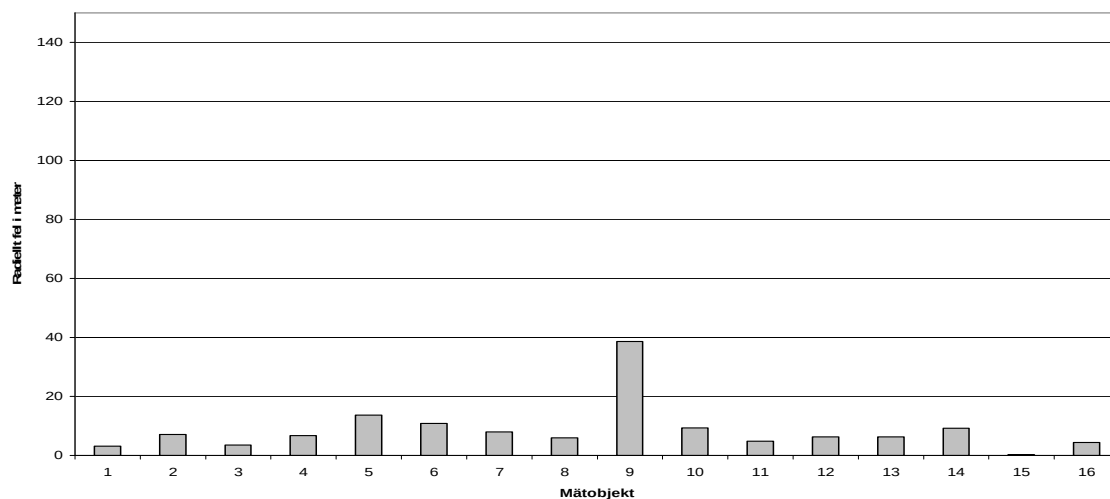
Sexton Mekskyttesoldater från P4/Kvarn har varit försökspersoner. De har haft två till tre timmar teoretisk och en till två timmar praktisk träning i att använda karta och kompass. Med några undantag har soldaterna varit helt obekanta med Norrköpings innerstad.

Försöket har genomförts så att två soldater har deltagit i varje försöksomgång. Slumpen har avgjort vem som arbetat med respektive metod. Turordningen har bestämts med ABBA-rotation. Den soldat som inte har varit försöksperson har sysselsatts med en breviduppgift på behörigt avstånd från försökspersonen. Före varje målinmätning har en försöksledare pekat ut föremålet och förtydligat med ett foto. Detta för att undvika risken att soldaten skulle mäta på fel föremål.

Mätningarna har utförts på sex platser. På de första fyra platserna har två mål mätts på varje plats och på de två sista platserna har fyra mål mäts. Handhavandemässigt kan dessa mätningar innebära problem med stabilitet eller osäkerhet om avsett föremål mäts. Soldaterna har därför uppmanats att mäta upprepade gånger mot målpunkten för att få ett stabilt mätvärde som utgångspunkt för sina bedömningar.

