

Målangivelse och målutpekning i mörker

Jämförelse mellan att använda GPS och muntliga utgångspunkter

PER-ANDERS OSKARSSON, JONATHAN SVENSSON, HENRIK ALLBERG



Per-Anders Oskarsson, Jonathan Svensson, Henrik Allberg

Målangivelse och målutpekning i mörker

Jämförelse mellan att använda GPS och muntliga utgångspunkter

Titel	Målangivelse och målutpekning i mörker - Jämförelse mellan att använda GPS och muntliga utgångspunkter
Title	Indicating target position and pointing out target position in darkness – Comparison between using GPS and verbal reference
Rapportnr/Report no	FOI-R—3803--SE
Månad/Month	December
Utgivningsår/Year	2013
Sidor/Pages	44 p
Kund/Customer	FM
FoT område	Ledning och MSI
Projektnr/Project no	E36040
Godkänd av/Approved by	Christian Jönsson
Ansvarig avdelning	Informations- och aerosystem

Detta verk är skyddat enligt lagen (1960:729) om upphovsrätt till litterära och konstnärliga verk. All form av kopiering, översättning eller bearbetning utan medgivande är förbjuden.

This work is protected under the Act on Copyright in Literary and Artistic Works (SFS 1960:729). Any form of reproduction, translation or modification without permission is prohibited.

Sammanfattning

Det är troligt att enskilda soldater i framtiden kommer att utrustas med någon form av digitalt stöd som omfattar navigationsutrustning där riktningar och positioner till egna enheter/soldater samt hot kan visas. Tidigare försök i dagsljus har visat god precision vid målinvisning med hjälp av GPS och elektronisk karta (t.ex. Hellgren, Johansson, Oskarsson & Svensson, 2012; Oskarsson, Johansson, Svensson, Hellgren & Allberg, 2013). För att undersöka möjligheterna att stödja förband avseende GPS-lösningar för målangivelse och målutpekning i mörker med bildförstärkare genomfördes ett mörkerförsök vid MSS Kvarn under hösten (v.42). Försöket genomfördes med 10 officerare som genomgick en instruktörskurs i mörkerutbildning. En Garmin GPSmap 62 stc med digital karta användes vid målangivelse genom att deltagarna fick ange mål på kartan som var synliga i terrängen, och vid målutpekning för att peka ut mål i terrängen som var markerade på kartan. Deltagarna gjorde även motsvarande uppgifter med traditionell muntlig målangivelse med utgångspunkter. Pga. begränsningar i tillgång till försöksdeltagare gjorde endast 5 deltagare målangivelse och 5 målutpekning. Därför gjordes endast deskriptiv analys av resultaten. För att samla in mer information om för- och nackdelar med användning av GPS i mörker genomfördes gruppdiskussioner med samtliga 18 deltagare i mörkerutbildningen. För att vidare undersöka tre spatiala test som använts i tidigare försök fick samtliga deltagare även besvara dessa test.

Resultaten visade att precisionen vid målangivelse och målutpekning var ungefär likvärdig vare sig uppgifterna gjordes med GPS eller muntligt med utgångspunkter. Enligt de subjektiva skattningarna upplevdes det dock svårare att bedöma både riktning och avstånd i terrängen när GPS användes. Det tog längre tid att göra uppgifterna med GPS än med muntliga utgångspunkter och i synnerhet vid målutpekning där det tog ungefär tre gånger så lång tid att göra uppgiften när deltagarna fick målinformation med GPS jämfört med muntliga utgångspunkter. Det bör dock beaktas att deltagarna saknade träning på att använda GPS för målangivelse och målutpekning, medan de hade mycket stor erfarenhet av att använda muntliga utgångspunkter. Att precisionen med GPS trots detta var likvärdig vid användning av GPS och utgångspunkter bör därför tolkas som ett lovande resultat avseende användning av GPS för denna tillämpning. Resultaten tyder på att PTSOT är det spatiala test som visar störst samband med och precision och utförandetid vid målutpekning, vilket är samstämmigt med tidigare resultat (Hellgren m.fl., 2012; Oskarsson m.fl., 2013). Eftersom det var få deltagare bör dessa resultat dock tolkas med stor försiktighet.

Gruppdiskussionerna gav flera viktiga synpunkter på utformning och användning av GPS i mörker. Exempelvis att apparaten ska vara kompatibel med andra system som används, att den bör ha stora knappar för att kunna användas med handskar i kyla, och att den bör ha en kompass och filteringsfunktioner för hur mycket information som ska visas. Dessa synpunkter är bl.a. värdefulla inför eventuell kravställning av GPS, men är även relevanta att beakta vid kravställning av liknande soldatsystem.

Nyckelord: målangivelse, målutpekning, GPS, elektronisk karta, mörker

Summary

It is likely that individual soldiers in the future will be equipped with some form of digital support that includes navigation devices where directions and positions to own units and to threats can appear. Previous experiments in daylight have shown high precision when target indication was performed with a GPS with an electronic map (e.g. Hellgren, Johansson, Oskarsson, & Svensson, 2012; Oskarsson, Johansson, Svensson, Hellgren, & Allberg, 2013). To investigate the possibilities to support military units with GPS solutions for indicating target positions and pointing out targets in darkness with a night vision device, a night-time experiment was performed. Ten officers attending a night-time operations course for instructors participated in the experiment. A Garmin GPSmap 62 stc with a digital map was used. The participants used the GPS to indicate targets on the map that were visible in the terrain, and to point out target positions in the terrain that were displayed on the map. The participants also performed these tasks with conventional verbal target indication based on reference points. Because of limitations in access to participants, only 5 participants could perform the target indication task and 5 participants the pointing out target position task. Therefore, only descriptive analyses could be performed. To collect more information about pros and cons of using a GPS in darkness, a group discussion with all 18 officers attending the course was performed. Also, for further investigation all officers answered three spatial tests that were used in previous experiments.

The results showed that the precision of indicating target position and pointing out targets was approximately equal whether the tasks were performed with GPS or verbally with reference points. However, according to the subjective ratings, assessing both bearing and distance was rated as more difficult when the GPS was used. It took longer time to perform the tasks with GPS compared to verbal reference points, in particular pointing out targets which took about three times longer when the participants received target information on the GPS. It should, however, be noted that the participants had no experience of using a GPS for these tasks, whereas they had much experience of using verbal reference points. The fact that the precision with the GPS was approximately equivalent to the precision with verbal reference points is a promising result in respect of using a GPS for these tasks. PTSOT is the spatial test that showed the highest relation with performance in the experiment, which is in line with previous results (Hellgren et al., 2012; Oskarsson et al., 2013). However, due to few participants and also some loss of data, these results should be interpreted with caution.

The group discussions provided several important viewpoints on design and usage of a GPS in darkness. For example that the device should be compatible with other systems, have large buttons so it can be used with gloves in cold weather, and that it should have a compass and filtering functions to control the amount of displayed information. These viewpoints are valuable, e.g. for potential requirements specification of a GPS, but also for requirements specifications of other similar soldier systems.

Keywords: target indication, pointing out target, GPS, electronic map, darkness

Innehållsförteckning

1	Inledning	7
1.1	Målangivelse och målutpekning med GPS	7
1.1.1	Målangivelse och målutpekning i mörker.....	8
1.2	Spatial förmåga	8
1.3	Experimentserie	9
1.4	Forskningsfrågor i föreliggande försök	11
2	Metod	13
2.1	Deltagare.....	13
2.2	Utrustning.....	13
2.2.1	GPS.....	13
2.2.2	PLRF – instrument för vinkelmätning.....	14
2.2.3	Bildförstärkare	15
2.2.4	Mörkerriktmedel	15
2.2.5	Pappfigurer	15
2.3	Procedur och design	16
2.3.1	Design	16
2.3.2	Försöksplats.....	16
2.3.3	Uppgift.....	18
2.3.4	Procedur	19
2.4	Datainsamling	20
2.4.1	Prestationsmått	20
2.4.2	Spatiala test	22
2.4.3	Muntliga skattningar.....	22
2.4.4	Enkät.....	22
2.4.5	Gruppdiskussion	22
3	Resultat	24
3.1.1	Avvikelse från korrekt bäring	24
3.1.2	Avvikelse från korrekt avstånd.....	24
3.1.3	Prestationstid	25
3.2	Subjektiva skattningar.....	26
3.2.1	Utföra uppgiften	26
3.2.2	Mental arbetsbelastning.....	27
3.2.3	Använda GPS:en	27
3.2.4	Målangivelse	28
3.2.5	Målutpekning.....	30
3.2.6	Övergripande frågor.....	31
3.3	Spatiala test	31
3.3.1	Samband mellan spatiala test och prestation	32

3.4	Gruppdiskussion och öppna enkätsvar.....	35
3.4.1	Synpunkter relaterade till försöket som genomfördes	35
3.4.2	Allmänna synpunkter på användning av GPS i mörker	36
4	Diskussion	40
5	Slutsatser	42
6	Referenser	43

1 Inledning

För marksoldater är förmågan att skapa och upprätthålla en förståelse för var de andra medlemmarna i gruppen befinner sig, var fientliga enheter har observerats eller rapporterats befinna sig och terrängens beskaffenhet avgörande. Detta benämns vanligen *spatial lägesuppfattning*, dvs. förmågan att förstå sin egen orientering i rummet relativt andra objekt (Wolbers & Hegarty, 2010). För uppnå tillräckligt god lägesuppfattning för att kunna verka mot fientliga mål och samtidigt undvika vådabekämpning måste soldaten därför ständigt ha sin uppmärksamhet på omgivningen och förstå fienders och kamraters positioner relativt sin egen. Om soldaten, övriga medlemmar i gruppen och fientliga enheter rör sig i terrängen försvåras detta. Om det dessutom är mörkt kan uppgiftens komplexitet bli synnerligen hög.

Idag använder marksoldater i huvudsak traditionella kartor, röstkommunikation, t.ex. muntlig målangivelse med utgångspunkter och olika former av tecken (pekningar m.m.) för att meddela varandra positioner och gränser, och på så sätt skapa egen spatial lägesuppfattning och stödja de andra gruppmedlemmarnas lägesuppfattning. Detta gör att den enskilde soldaten måste lägga en relativt stor del av sina perceptuella och kognitiva resurser på att omsätta information från kartor och andra källor till riktningar och positioner i verkligheten, samt minnas och transformera dessa under förflyttning.

En trolig utveckling inom soldatdomänen är att enskilda soldater i framtiden kommer att utrustas med någon form av digitalt ledningsstöd som omfattar navigationsstöd som även kan presentera riktningar och hot till egna enheter/soldater. Detta har varit gällande i den svenska ansatsen MARKUS (Markstridsutrustad soldat) och i arbetet kring att anskaffa ett digitalt ledningsstödsystem för marksoldaten.

Utformningen av en sådan utrustning är fortfarande en öppen fråga, i varje fall i Sverige. Exempel från andra nationer visar att det finns en stor variationsrikedom i hur detta kan lösas, från displayer som placeras omedelbart vid ögat (som tyska IdZ) eller mindre displayer som bärs på armen liknande ett större armbandsur (som norska Normans Light). Storlek, upplösning och funktioner på en sådan skärm varierar också kraftigt mellan olika lösningar.

1.1 Målangivelse och målutpekning med GPS

Målangivelse innebär att skapa målinformation om en observerad position i terrängen, vilket sedan kan användas av någon annan för att göra en målinvisning eller målutpekning. Målinvisning innebär att rikta in sig, eller vrida ett sikte etc., mot en målposition i terrängen enligt den målinformation (målangivelse) som man har fått. I föreliggande försök har termen målutpekning använts i stället för målinvisning. Skälet till detta var att försöksdeltagarna indikerade hur de hade gjort målinvisningen genom att peka med laserpekaren mot den punkt i terrängen där de gjort målinvisningen.

Tidigare studier har visat att olika typer av tekniska stöd för invisning av riktning till mål (laserpekare, digitala kartor, tal, auditiva stöd) har stor effekt på förmågan att peka ut synliga mål i terrängen (Hörberg & Sandberg, 2003; Andersson m.fl., 2005).

Ett tidigare försök i dagsljus har visat förbättrad prestation då GPS med elektronisk karta använts för invisning av stationära mål i terrängen under navigering. När motsvarande uppgift gjordes utan GPS så försämrades förmågan att hålla reda på målen när deltagarna förflyttade sig i terrängen (Hellgren, Johansson, Oskarsson & Svensson, 2012). Den GPS som användes i det försöket var Garmin GPSmap 62stc (skärmstorlek 36 × 55 mm), dvs. samma GPS som använts i föreliggande försök.

För att undersöka om precision och prestationstid vid invisning kan förbättras genom användning av en större display genomfördes även ett försök med två skärmstorlekar, en 3,5-tums skärm (iPhone 4S) och en 9,7-tums-skärm (iPad generation 4). Deltagarnas

uppgift var att visa in riktning i terrängen till positioner som visades på displayens skärm. Precisionen var endast marginellt bättre med den större av de två skärmarna (genomsnittlig avvikelse från korrekt bäring 8,4 grader) än för den mindre skärmen (genomsnittlig avvikelse från korrekt bäring 10,0 grader) och det var inte någon skillnad i prestationstid mellan skärmarna (Oskarsson, Johansson, Svensson & Hellgren, 2013). Dvs. fördelarna med den något högre precisionen med den större skärmen (genomsnittligt 1,6 grader) uppväger knappast nackdelarna med svårigheterna att hantera en stor display. Under fältmässiga förhållanden är det troligtvis inte ens möjligt att bära med sig en så stor skärm. Det är också oklart om en så liten precisionsförbättring medför någon taktisk skillnad för en stridande soldat. I försöket av Oskarsson m.fl. (2013) varierades även tillgänglig tid för invisningsuppgiften (5, 10, 15, 20 sekunder). Precisionen på invisningsuppgiften var lika bra på den kortaste invisningstiden som vid den längsta. Tidpress, uppgiftens svårighet och mental arbetsbelastning upplevdes dock som högre när tiden minskades. Även om de subjektiva skattningarna tyder på att svårigheten ökade så visar prestationsmätningarna att invisning med GPS-karta kan göras med god precision även om tidspressen är hög, vilket stöder möjligheterna för användning av denna typ av hjälpmedel vid skarpa situationer.

1.1.1 Målangivelse och målutpekning i mörker

Det mest grundläggande hjälpmedlet i mörker är att använda lysgranater för att lysa upp omgivningen. Detta innebär dock att egen närvaro röjs. En subtilare metod som minskar risken för egen röjning är användning av bildförstärkare för att öka synförmågan. Idag använder FM ett antal olika typer av bildförstärkare, t.ex. MONO/12 (se Avsnitt 2.2.3 Bildförstärkare). Om GPS:er eller andra typer av displayer ska användas i mörker under insats bör bildskärmens ljusstyrka vara låg och bilden anpassad så att det går att titta på bilden med bildförstärkare. Låg ljusstyrka är dels nödvändigt för att förhindra att användaren röjer sig, dels för att undvika att användarens mörkeradaptation påverkas.

Exempel på en metod för att stödja målinvisning i mörker är att använda ett gränssnitt bestående av ljusdioder med mörkeranpassad ljusintensitet. Ett försök har jämfört målinvisning med ett sådant diodbaserat gränssnitt med talbaserad målinvisning för att ange bäring i mörker. Trots att soldaterna var otränade på att använda ett diodbaserat gränssnitt för målinvisning och hade god vana vid muntlig målinvisning så var precisionen något högre vid användning av det diodbaserade gränssnittet (98 % mål detekterade) än vid muntlig målinvisning (90 % av målen detekterade), och upptäcktstiden var likvärdig för de båda metoderna (Andersson, Hörberg, & Sandberg, 2006). Detta försök visar därmed på möjligheterna att stödja soldatens förmåga att göra målinvisning med tekniska hjälpmedel i mörker.

Om en GPS med digital karta kan användas i stället för dioder för målangivelse så skulle ett flertal fördelar kunna uppnås. Det skulle exempelvis ge större möjligheter att stödja soldatens generella lägesuppfattning genom att kartan utöver riktningssinformation vid målinvisning även kan ge dynamisk information om övriga relevanta positioner i terrängen, t.ex. egna gruppledare, egna förband, fientliga enheter och terrängens beskaffenhet. Hur målangivelse med GPS fungerar i mörker är dock oprövat.

1.2 Spatial förmåga

I ett tidigare försök har tre olika spatiala test använts för att undersöka sambandet mellan spatial förmåga och prestation vid invisning av mål (Hellgren m.fl., 2012; Oskarsson m.fl., 2013). De spatiala test som har använts är PTSOT (Perspective Taking/Spatial Orientation Test), pappersvikningstestet (Paper Folding Test) och SBSOD (Santa Barbara Sense of Direction). För kortfattad beskrivning av dessa test se Avsnitt 2.4.2 Spatiala test, och för utförligare beskrivning se Oskarsson m.fl. (2013).

Ett av de tidigare försöken visade starkt samband mellan PTSOT och förmågan att hålla reda på positioner i omgivningen vid navigering i terräng utan GPS; samt visst samband

mellan pappersvikningstestet och motsvarande förmåga, men inte något samband mellan prestation på de spatiala testen och precisionen vid invisning när GPS användes. Dvs. när deltagarna var tvungna att själva hålla reda på symbolerna i terrängen utan tekniskt stöd så hade deltagare med sämst spatial förmåga (enligt testet) också svårare att hålla reda på positionerna i terrängen, medan de presterade lika bra som deltagare med bättre spatial förmåga när de fick stöd av en GPS (Hellgren m.fl., 2012). Ett annat tidigare försök har visat relativt starkt samband mellan PTSOT och precision vid invisning av symboler som visas på GPS-karta när tiden för invisning begränsades, och detta var särskilt tydligt när den skärm som användes var relativt liten (iPhone med 3,5-tums skärm), samt visst samband mellan pappersvikningstestet och motsvarande förmåga (Oskarsson m.fl., 2013).

Dessa försök genomfördes i dagsljus. Förmågan att känna igen terrängen och lokalisera olika objekt och bedöma avstånd är sannolikt sämre i mörker. Detta borde ha en negativ inverkan på förmågan att använda traditionell muntlig målangivelse, både vid målangivelse där man själv ska ange positionen för ett synligt mål, och vid målutpekning där man själv ska hitta ett mål i terrängen som man har fått en målangivelse för. Mörkerförhållanden har dock sannolikt också en negativ påverkan på förmågan att använda GPS med digital karta vid målangivelse och målutpekning, främst beroende på att symbolerna på GPS:ens display måste översättas till och från positioner i terrängen, vilka kan vara svårare att uppfatta i mörker än i ljus.

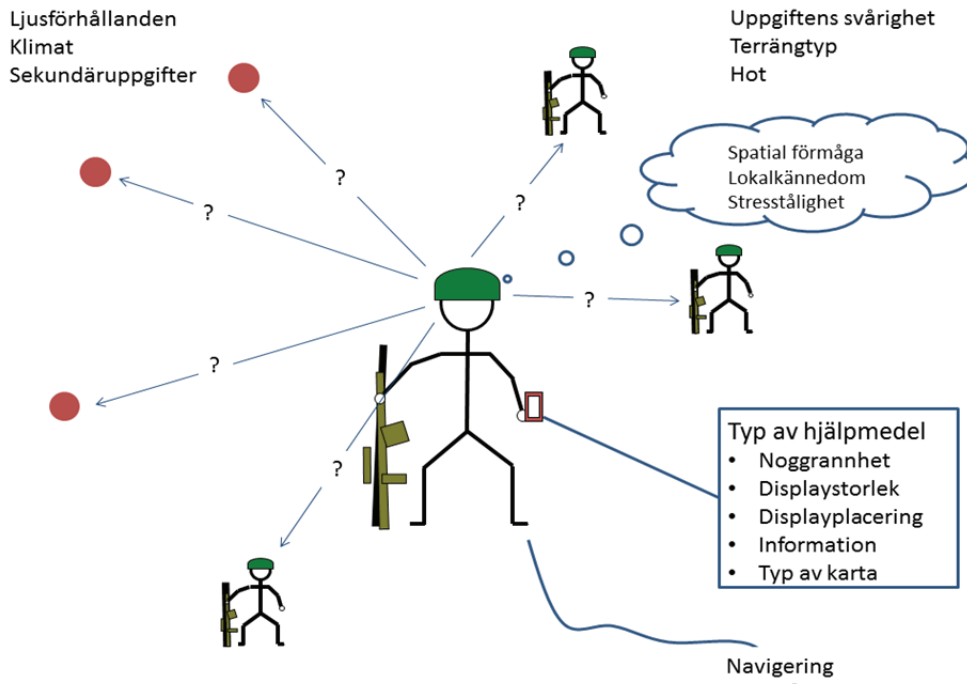
1.3 Experimentserie

Både det nuvarande FOI-projektet "Gruppens informationshantering" och det tidigare FOI-projektet "Soldatens informationshantering" (båda FoT MSI) har testat ett antal frågeställningar, framförallt rörande navigation och utpekning av mål på individnivå. Det nuvarande projektet syftar till att undersöka hur olika tekniska stöd kan stötta soldater och grupper i fält. Huvudfokus ligger på soldatens förmåga att navigera, samt att skapa och upprätthålla en god lägesuppfattning gällande egna och fientliga enheters positioner. Problemet rör bl.a. förmågan att kunna hålla ordning på ett antal riktningar under förflyttning, något som ställer höga krav på spatial förmåga, minne och förmågan att tolka och omsätta information som visas på olika typer av kartor (digitala såväl som analoga). Erfarenheter från tidigare studier på FOI (Hörberg & Sandberg, 2003; Andersson m.fl., 2005; Andersson, Hörberg & Sandberg, 2006, 2007; Hellgren, Hörberg & Sandberg, 2011; Hellgren m.fl. 2012; Oskarsson m.fl., 2013) samt annan forskning (t.ex. Downs, 1981; Thorndyke & Hayes-Roth, 1982; Wolbers & Hegarty, 2010; Ishikawa, Fujiwara, Imai & Okabe, 2008; Liben, Myers & Christensen, 2010; Prestopnik & Roskos-Ewoldsens, 2000; Waller, Montello, Richardson & Hegarty, 2002) har gjort det möjligt att skapa en arbetsmodell av faktorer som kan tänkas påverka en individs förmåga att navigera och samtidigt vara medveten om riktningen till flera positioner. Dessa kan kopplas till tre olika områden (se också illustration i Figur 1):

- Individens förmåga
 - *Spatial förmåga*. Avser individens förmåga att förstå hur fysiska objekt i omgivningen relaterar till varandra och individen på ett korrekt sätt.
 - *Lokalkännedom*. Hur väl individen är bekant med området som han/hon vistas i.
 - *Stresstålighet*. Hur individen påverkas av att utföra olika uppgifter under hög mental arbetsbelastning (t.ex. navigera samtidigt som att söka efter hot).
- Det tekniska stödet
 - *Typ av hjälpmedel*. Vilken typ av stöd som används, t.ex. papperskarta och kompass, enskild GPS-enhet, GPS med koppling till andra ledningsstödsystem osv. Ett stort antal varianter av presentationsformer

existerar, t.ex. taktil information genom vibrationer, ljud osv. Detta projekt avgränsas dock till olika former av visuella displayer för informationspresentation.