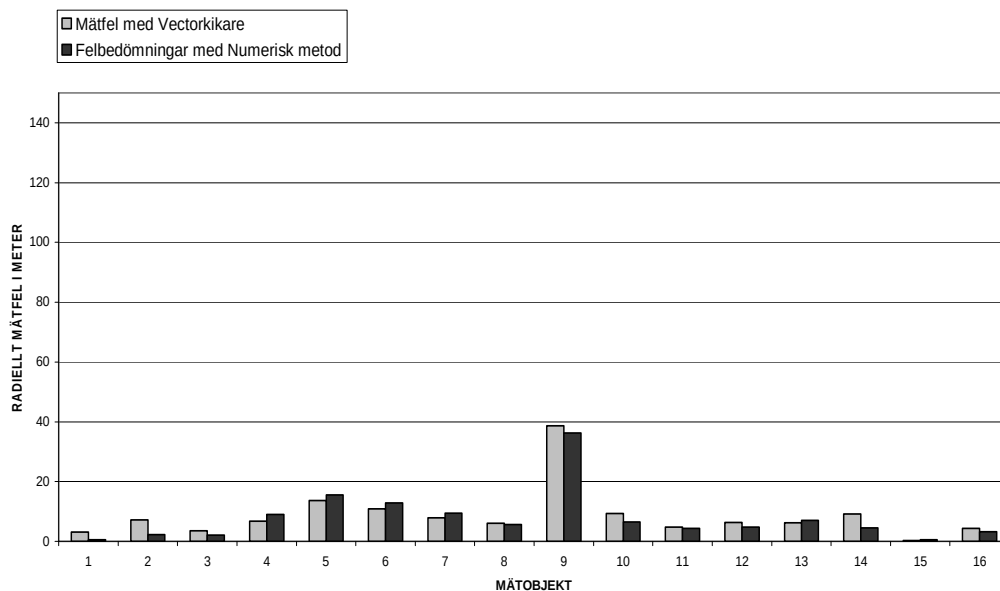
3 Resultat

Sammanlagt har 256 målpositionsbestämningar mätts med Vectorkikaren. I figur 1 nedan visas medelmätfelet för de olika mätobjekten. Figurerna 2 och 3 visar hur operatörernas bedömningar av mållägena påverkat medelvärdet för vart och ett av mätobjekten. På kartbilderna 1 – 6 visas har samtliga bedömningar plottats. Observera att plottningen har avsevärt lägre precision än originaldata.



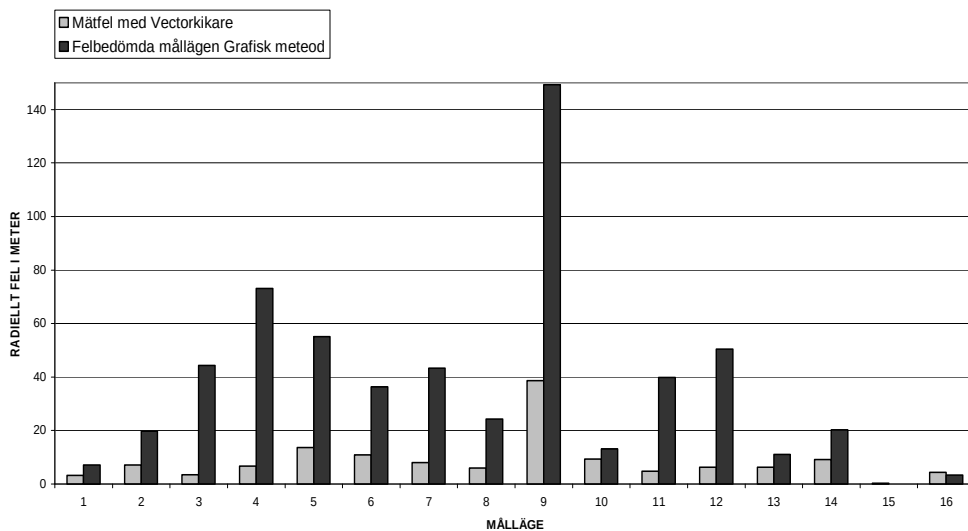
Figur 1. Medelfel i position av för samtliga mätobjekt mätt med Vectorkikare. Medelvärdet för de tekniska mätfelet är 8,7 meter

Figur 2 nedan visar i vilken utsträckning soldaterna har kunnat värdera och eventuellt korrigera de tekniska mätningvärdena som erhållits från Vectormätningarna när de givits grafisk feedback på mätningarna. Figuren visar det radiella felet före och efter operatörskorrigeringen.



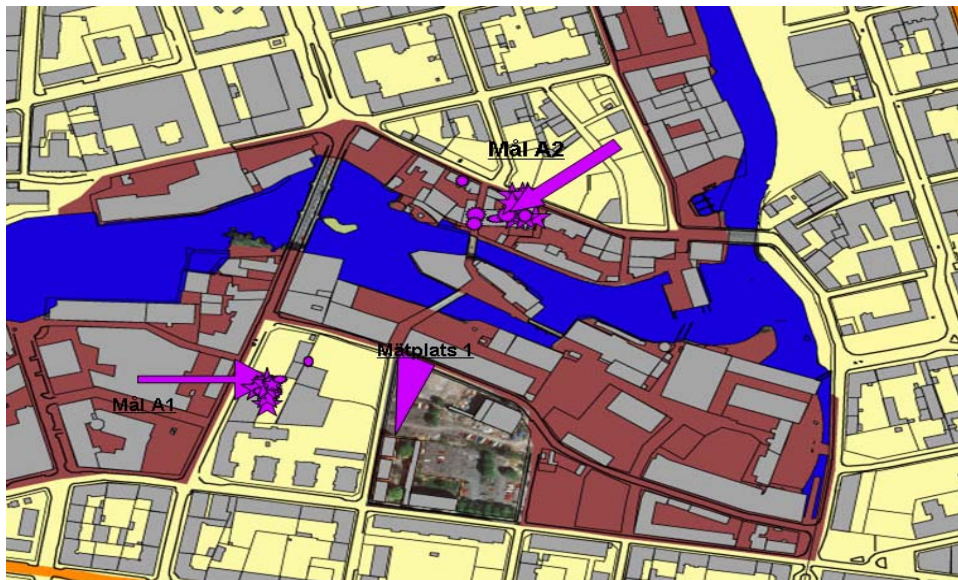
Figur 2. Effekten av grafiskt stöttad korrigering. Medelvärde för felet i de grafiska bedömningarna är 7,8 meter

Resultatet från dem som har bedömt och korrigerat de tekniska mätningarna med hjälp av numerisk feedback (riktning och avstånd till mätobjekten) visas i figur 3 nedan.

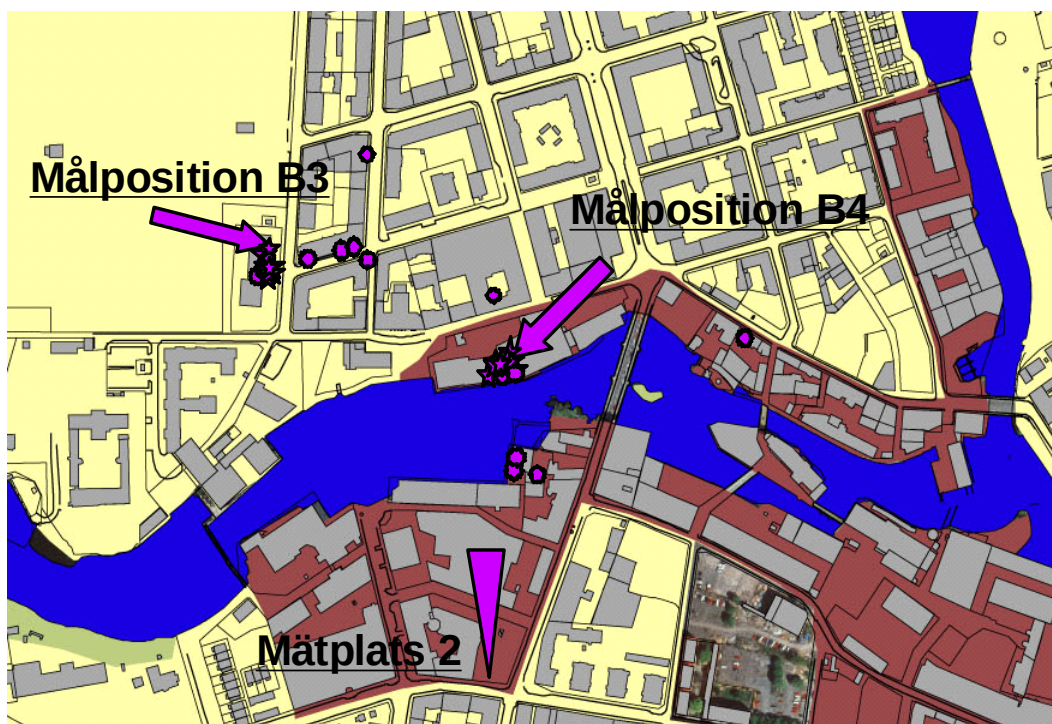


Figur 3. Effekten av numeriskt stöttad mållägeskorrigering. Medelvärde för felet i de numeriska felbedömningar är 39,4 meter