- *Noggrannhet.* Hur exakt det tekniska stödet kan positionera och ange riktningar.
- *Displaystorlek och upplösning.* Hur stor display det tekniska stödet har för att presentera information och hur tydligt det går att presentera informationen.
- *Placering av display.* Var displayen är placerad (t.ex. på armen, på vapnet, vid ögat eller helt fritt).
- *Information.* Vilken typ av information det går att få från stödet. Observera dock att en större mängd information inte alltid är av godo.
- *Typ av karta.* Vilken typ av karta som används, t.ex. satellitbild, terrängkarta, fastighetskarta etc. Olika kartor har olika fördelar beroende på i vilken miljö individen verkar.
- Kontexten
 - *Uppgiftens svårighet.* Hur komplex navigeringsuppgiften är och hur många riktningar individen samtidigt måste hålla reda på.
 - *Typ av terräng.* Vilken typ av terräng individen rör sig i. Sikt och hinder som måste passeras har troligen avgörande betydelse för behovet av tekniskt stöd. Stadsterräng kan eventuellt underlätta navigation då gator och landmärken i stadsmiljön kan göra det lättare att uppfatta väderstreck och egen position relativt olika punkter.
 - *Ljusförhållanden.* Vi antar att totalt mörker (0,0001-0,001 Lux) är den svåraste förutsättningen och att normalt dagsljus motsvarande en lätt mulen dag (10 000-25 0000 Lux) är det enklaste.
 - *Klimat och väder.* Regn, snö, blåst, extrema temperaturer osv. påverkar troligen hur svårt det är att navigera, både pga. att siktproblem kan uppstå men även pga. att det påverkar de fysiska förutsättningarna för att hantera utrustning mm.
 - *Hot.* Det upplevda hotet mot individen kan påverka förmågan att koncentrera sig på navigationsuppgiften.
 - *Sekundäruppgifter.* Om individen måste hantera flera uppgifter som kräver uppmärksamhet samtidigt finns det risk att den mentala arbetsbelastningen ökar och att navigationsuppgiften blir lidande.



Figur 1. Grundläggande modell för faktorer som påverkar soldatens spatiala lägesuppfattning.

1.4 Forskningsfrågor i föreliggande försök

Eftersom tidigare försök har visat god precision i dagsljus vid invisning av mål som visas på en GPS med digital karta på en liten display (Oskarsson m.fl., 2013) så är det intressant att undersöka om detta även gäller i mörker. Syftet med föreliggande försök var därför att undersöka om GPS även kan användas för att stödja soldater i mörker. Deltagarna fick genomföra målangivelse och målutpekning i mörker både med GPS och genom traditionell metod där mål anges med muntliga utgångspunkter. Vi har inte genomfört någon studie i dagsljus där dessa metoder jämförts med varandra. Vi gjorde dock antagandet att GPS kan bidra till förbättrad precision avseende förmågan att ange korrekt bäring och avstånd, men att det kommer att ta längre tid att genomföra uppgifterna med GPS.

Eftersom försök i dagsljus har visat samband mellan spatial förmåga och förmågan att göra invisningar med en liten skärm vid användning av GPS med digital karta (Oskarsson m.fl., 2013) så är det intressant att undersöka om detta även gäller i mörker. Deltagarna fick därför även besvara de tre spatiala test som används i tidigare studier (Hellgren m.fl., 2012; Oskarsson m.fl., 2013). Eftersom både målangivelse och målutpekning kräver förmåga att lokalisera och hålla reda på objekt i terrängen, vare sig uppgiften görs med hjälp av GPS med digital karta eller med traditionell muntlig målangivelse, och vid användning av GPS dessutom översättning från karta till verklighet och tvärt om, gjordes antagandet att deltagare med högre spatial förmåga presterar bättre både vid användning av GPS och med muntliga utgångspunkter.

Följande hypoteser formulerades:

- Målangivelse och målutpekning med GPS ger högre precision jämfört med muntliga utgångspunkter.
- Målangivelse och målutpekning med GPS tar längre tid jämfört med muntliga utgångspunkter.

- c) Deltagare med högre spatial förmåga gör målangivelse och målutpekning med högre precision både vid användning av GPS och muntliga utgångspunkter.
- d) Deltagare med högre spatial förmåga gör målangivelse och målutpekning snabbare både vid användning av GPS och muntliga utgångspunkter.

2 Metod

Försöket genomfördes vid Djupvik i anslutning till skjutfältet Prästtomta nära Markstridsskolan i Kvarn. Deltagare i försöket var officerare som genomförde sista veckan på en 3-veckors kurs för blivande instruktörer i mörkerstrid, och de gjorde försöket under pauser i samband med parallella övningar i skarpskjutning i mörker. Försöket genomfördes på hösten 14 oktober på kvällen, cirka 19:30-22:00. Ljushöjningarna var cirka 70 procent av fullmåne men molntäckt, vilket innebar att det var relativt mörkt och nödvändigt att använda bildförstärkare för att se föremål på försöksplatsen.

Försöket var planerat för inomgruppsdesign med 16 deltagare, dvs. samtliga deltagare skulle genomföra både målangivelse och målutpekning, både med GPS och med utgångspunkter. Det fanns dock endast tillgång till 5 deltagare för målangivelse och 5 deltagare för målutpekning varför i stället en mixad design fick användas (se Avsnitt 2.3.1 Design).

2.1 Deltagare

I försöket medverkade 10 officerare. Fem av dem gjorde målangivelseuppgiften och fem av dem målutpekningsuppgiften.

I gruppen som gjorde målangivelseuppgiften varierade åldern mellan 24-42 år med en medelålder på 30,4 år. Deras militära tjänstgöringstid varierade mellan 5-13 år, med en medeltid på 8,0 år.

I gruppen som gjorde målutpekningsuppgiften varierade åldern mellan 24-46 år med en medelålder på 32,6 år. Deras militära tjänstgöringstid varierade mellan 3-27 år, med en medeltid på 11,6 år.

Eftersom samtliga deltagare gick sista veckan på en treveckorskurs för blivande instruktörer i mörkerstrid hade de goda kunskaper i att strida och navigera i mörker. Deras skattning av bakgrundsfaktorer visade också att de hade medelgod till mycket god vana av att använda karta på mobil, kompass, arbeta med bildförstärkare, använda utgångspunkter för målangivelse, strida och navigera i mörker, samt av att orientera och navigera i terräng. De hade dock endast liten vana av att använda GPS och av terrängen i övningsområdet där försöket genomfördes.

Ytterligare 8 officerare från kursen i mörkerstrid besvarade spatiala test och deltog i gruppdiskussioner om utformning och användning av GPS i mörker.

2.2 Utrustning

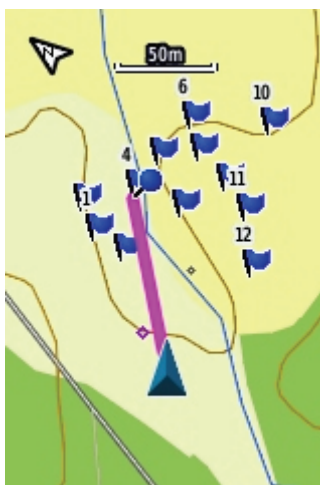
2.2.1 GPS

Garmin GPSmap 62stc användes både för målangivelse och målutpekning. Apparaten yttre mått är $61 \times 160 \times 36$ mm. Displayens storlek är 36×55 mm (2,6 tum), och skärmens upplösning är 160×240 pixlar. Skärmens ljusstyrka var inställd på näst lägsta nivån för att det skulle gå att se detaljerna på displayen genom bildförstärkaren utan att bli bländad (Figur 2).



Figur 2. Bild på Garmin GPSmap 62stc.

Som terrängkarta användes Garmin Friluftskartan Pro V3 Götaland skala 1:50 000 – 1:100 000. Kartan roterade i förhållande till GPS-enheten, så att norr på kartan alltid motsvarade norr i verkligheten (Figur 3).



Figur 3. Skärmbild som visar kartans utseende på Garmin GPS vid station B med utpekning av mål 4 valt. Egen position markerad med den blå pilen nertill.

2.2.2 PLRF – instrument för vinkelmätning

PLRF 15C (Pocket Laser Range Finder) är ett avstånds- och vinkelmätande instrument från Vectronix AG, som används inom Försvarsmakten (se Figur 4). Instrumentet användes av försöksledaren vid betingelsen målutpekning för att mäta in bäring och avstånd till den punkt i terrängen som deltagaren belyste med sin laserpekare. Instrumentets precision avseende bäring (azimut) anges till $\pm 0,6$ grader och avseende avståndsmätning till ± 2 meter. För att kunna mäta in försökspersonens utpekade positioner i terrängen i mörker så använde försöksledaren bildförstärkare för att titta genom PLRF:en. Det redan låga ljuset från omgivningen reducerades dock ytterligare genom PLRF:en, vilket försvårade lokaliseringen av positionerna. Avläsningen av siffrorna för

den inmätta positionen försvårades också eftersom fokusavstånden för siffrorna och omgivning är olika. Det var dock inte något problem att läsa av siffrorna korrekt utan problemet innebar endast att detta tog längre tid och krävde större ansträngning.



Figur 4. Till vänster, PLRF:ens okular som användaren tittar genom. I mitten bild från PLRF:ens okular i dagsljus med siffror som visar bäring till invisad position. Till höger, PLRF:ens öppningar för linserna som riktas mot objektet som ska mätas in.

2.2.3 Bildförstärkare

MONO/12 är en monokulär bildförstärkare av generation III vilken användes av både försöksledarna och deltagarna. Försöksdeltagarnas bildförstärkare var monterad med hjälmfäste och försöksledarnas bildförstärkare var monterad med bärmask, vilket är en huvudburen fästordning. Bildförstärkarens position var framför det ena ögat. Den kunde med ett enkelt handgrepp lyftas upp så att det gick att se utan bildförstärkare.