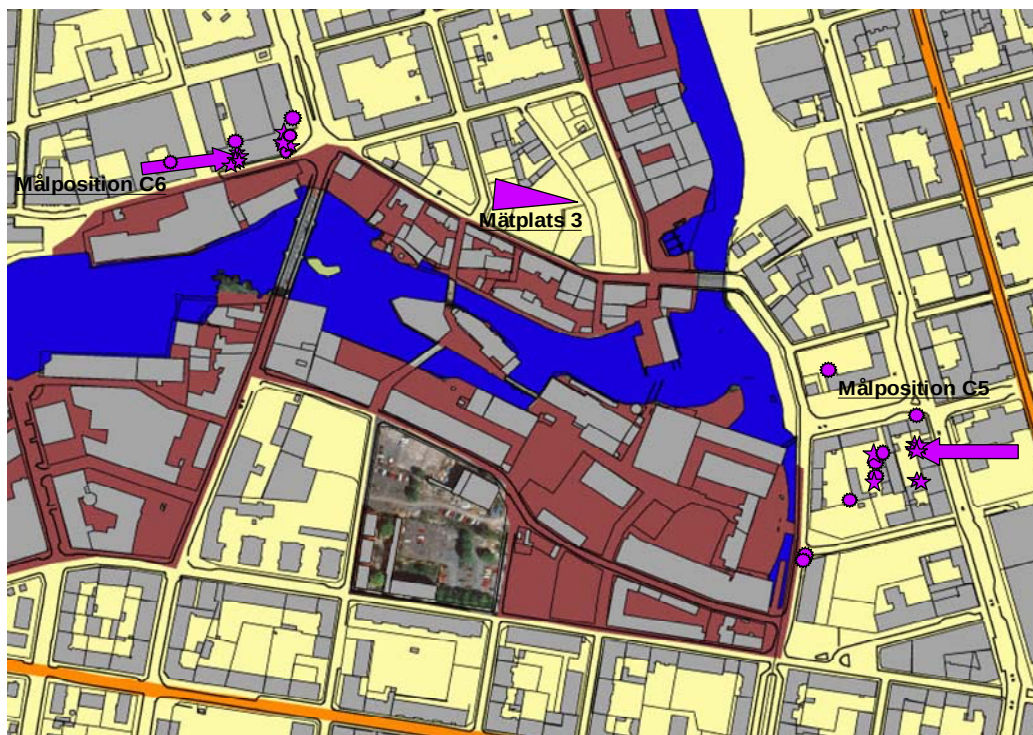
Spridningen av alla mållägesbedömningar visas på kartorna nedan. På kartorna visas resultaten från samtliga mätplatser. En karta för varje mätplats. Mätplatserna representeras av en triangel. Måls kartposition visas med pilar. De grafiska bedömningarna markeras med femuddiga stjärnor. De numeriska bedömningarna markeras med taggiga cirkclar.



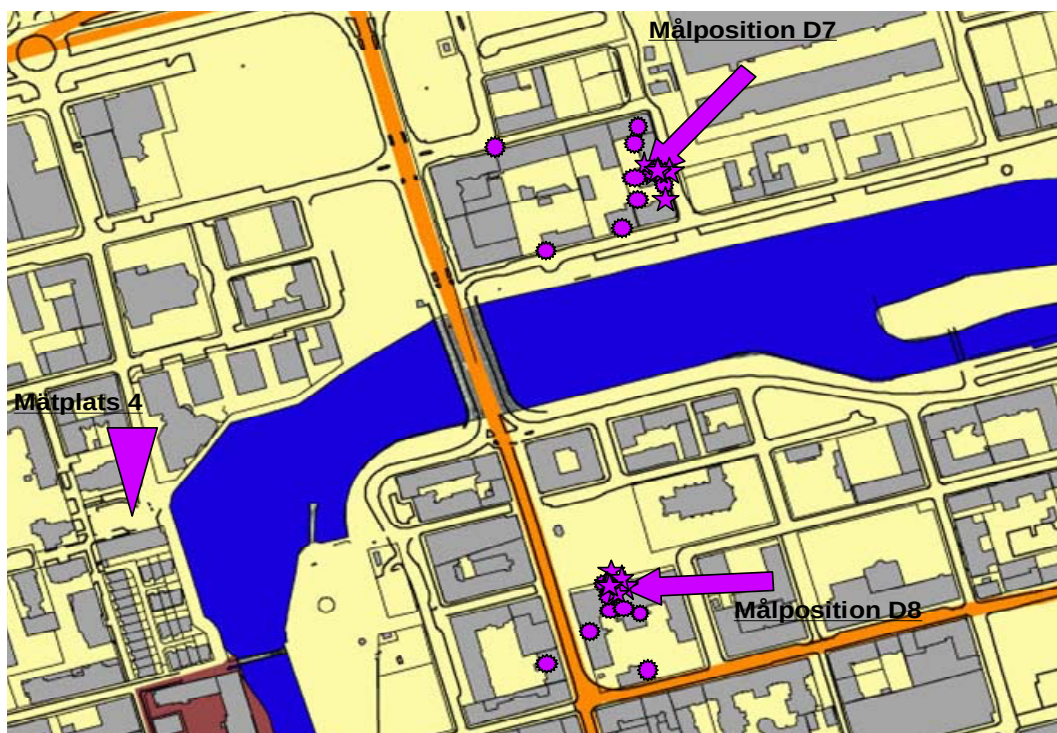
Mätplats 1.