2.2.4 Mörkerriktmedel

DBAL med M-nummer: M8430-805020 är en modul med laser- och IR-laserpekare samt IR-belysare som i försöket användes av deltagarna vid målutpekning för att peka ut positioner i terrängen och av försöksledarna vid målangivelse för att peka ut pappfigurer i terrängen. Försöksledaren höll laserpekaren i handen och deltagarnas laserpekare var monterade på vapnen.

2.2.5 Pappfigurer

12 pappfigurer av standardtyp för militär målskjutning med höjden 150 cm användes för att markera målets position vid betingelsen målangivelse. Samtliga pappfigurer var numrerade 1-12, från vänster till höger sett från försöksplatsen. Siffrorna hade höjden 168 mm med typsnitt Calibri och var utskrivna på vitt papper i A4-format. Nummerlappen placerades i en genomskinlig plastficka och fästes överst på respektive pappfigur (se Figur 5).



Figur 5. Montering av nummerlapp på pappfigur.

2.3 Procedur och design

2.3.1 Design

Försöket hade planerats för 16 deltagare med inomgruppsdesign med 2 uppgifter (målangivelse, målutpekning) $\times$ 2 tekniska förutsättningar (med GPS, med utgångspunkter). Försöket kunde dock inte genomföras med denna design eftersom endast 5 deltagare fanns tillgängliga för att genomföra respektive uppgift. Experimentet genomfördes därför med mixad design med typ av uppgift som mellangrupsvariabel (målangivelse, målutpekning), dvs. det var olika deltagare som utförde de två uppgifterna, och teknisk förutsättning var inomgruppsvariabel (med GPS, med utgångspunkter). Dvs. de deltagare som utförde respektive uppgift gjorde det både med GPS och med utgångspunkter.

Eftersom endast fem deltagare gjorde respektive uppgift kunde inte motbalanserad design avseende teknisk förutsättning helt uppfyllas. För målangivelsesuppgiften började två deltagare med GPS och tre med utgångspunkter. För målutpekningssuppgiften började tre deltagare med GPS och två med utgångspunkter.

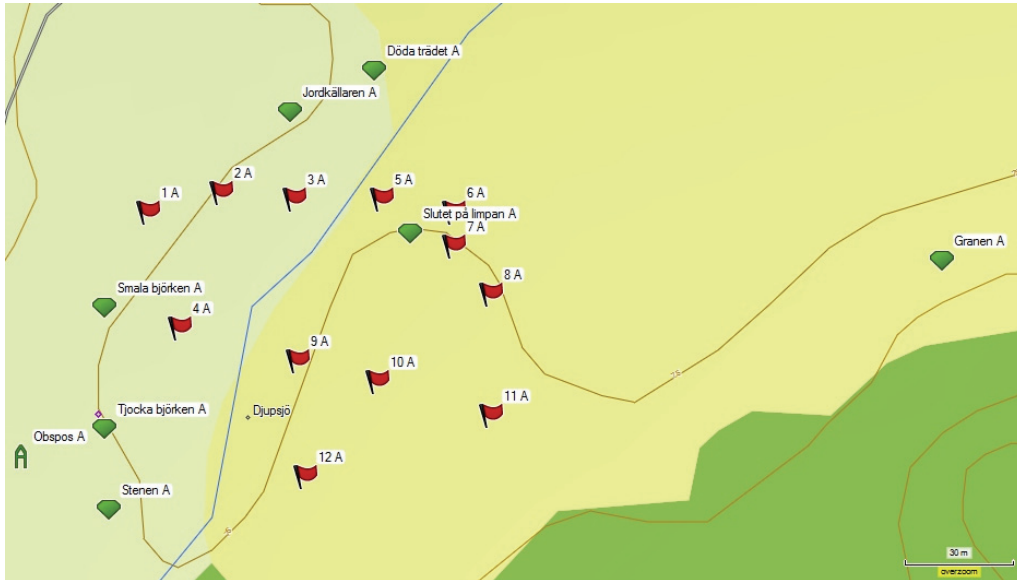
Positionernas/figurernas ordning hade planerats så att samtliga symboler/positioner förekom lika ofta för GPS och utgångspunkter. Eftersom endast fem deltagare genomförde respektive betingelse kunde detta dock inte helt uppfyllas. Ordningen mellan symbolerna för respektive betingelse (med GPS, med utgångspunkter) var sådan att två närliggande symboler aldrig kom direkt efter varandra och att det vid varje betingelse användes symboler/figurer från både vänster och höger sida av fältet framför deltagaren.

2.3.2 Försöksplats

Försöksplatsen var belägen vid kanten av ett fält vid Djupsjö i anslutning till skjutfältet Prästtomta nära Markstridsskolan i Kvarn. På grund av säkerhetsgränser vid den skarpskjutning som deltagarna genomförde i närheten i samband med försöket så var det nödvändigt att placera båda försöksstationerna nära varandra på samma sida av fältet. Det

var cirka 20 meter mellan försöksstationerna. Station A låg till vänster och användes till målangivelse, och station B låg till höger och användes till målutpekning.

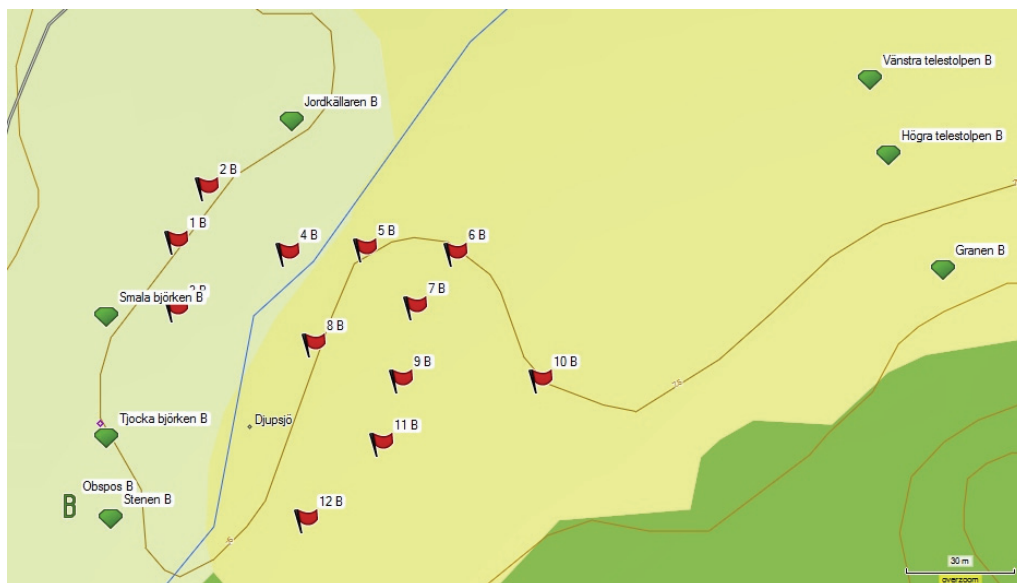
Vid uppgiften målangivelse vid station A fanns 12 pappfigurer placerade i terrängen framför deltagaren (se Figur 6). Avståndet från försöksplatsen till pappfigurerna varierade mellan 54,9-128,5 meter och vinkeln mellan figuren längst till vänster och längst till höger var 70,3 grader. Innan försöket hade en erfaren officer angivit 8 utgångspunkter i terrängen som deltagaren instruerades till att använda vid muntlig målangivelse med utgångspunkter.



Figur 6. Karta över station A med utgångspunkterna och de 12 pappfigurernas positioner.

Vid uppgiften målutpekning på station B var de 12 positioner som skulle pekas ut inte synliga i form av målfigurer i terrängen, utan försökspersonen skulle peka ut den plats som bäst överensstämde med målangivelsen. Avståndet från försöksplatsen till positionerna varierade mellan 60,6 – 129,4 meter och vinkeln mellan positionen längst till vänster och längst till höger var 75 grader (se Figur 7). Vid målutpekning med GPS visades dessa positioner på GPS:ens karta och vid målutpekning med utgångspunkter så angav försöksledaren muntligt positionens bäring med utgångspunkter (t.ex. ”tjocka björken, 1 finger vänster”) och avståndet i meter. Hur målutpekningen skulle göras bestämdes innan försöket genom att pappfigurer tillfälligt sattes ut på respektive position. En erfaren officer bestämde först 8 utgångspunkter i terrängen och gjorde sedan utgående från dessa målutpekning till respektive mål (t.ex. ”gränen, 2 fingrar vänster”). Det var dessa målangivelser som försöksledaren läste upp för deltagaren under genomförandet av försöket.

Eftersom det endast var ca 20 meter mellan försöksplatserna så var de pappfigurer som användes vid station A även synliga vid station B där målutpekningssuppgiften genomfördes. De positioner som skulle pekas ut i målutpekningssuppgiften sammanföll dock inte med någon av pappfigurernas placeringar, vilket också poängterades i instruktionerna till deltagarna.



Figur 7 Karta över station B med utgångspunkter och de 12 virtuella mål som skulle pekas ut i terrängen.

I Figur 8 visas en vy från försöksplats A i dagsljus med de numrerade pappfigurerna uppställda på fältet.



Figur 8. Vy från försöksstation A i dagsljus, med de numrerade pappfigurerna uppställda på fältet och utgångspunkten "tjocka björken" till höger.

2.3.3 Uppgift

De uppgifter som deltagarna utförde var målangivelse och målutpekning. Båda uppgifterna utfördes både med GPS och med muntliga utgångspunkter för målangivelse. Uppgifterna gick således åt båda hållen mellan teknik och miljö – dels att omsätta en

punkt i terrängen till en position på en digital karta eller till en målangivelse, dels att omsätta en punkt på digital karta eller en målangivelse till en position i terrängen.

2.3.3.1 Målangivelse

Vid målangivelse var deltagarens uppgift att ange position för pappfigurer i terrängen som försöksledaren pekade ut med laserpekare. Detta gjordes antingen på GPS-kartan eller genom muntlig målangivelse.

Vid målangivelse med GPS så var endast den egna positionen markerad på GPS:ens karta, dvs. pappfigurernas positioner var inte markerade. Deltagaren använde GPS:ens karta för att markera den position som motsvarade målets (pappfigurens) position i terrängen. Detta gjordes genom att med pilknappar på GPS:en flytta en markör på dess karta till korrekt position. Försöksledaren noterade koordinaterna för den position på GPS:ens karta där deltagaren placerat markören.

Vid målangivelse med utgångspunkter så angav deltagaren muntligt riktning (bäring) och avstånd till målet. Svaret noterades av försöksledaren. Deltagaren instruerades att använda en av de åtta utgångspunkterna för respektive målangivelse och precisera med vedertagen terminologi, som ”två fingrar höger”, ”två knogar vänster” etc.

2.3.3.2 Målutpekning

Vid målutpekning var deltagarens uppgift att med sin laserpekare peka ut den punkt i terrängen som han fick målinformation om antingen via GPS-kartan eller genom muntlig målangivelse. Målutpekning var samma uppgift som i tidigare försök benämns som målinvisning. Anledningen till att uppgiften benämns målutpekning i detta försök var att deltagarna angav målets position genom att peka med sin laserpekare.