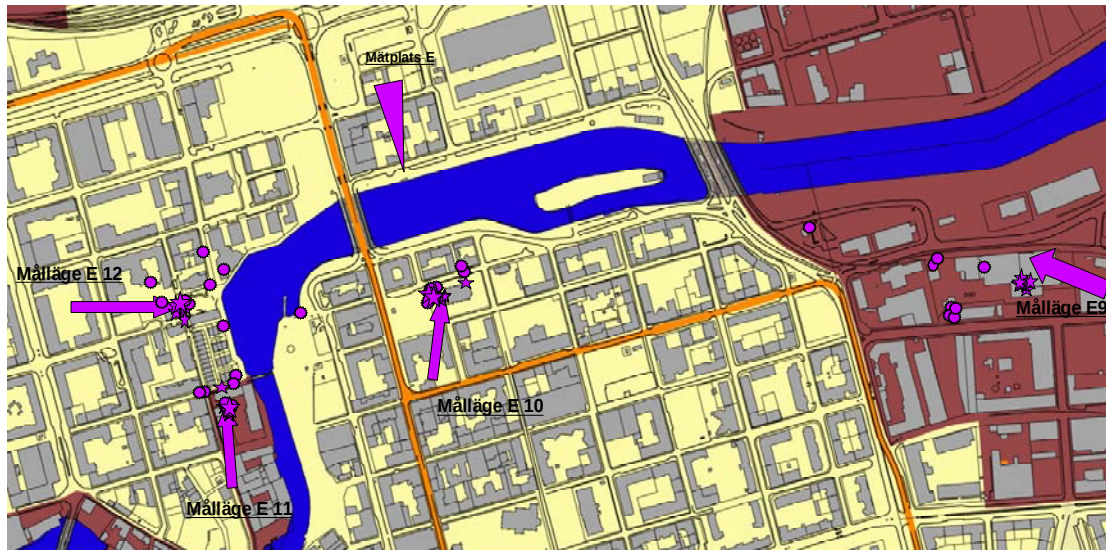
Mätplats 2



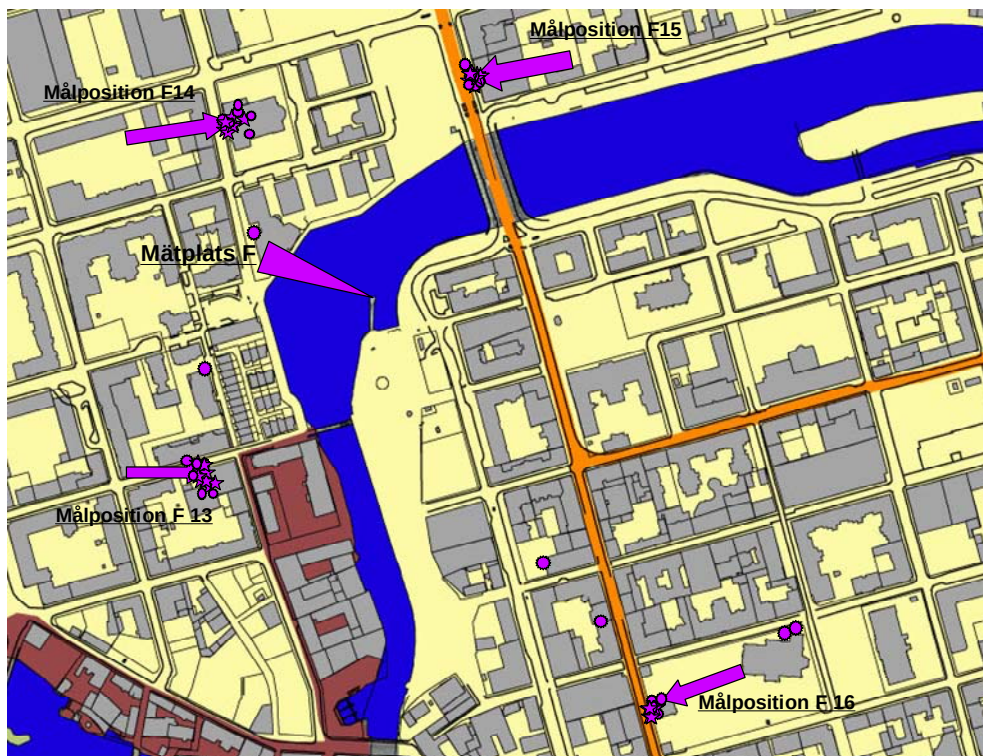
Mätplats 3



Mätplats 4



Mätplats 5



Mätplats 6.

Subjektiva bedömningar.

Efter avslutat försök har samtliga fått soldater besvara ett frågeformulär där de har skattat hur säkra de varit i sina positionsbedömningar och vilka delar av uppgiften som uppfattats som besvärligast att utföra. Fem (av åtta) i den "numeriska" gruppen har haft besvär med att utifrån de numeriska värdena beräkna målets kartposition. Några soldater (3 st) har haft problem med att hålla mätinstrumentet stabilt under mätningarna. Skattningarna av hur pass säkra de varit i sina positionsbedömningar gjordes på skala från 1 till 5 där 1 betydde "våldigt säker" och 5 betydde "mycket osäker". I tabell 1 nedan visas resultaten.

Metod	1	2	3	4	5	Medelvärde
Numerisk feedback	-	1	5	2	-	3,1
Grafisk feedback	-	4	3	1	-	2,6

Tabell 1. Subjektiv säkerhet i positionsbedömningarna

4 Diskussion

De utförda mätningarna har genomförts under orealistiskt goda betingelser med avseende på:

- Kartunderlaget som har använts i den grafiska presentationen och som underlag för bedömningar och svar.
- Den egna positionen har varit den sanna kartpositionen och inte baserad på GPS.
- Gynnsamma förutsättningar för bäringsbestämning. Mätpositionerna har valts för att minimera den elektroniska magnetkompassens felvisning.

Kartan som har använts har haft en betydligt större detaljrikedom än vad några militära standardkartor har i dagsläget. På kartan har konturerna av varje enskilt hus, murar mm funnits utritade. Med en militär standardkarta (1:50 000) som stöd skulle uppgiften ha varit avsevärt svårare.

Den egna mätpositionens har varit den sanna kartpositionen. De eventuella fel som GPS kan ge i urban miljö exempelvis nära husväggar har undvikits på detta sätt och precisionen i mätningen har ökat.

Bäringen från mätplatsen till mätobjektet har mätts med en elektronisk magnetkompass i Vectorkikaren. Det har inneburit risker för stora felvisningar. Felaktigheter i bäringsmätningen kan orsakas av:

- Kompassens onoggrannhet
- Störningar i magnetfältet orakade av lokala störkällor som parkerade bilar, järnstaket och andra metallföremål.
- Störningar från elektriska fält som kommer från elledningar, kablar, kommunikationsmaster transformatorer och underjordiska kraftverk.

De ovan nämnda störningar har varierat över tid och har varit beroende på mätriktning från mätplatsen. På vissa platser har felvisningen överstigit 90 grader. Ett viktigt kriterium vid val av mätplatser har därför varit att minimera kompassens felvisning. Ett stort antal mätplatser har visat sig oanvändbara av detta skäl.

Precisionen i mätningen av avstånd kan påverkas av operatörens handhavande. Mätloben kan reflekteras i tunna trådar, grenar, staket eller andra strukturer som kan vara svåra att se på avstånd. Lobens form överensstämmer inte helt med markeringen i mätinstrumentets optik. Resultatet kan bli att soldaten ovetande mäter på fel föremål. Likaså är det svårt att hålla instrumentet stadigt under mätningen. För att kompassen ska få tillräcklig tid att stabilisera sig bör soldaten hålla instrumentet stilla under 10 – 15 sekunder.

Resultatet från de tekniska mätningarna har visat att mätprecisionen blivit stor. Mätfel under 10 meter kan betraktas som normal variation. Fel i kartskalen och byggnaders placering på kartan har utgjort en stor del felet. Andra komponenter i variationen är plottningens noggrannhet, mätfel i vid resultatbearbetningen etc. Endast vid bestämning av mål E 9 på mätplats 5 (nr 9 i figurerna 1, 2 och 3) har det tekniska mätresultatet varit felaktigt. Med stor precision har alla mätningar förlagts vid sidan av målet på grund av en konstant magnetisk störning.

Det är stora skillnader i soldaternas bedömningar beroende på vilken feedbackmetod som har använts. Den numeriska gruppens bedömningar och korrigeringar har försämrat resultatet avsevärt, något som stämmer med tidigare erfarenheter från SF MARKUS. De korrigeringar som gjorts av de framräknade positionerna har många gånger inneburit att orimliga positioner getts en mer logisk placering utan att det radiella felet har minskat. De

stora spridningarna i resultatet kan vara en indikation på att uppgiften varit orimligt svår. I gruppen med grafisk feedback har korrigeringsarna av de inmätta målpositionerna lett till att det radiella medelfelet minskat med nästan en meter. De grova tekniska felmätningarna har kunnat upptäckas och korrigeras med hjälp av den grafiska feedbacken. Enbart ett mål, nr 9 (E 9) har orsakat svårigheter vid alla typer av mätningar och bedömningar. Målet var en skorsten på ett värmekraftverk på 800 meters avstånd. Skorstenen var det enda som syntes på kraftverket.

De subjektiva bedömningar soldaterna har gjort efter försöket visar vilken tilltro de haft till sina positionsbedömningar. Den grafiska gruppen har haft för låg tilltro till sin förmåga medan den numeriska gruppen har trott att de presterat bättre än de gjort.

En kvarstående frågeställning är om bärbara system för målpositionsbestämning kan uppnå tillräcklig teknisk noggrannhet för att enskilda soldater ska kunna invisa indirekt eld.

5 Slutsatser

- Enbart numeriska värden på riktning och avstånd till det inmätta målet har inte gett tillräckligt stöd för att bedöma och korrigera felaktiga målpositioner.
- Med grafiskt plottade målpositioner har soldaten kunnat bedöma och korrigera dessa och framför allt undvikit stora positionsfel.
- Soldaterna har haft en orealistisk subjektiv uppfattning om sin förmåga att bedöma målpositioner.

6 Referenser

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

Andersson, P., Carlander, O., Hörberg, U., Jander, H., Kindström, M., och Sandberg, S. (2005). Invisning med fritt tal, bäring och 3D-ljud. FOI-R—1786—SE.

Andersson, P., Hörberg, U. och Sandberg, S. (2006). Mörkerinvisning FOI-R—SE

Hörberg, U. och Sandberg, S.(2003). Målinvisning, FOI-R—1066—SE.

Sandberg, S. och Hörberg, U. (2004). Sammanfattning av Markus studieförsök 2004. FOI arbetspapper ”Försök 2004”, 2004-11-29.

Sandberg, S. (2007). Bäringsbestämning efter stabilisering av elektronisk kompass. FOI 07-1669.