Vid målutpekning med GPS fanns 12 symboler inlagda på GPS:ens karta, markerade med nummer (1-12). En linje gick från den egna positionen på kartan till den aktuella symbol vars position deltagaren hade till uppgift att peka ut i terrängen. Deltagaren fick titta på GPS:ens karta genom bildförstärkaren. Deltagarens uppgift var att bedöma riktning och avstånd i terrängen till det aktuella mål som visades på GPS:ens display och indikera sitt svar genom att med laserpekare peka mot den position i terrängen som han ansåg motsvara målets position.

Vid målutpekning med utgångspunkter så läste försöksledaren upp en muntlig målangivelse med utgångspunkter och avstånd i meter till respektive mål. Deltagarens uppgift var att bedöma riktning och avstånd till målet i terrängen och indikera sitt svar genom att med laserpekare peka mot den position i terrängen som han ansåg motsvara målets position.

För båda betingelserna (med GPS, med utgångspunkter) så mätte försöksledaren in bäring och avstånd till den utpekade positionen genom att rikta PLRF:en mot den punkt i terrängen som deltagaren pekade ut med sin laserpekare, och anteckna dessa värden.

2.3.4 Procedur

Proceduren var i princip densamma både vid målangivelse och målutpekning. Vid båda stationerna fick deltagaren först en kort instruktion om uppgiften och fick sedan göra en träningsuppgift med den tekniska förutsättning (GPS eller utgångspunkter) som genomfördes som första betingelse. Försöksledaren instruerade deltagaren om att de i första hand skulle göra uppgiften så noggrant som möjligt och i andra hand så snabbt som möjligt.

Proceduren var i princip densamma vid både målangivelse och målutpekning. Först gav försöksledaren allmän information om försöket och uppgiften. Sedan fick deltagaren träna på en eller två uppgifter för den tekniska betingelse (GPS eller utgångspunkter) som genomfördes som första betingelse. Observera att varannan deltagare började med

respektive teknisk betingelse. Försöksledaren frågade sedan deltagaren om han hade förstått uppgiften. Sedan genomfördes fem uppgifter med denna betingelse. Deltagaren fick sedan göra en eller två träningsuppgifter på nästa tekniska betingelser. Försöksledaren frågade igen om deltagaren förstått uppgiften och sedan genomfördes fem uppgifter med denna betingelse. Innan den betingelse där utgångspunkter skulle användas så fick deltagaren information om vilka utgångspunkter i terrängen som skulle användas. I samband med detta kontrollerade försöksledaren att deltagaren kunde identifiera utgångspunkterna i terrängen. Efter varje betingelse så fick deltagaren muntligt skatta sin mentala arbetsbelastning och uppgiftens svårighetsgrad på skalan 1-7 från mycket låg till mycket hög.

Efter att försöket vid respektive stationen (A eller B) var slutfört så fick deltagaren med sig en enkät med frågor hur det var att utföra uppgifterna och att delta i försöket. Deltagaren fick information om att fylla i enkäten när det fanns tid till detta och sedan lämna den till en officer på regementet. Detta förfarande var nödvändigt eftersom det under försökstillfället inte fanns tillgänglig tid för att besvara enkäten.

Två dagar efter testet fick deltagarna göra tre spatiala test (se Avsnitt 2.4.2 Spatiala test). De spatiala testen gjordes även av de 8 deltagare som inte varit med i försöket men som deltog i kursen i mörkerstrid. Syftet med detta var att få större dataunderlag för att undersöka sambandet mellan testen. De spatiala testen genomfördes under dagtid i en lektionssal på Markstridsskolan. I samband med detta genomfördes även gruppdiskussioner avseende möjligheter och begränsningar av användning av GPS under mörkerstrid.

2.4 Datainsamling

Datainsamling gjordes genom prestationsmått under försöket, genom deltagarnas subjektiva skattningar och skriftliga kommentarer, gruppdiskussioner, samt genom spatiala test.

2.4.1 Prestationsmått

- *Avvikelsen från korrekt riktning (grader).*
 - Vid målangivelse med GPS noterade försöksledaren markörens longitud och latitud på GPS:ens karta. Vid målangivelse av pappfigurer med utgångspunkter noterade försöksledaren deltagarens muntliga målangivelse.
 - Vid målutpekning, både med GPS och utgångspunkter, riktade försöksledaren in PLRF:en mot den punkt i terrängen som deltagaren belyste med laserpekaren och noterade den bäring som visades i PLRF:ens okular.
- *Avvikelsen från korrekt avstånd (meter).*
 - Vid målangivelse med GPS noterade försöksledaren markörens longitud och latitud på GPS:ens karta. Vid målangivelse med utgångspunkter noterade försöksledaren deltagarens muntliga angivelse av avstånd i meter.
 - Vid målutpekning, både med GPS och utgångspunkter, riktade försöksledaren in PLRF:en mot den punkt i terrängen som deltagaren belyste med laserpekare och noterade det avstånd som visades i PLRF:ens okular.

- *Prestationstid (sekunder)*
 - Vid målangivelse tog försöksledaren tiden från att han belyste pappfiguren tills deltagaren sade klar. Vid målangivelse med GPS sade deltagaren klar efter att ha placerat markören på önskad punkt på GPS:ens karta. Vid målangivelse med utgångspunkter sade deltagaren klar efter att han muntligt angivit avståndet till målet.
 - Vid målutpekning med GPS tog försöksledaren tiden från att deltagaren fått GPS:en och börjat titta på skärmen (försöksledaren skymde skärmen tills tidtagningen började) tills deltagaren sade klar efter ha riktat in laserpekaren mot önskad punkt i terrängen. Vid målutpekning med utgångspunkter så tog försöksledaren tiden från att han började med muntlig målangivelse tills deltagaren sade klar efter ha riktat in lasersiktet mot önskad punkt i terrängen.

2.4.1.1 Beräkning av prestationsmått

Varje deltagares prestationsmått har beräknats som medelvärdet av prestationen för 5 uppgifter. Vid resultatberäkningen gjordes följande transformationer för att beräkna korrekt bäring och avstånd.

Vid både målangivelse och målutpekning hade pappfigurernas och positionernas longitud och latitud mätts upp med GPS:en innan försöket. Dessa transformerades till korrekt bäring och avstånd från respektive försöksplats.

Vid målangivelse med GPS transformerades de punkter som deltagaren lade in på GPS:en till bäring och avstånd från försöksplatsen. Avvikelse i bäring och avstånd beräknades som absolutbeloppet av differensen från den bäring och det avstånd som mätts upp med GPS:en före försöket.

Vid målangivelse med utgångspunkter transformerades deltagarens målutpekning till bäring från försöksplatsen (se beskrivning nedan). Avstånd angav deltagaren i meter. Avvikelse i bäring och avstånd beräknades som absolutbeloppet av differensen från den bäring och det avstånd som mätts upp med GPS:en före försöket.

Vid målutpekning med GPS hade longitud och latitud för de positioner som visades på GPS:en mätts innan försöket. Dessa transformerades till korrekt bäring och avstånd från försöksplatsen. Avvikelse i bäring och avstånd från den position som deltagaren belyste med laserpekaren beräknades som absolutbeloppet av differensen från den bäring och det avstånd som mätts upp med GPS:en före försöket. Vid beräkning av avvikelsen från korrekt bäring användes en korrigeringsterm på 1,4 grader (mätningarna av målutpekningarna med PLRF:en subtraherades med 1,4 grader) för att kompensera för att GPS:en använder geografisk nord, medan PLRF:en använder magnetisk nord, samt för att kompensera för kalibreringsfel hos PLRF:en. Korrigeringstermen beräknades genom medelvärdet av differenserna mellan bäringarna mellan inmätningarna av respektive måls position med GPS respektive PLRF (mätningarna innan försöket då pappfigurer var placerade vid respektive måls position).

Vid målutpekning med utgångspunkter som försöksledaren läste upp för deltagaren så beräknades avvikelse i bäring från den position som deltagaren belyste med laserpekaren som absolutbeloppet av differensen från positionen som innan försöket hade angetts av en erfaren officer (positionen omvandlad till bäring enligt beskrivning nedan). Avvikelse i det avstånd som deltagaren uppgav muntligt beräknades som absolutbeloppet av det avstånd till positionen som mätts upp med PLRF:en innan övningen. Anledningen till att avståndet som mätts upp med PLRF:en användes var att det innan försöket genomfördes inte fanns tid att transformera GPS:ens koordinater till avstånd från försöksplatsen. Vid beräkning av avvikelse från korrekt bäring användes samma korrigeringsterm som vid målutpekning med GPS.

Muntliga målangivelser transformerades till bäring genom att koordinaterna för de positioner i terrängen som användes mättes upp med GPS. De preciseringar som användes transformerades först till milliradianer (mils) och sedan till grader enligt NATO-standard där en mils approximeras till 1/6400 av cirkelns omkrets:

- 1 finger: 30 mils (1,7 grader)
- 2 fingrar: 70 mils (3,9 grader)
- 3 fingrar: 100 mils (5,6 grader)
- 4 fingrar: 125 mils (7,0 grader)
- 1 knoge: 180 mils (10,1 grader)
- 1 hand: 300 mils (16,9 grader)

2.4.2 Spatiala test

Följande spatiala test användes:

PTSOT (The Perspective Taking/Spatial Orientation Test) – Testet består av 12 uppgifter där deltagaren på respektive uppgift får markera riktningen mellan olika objekt i en cirkel. Resultatet beräknas som genomsnittlig avvikelse i grader från objekten och kan därmed variera från 0 – 360, dvs. ett lågt värde innebär ett bra resultat (Kozhevnikov & Hegarty, 2001; Hegarty & Waller, 2004)

Pappersvikningstestet (The Paper Folding Test). Testet består av 20 uppgifter där deltagaren vid respektive uppgift får se en teckning av ett hopvikt papper som stansats med en hålslagare. Uppgiften är att avgöra vilken av fem svarsalternativ som visar hålets position på det utvikta pappret. Resultatet beräknas som andel rätt, och kan därmed variera från 0 – 1, dvs. ett högt värde innebär ett bra resultat (Ekstrom, French & Harman, 1976).

SBSOD (Santa Barbara Sense of Direction) – Testet består av 15 frågor på en 7-gradig skala där deltagaren gör självskattningar av sin spatiala förmåga. Skalan är från 1-7. Innan resultatberäkning vänds skalan på frågor där 7 innebär lägre skattad förmåga. Resultatet beräknas sedan som medelvärde på svaren, där ett högt värde innebär en hög skattning av egen spatial förmåga (Hegarty m.fl., 2002).

2.4.3 Muntliga skattningar

Efter att deltagarna gjort de fem målangivelserna/målutpekningarna med respektive tekniska betingelse så fick de muntligt svara på skattningsfrågor (skala 1–7) om hur svårt/lätt det var att genomföra uppgiften och hur hög deras mentala arbetsbelastning var när de gjorde uppgiften.

2.4.4 Enkät

Enkäten som deltagarna besvarade bestod av 53 skattningsfrågor på skalan 1-7, samt 10 öppna frågor där deltagarna kunde ge synpunkter på den utrustning som användes och på själva försöket. Skattningsfrågorna handlade huvudsakligen om hur det var att använda GPS:en i mörker, hur svårt det var att utföra uppgifterna med respektive teknisk förutsättning (GPS eller utgångspunkter) och mental arbetsbelastning. Dessutom fanns 8 skattningsfrågor där deltagarna fick skatta relevanta bakgrundskunskaper avseende försöket, t.ex. sin vana vid mörkerstrid, bildförstärkare och GPS.

2.4.5 Gruppdiskussion

För att samla in information om möjligheter och begränsningar av användning av GPS i mörker så genomfördes en gruppdiskussion med deltagarna. I denna diskussion deltog

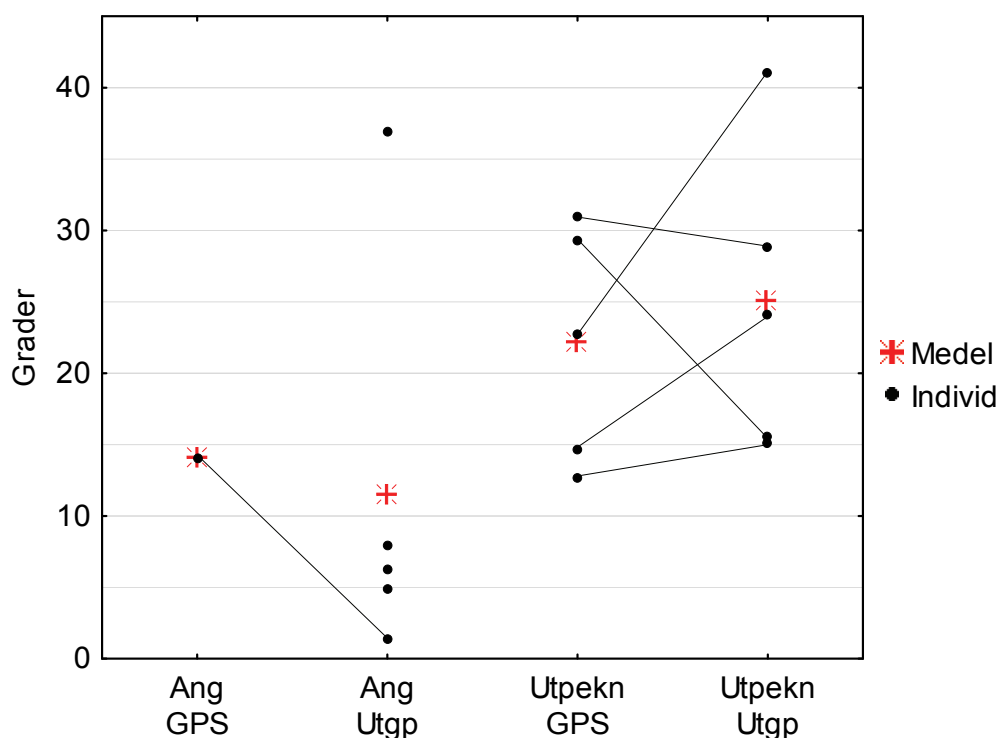
även ytterligare 8 officerare som deltog i mörkerutbildningen. Under gruppdiskussionen delades deltagarna in i två grupper där den ena gruppen bestod av de 10 officerare som deltog i experimentet och den andra gruppen bestod av de 8 officerare som inte deltog i experimentet. Denna indelning gjordes för att få maximalt utbyte av dem som inte var med i experimentet. Övergripande diskuterades fysiska krav och utformning på en GPS, kompatibilitet med andra system, vilka funktioner de ansåg att en GPS bör ha, hur en GPS bör användas och vilka problem som det kan finnas med att använda en GPS vid mörkerstrid.

3 Resultat

Eftersom det endast var 5 deltagare vid respektive uppgift (målangivelse, utpekning av mål) så redovisas endast deskriptiv analys av data. Det var dessutom vissa problem med dataregistrering, varför det endast finns prestationsdata avseende avvikelse från korrekt bäring och avstånd från en deltagare för betingelsen målangivelse med GPS.

3.1.1 Avvikelse från korrekt bäring

Avvikelsen från korrekt bäring var generellt högre vid målutpekning jämfört med vid målangivelse, vare sig uppgiften gjordes med hjälp av GPS eller utgångspunkter. Det var inte någon större skillnad mellan gruppernas medelvärden mellan GPS och utgångspunkter inom respektive uppgift (målangivelse/målutpekning). Vid målutpekning var det dock stora individuella skillnader. Två deltagare hade betydligt lägre avvikelse vid målutpekning med GPS jämfört med utgångspunkter, medan en deltagare hade betydligt lägre avvikelse med utgångspunkter jämfört med GPS. Vid målangivelse med utgångspunkter hade en deltagare en avvikelse på 37,0 grader, medan de övriga fyra deltagarnas avvikelse från korrekt bäring var så liten som 8 grader eller mindre. Den deltagare som det finns data på från målangivelse med GPS hade endast genomsnittlig avvikelse på 1 grad vid målangivelse med utgångspunkter (Figur 9).

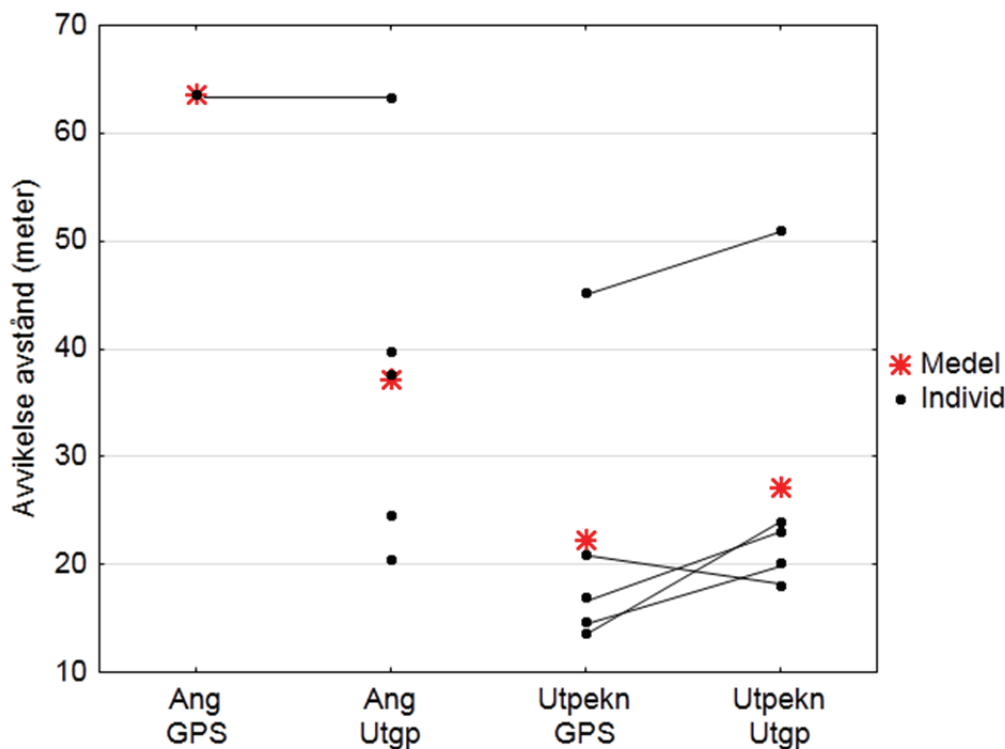


Figur 9. Deltagarnas avvikelse från korrekt bäring i grader vid målangivelse (Ang) och målutpekning (Utpekn) med GPS respektive med utgångspunkter (Utgp). Grafen visar dels gruppens medelvärde (Medel), dels varje enskild deltagares medelvärde på de fem målangivelserna/målutpekningarna för respektive uppgift (Individ). Linjer sammanbinder enskilda deltagares resultat för de två betingelserna med GPS respektive utgångspunkter.

3.1.2 Avvikelse från korrekt avstånd

Avvikelsen från korrekt avstånd var generellt högre vid målangivelse än vid målutpekning, vare sig uppgiften gjordes med GPS eller med utgångspunkter. Den deltagare som det finns data från vid målangivelse med GPS hade den största avvikelsen (63,7 grader) vid målutpekning med utgångspunkter. Det går därför inte utgående från dessa data säga att

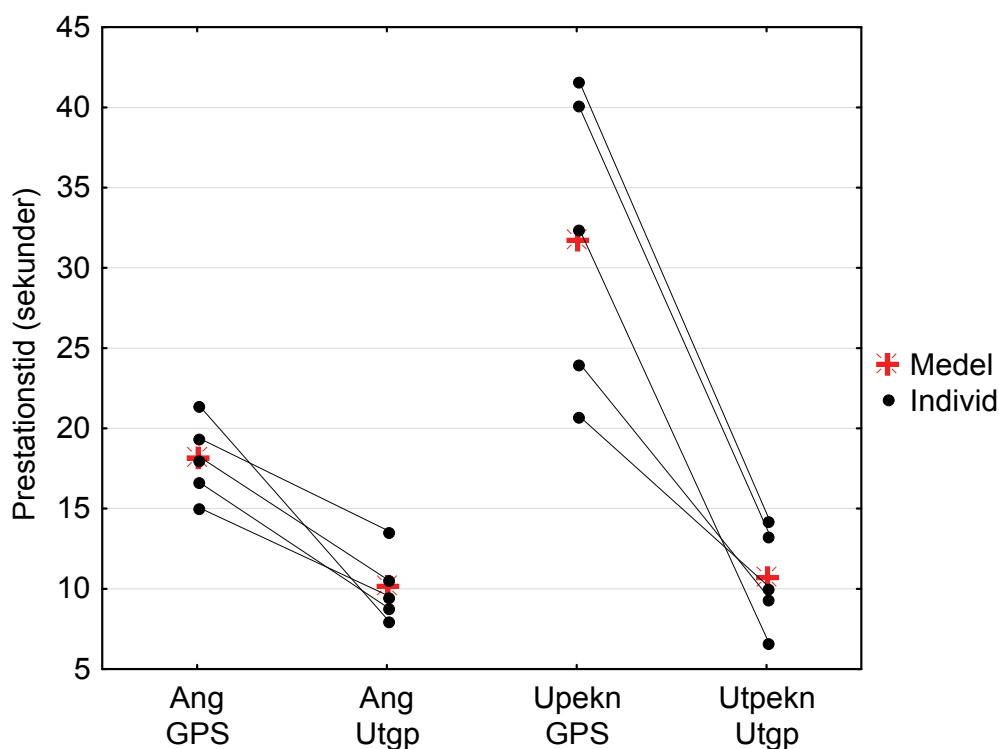
precisionen avseende avståndsbedömning vid målutpekning var sämre vid användning av GPS än vid utgångspunkter. Vid målutpekning var det inte någon nämnvärd skillnad mellan precisionen avseende avståndsbedömning vare sig uppgiften gjordes med GPS eller med utgångspunkter. Bortsett från den deltagare som hade stora avvikelser i avstånd, både med GPS och med utgångspunkter, så var avvikelserna från korrekt avstånd relativt små vid målutpekning. Vid målangivelse med utgångspunkter var dock spridningen mellan deltagarnas avvikelser från korrekt avstånd stor (Figur 10).



Figur 10. Deltagarnas avvikelse från korrekt avstånd i meter vid målangivelse (Ang) och målutpekning (Utpekn) med GPS respektive med utgångspunkter (Utgp). Grafen visar dels gruppens medelvärde (Medel), dels varje enskild deltagares medelvärde på de fem målangivelserna/målutpekningarna för respektive uppgift (Individ). Linjer sammanbinder enskilda deltagares resultat för de två betingelserna med GPS respektive utgångspunkter.

3.1.3 Prestationstid

Prestationstiden vid målangivelse var genomsnittligt 8 sekunder längre när uppgiften gjordes med GPS jämfört med utgångspunkter. Vid målutpekning var prestationstiden genomsnittligt hela 21 sekunder längre när uppgiften gjordes med GPS jämfört med utgångspunkter. Linjerna i grafen visar att samtliga deltagare gjorde uppgiften snabbare med utgångspunkter jämfört med GPS (Figur 11).



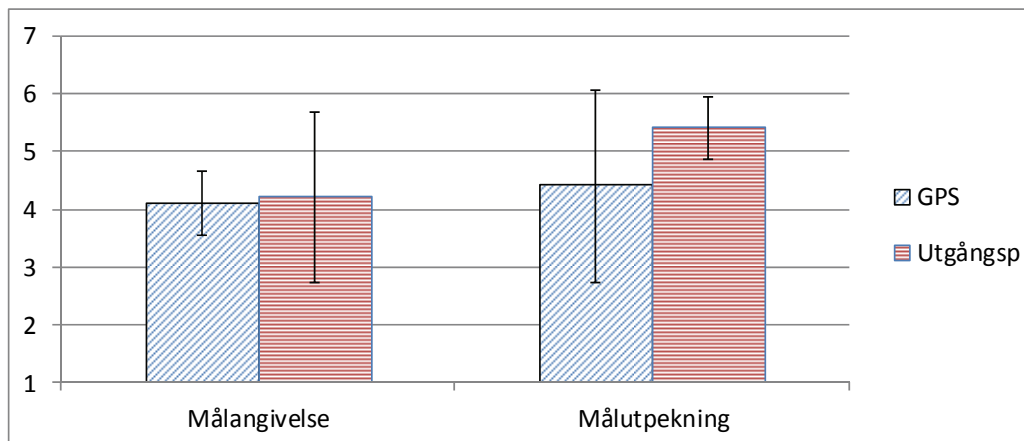
Figur 11. Deltagarnas prestationstid vid målangivelse (Ang) och målutpekning (Utpekn) med GPS respektive med utgångspunkter (Utgp). Grafen visar dels gruppens medelvärde (Medel), dels varje enskild deltagares medelvärde på de fem målangivelserna/målutpekningarna för respektive uppgift (Individ). Linjer sammanbinder enskilda deltagares resultat för de två betingelserna med GPS respektive utgångspunkter.

3.2 Subjektiva skattningar

De subjektiva skattningarna redovisas genom medelvärden och standardavvikelser för respektive fråga. Frågor om mental arbetsbelastning besvarades både direkt efter varje betingelse och i enkäten. Resultatet har beräknats som medelvärdet av dessa svar. Frågan om uppgiftens svårighet ställdes muntligt samtidigt som frågan om mental arbetsbelastning, där ett högt värde innebär hög mental arbetsbelastning. För att undvika förvirring användes därför en skala där ett högt värde innebar hög svårighet. Innan resultatberäkning omkodades svaren på de muntliga frågorna om uppgiftens svårighetsgrad så att ett högt värde innebär att det var låg svårighet (lätt att utföra uppgiften). Detta gjordes för att få överensstämmelse med frågorna i enkäten där ett högt värde på frågorna innebär att något är lätt att använda eller utföra.

3.2.1 Utföra uppgiften

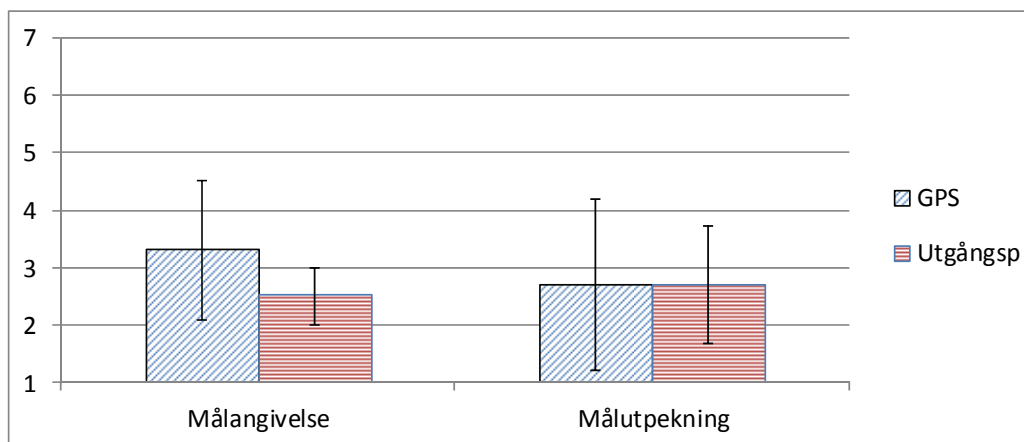
Deltagarnas skattningar av hur svår/lätt uppgiften var att utföra för respektive uppgift och teknisk betingelse visar att målutpekning med utgångspunkter då målinformation gavs med muntliga utgångspunkter ansågs som lättast. Det var dock inte något av momenten som skattades som svårt (Figur 12).



Figur 12. Deltagarnas skattningar av hur svåra/lätta de två uppgifterna målangivelse och målutpekning med hjälp av GPS respektive muntliga utgångspunkter var (1 = Mycket svårt – 7 = Mycket lätt).

3.2.2 Mental arbetsbelastning

Den mentala arbetsbelastningen skattades visserligen något högre när GPS användes för målangivelse jämfört med muntliga utgångspunkter. Generellt är dock samtliga skattningar låga, dvs. deltagarna skattade sin mentala arbetsbelastning som låg vid både målangivelse och målutpekning, vare sig de gjorde uppgiften med GPS eller med utgångspunkter (Figur 13).



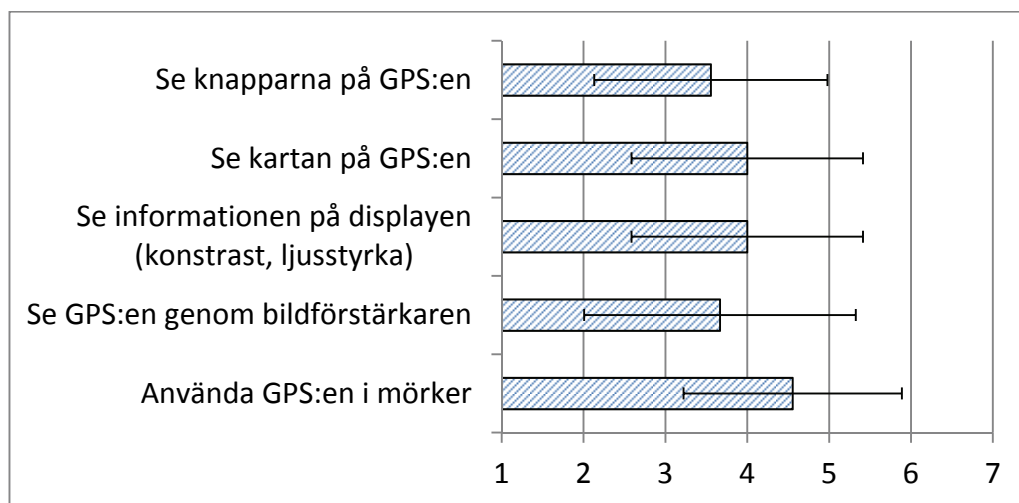
Figur 13. Deltagarnas skattningar av sin mentala arbetsbelastning när de utförde de två uppgifterna målangivelse och målutpekning med hjälp av GPS respektive muntliga utgångspunkter (1 = Mycket låg – 7 = Mycket hög).

3.2.3 Använda GPS:en

Vid beräkning av medelvärde och standardavvikelse för skattningarna av användning av GPS i mörker ströks svaren från den första deltagaren som genomförde uppgiften målangivelse, pga. att ljusstyrkan på GPS:en för denna deltagare var för högt ställd, vilket innebar att han använde sitt ”obeväpnade” öga för att titta på GPS:en. Svaren från denna deltagare har dock används för frågorna om displayens storlek och mängden information på kartan.

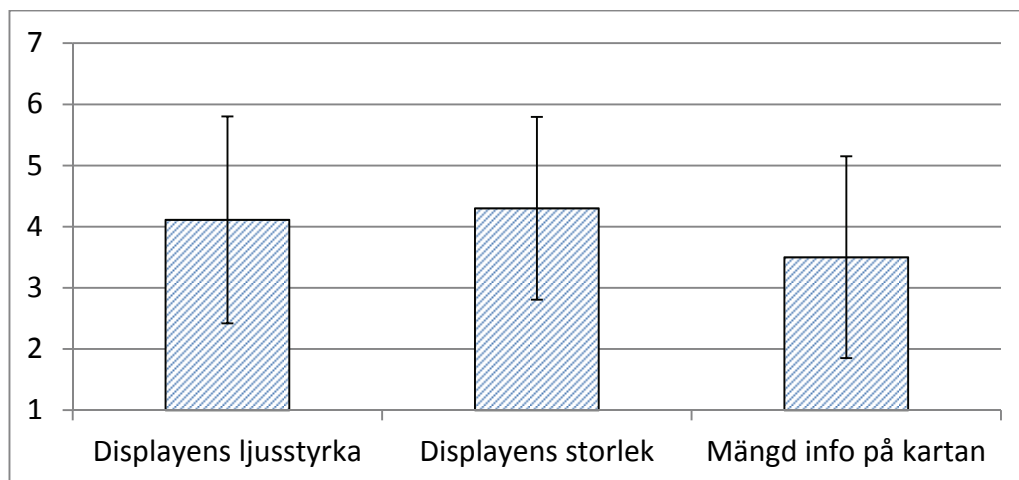
Deltagarnas skattningar av hur det var att använda GPS:en i mörker visar att de ansåg att det var medellätt att använda GPS:en i mörker, samt att se informationen på displayen och

kartan. Skattningarna av hur det var att se knapparna på GPS:en och att se GPS:en genom bildförstärkaren var dock något lägre (Figur 14)



Figur 14. Deltagarnas skattningar av hur det var att använda GPS:en i mörker (1 = Mycket svårt – 7 = Mycket lätt).

Deltagarna skattade displayens ljusstyrka och storlek som medelbra. Mängden information på kartan skattades som något sämre (Figur 15).



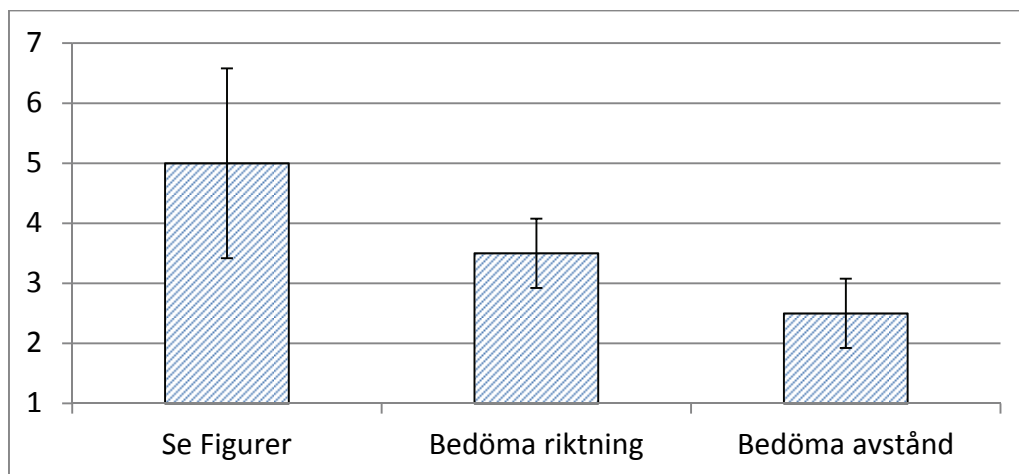
Figur 15. Deltagarnas skattningar av displayens ljusstyrka och storlek, samt om mängden information på kartan (1 = Mycket dålig – 7 = Mycket bra).

För att identifiera orsaken om någon angav displayens ljusstyrka, storlek och mängd information på kartan som dålig ställdes följdfrågor om den var för liten, lagom eller för stor. 7 av deltagarna angav att displayens ljusstyrka var lagom, 1 att den var för svag och 1 att den var för hög. 6 av deltagarna angav att displayens storlek var lagom, 4 att den var för liten och ingen att den var för stor. På frågan om mängden information på kartan så angav 8 av deltagarna att mängden var för liten, 2 att den var lagom och inte någon att den var för stor.

3.2.4 Målangivelse

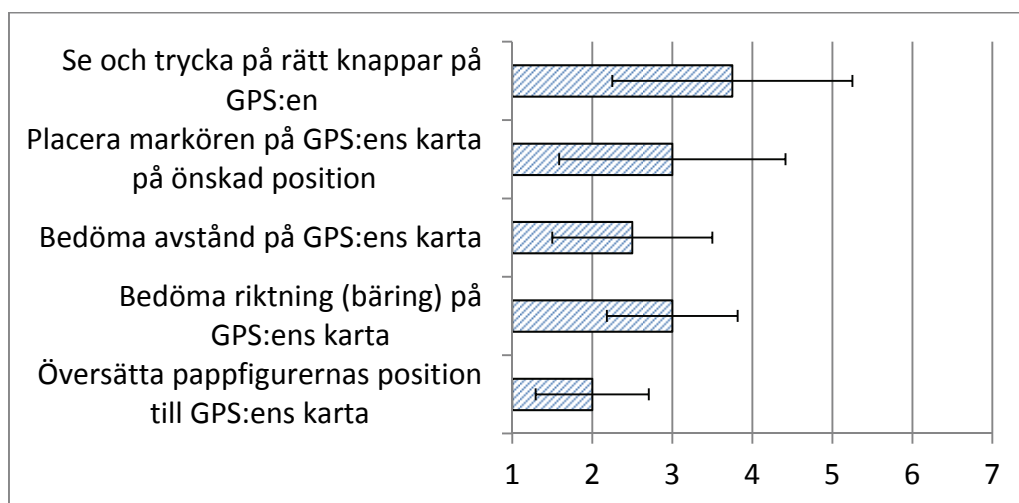
Vid målangivelse visar deltagarnas skattningar att ansåg att det var lätt att se pappfiguren i terrängen som försöksledaren belyste med laserpekaren, men att det fanns

en viss svårighet att bedöma riktningen/bäringen till dem och att det var svårt att bedöma avståndet till dem (Figur 16).



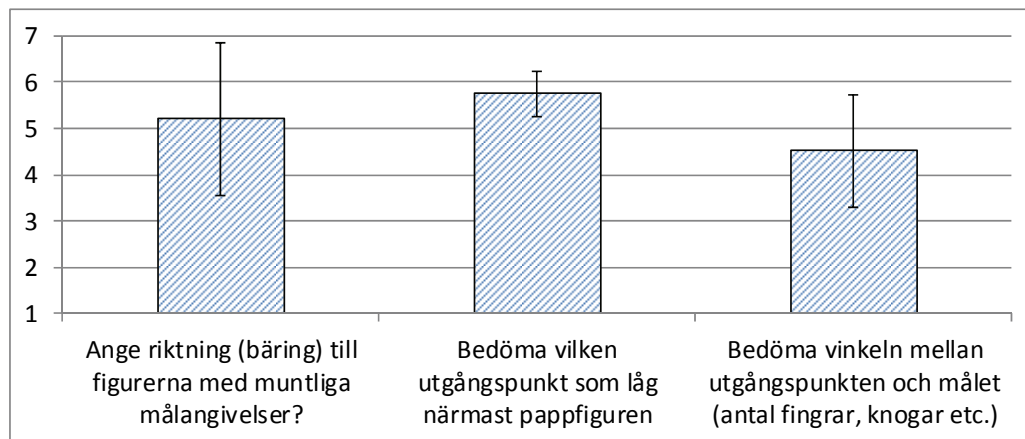
Figur 16. Deltagarnas skattningar av hur det var att se de figurerna i terrängen när försöksledaren belyste dem med laserpekare, samt att bedöma riktning och avstånd till figurerna (1 = Mycket svårt – 7 = Mycket lätt).

Vid målangivelse med GPS så skattade deltagarna det som mycket svårt att översätta pappfigurernas position till en position på GPS:ens karta och att bedöma avståndet på GPS:ens karta. Det skattades som något lättare, men likväl som relativt svårt att bedöma riktning (bäring) på GPS:ens karta och att placera markören på GPS:ens karta på rätt position. Att se knapparna och trycka på rätt knappar på GPS:en skattades däremot som medellätt (Figur 17).



Figur 17. Deltagarnas skattningar av hur det var vid målgivning med GPS att utföra de olika delarna av uppgiften (1 = Mycket svårt – 7 = Mycket lätt).

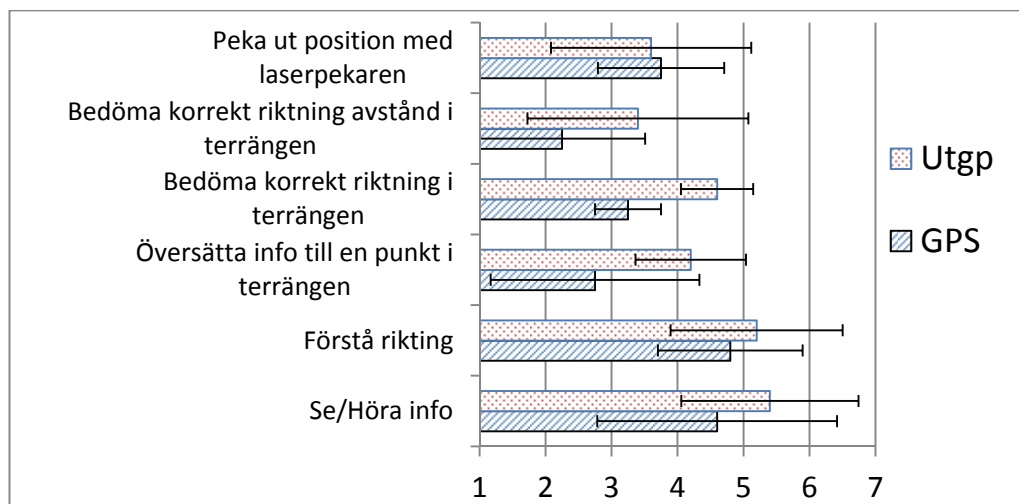
Vid målangivelse med utgångspunkter skattade deltagarna det som lätt att ange riktningen till pappfigurerna. Lättast var att bedöma vilken utgångspunkt i terrängen som låg närmast respektive pappfigur, och något mindre lätt att bedöma vinkeln mellan utgångspunkten och pappfiguren genom att ange korrekt antal fingrar, knogar eller händer (Figur 18).



Figur 18. Deltagarnas skattningar av hur det var att vid målangivelse med utgångspunkter utföra de olika delarna av uppgiften (1 = Mycket svårt – 7 = Mycket lätt).

3.2.5 Målutpekning

Deltagarnas skattningar av hur det var att göra målutpekningssuppgiften visade att när det gällde att översätta informationen till en punkt i terrängen, bedöma korrekt riktning i terrängen och att bedöma riktning och avstånd till målets position i terrängen så skattades det som svårare när de fick målinformation med GPS. När det gäller att förstå riktningen till målpositionerna så angavs detta som relativt enkelt med båda metoderna. När det gäller att uppfatta information ("Se/höra info"), dvs. att se symbolerna som visades på GPS:ens karta och att uppfatta de muntliga målangivelserna så ansågs detta som relativt lätt för båda metoderna, men något lättare när informationen gavs med muntliga målangivelser. Skattningarna av hur det var att peka ut målet med laserpekare skattades också som medellätt oavsett vilket sätt de hade fått informationen på (Figur19).



Figur 19. Deltagarnas skattningar av hur det var att utföra målutpekning med de två tekniska förutsättningarna för information om målens position, med GPS respektive med muntliga målangivelser (1 = Mycket svårt – 7 = Mycket lätt).

Då deltagarna vid målutpekning fick målinformation med GPS skattade de även hur det var att vrida in GPS:en mot den position som visades på dess display ($M = 4,0$; $1,8$). (1 = Mycket svårt – 7 = Mycket lätt) och sin tilltro till GPS:en med avseende på de positioner som visades på dess karta ($M = 5,0$; $SD = 1,4$) (1 = Mycket Låg – 7 = Mycket hög). Deras tilltro till GPS:en avseende de positioner som visades var således relativt hög.

3.2.6 Övergripande frågor

Deltagarna fick skatta om de fått tillräckligt mycket träning för att göra uppgifterna (1 = Nej – 7 = Ja). Deltagarna som genomförde målangivelsesuppgiften skattade att de skulle velat ha mer träning inför uppgiften ($M = 2,5$; $SD = 2,1$), medan deltagarna som genomförde målutpekningssuppgiften ansåg att de hade fått tillräckligt mycket träning ($M = 5,0$; $SD = 1,6$).

Deltagarna fick skatta om de fått tillräckligt mycket information om hur de skulle utföra uppgifterna under försöket (1 = Nej – 7 = Ja). Båda grupperna ansåg att de hade fått tillräckligt med information. ($M = 5,3$ för båda grupperna).

Deltagarna ansåg inte att deras prestation påverkades negativt av stress pga. att försöket gjordes i samband med att de genomförde mörkerskjutning ($M = 1,6$; $SD = 0,8$) (1 = Nej – 7 = Ja).

3.3 Spatiala test

För de spatiala testen redovisas resultat från 18 deltagare, dvs. resultat från de 10 deltagare som deltog i försöket och från ytterligare 8 officerare som deltog i mörkerutbildningen.

Deltagarnas resultat på de spatiala testen redovisas i Tabell 1. Observera att för PTSOT innebär ett lågt värde ett bra resultat, medan för pappersvikningstestet och SBSOD innebär ett högt värde är ett bra resultat (se Avsnitt 2.4.2 Spatiala test).

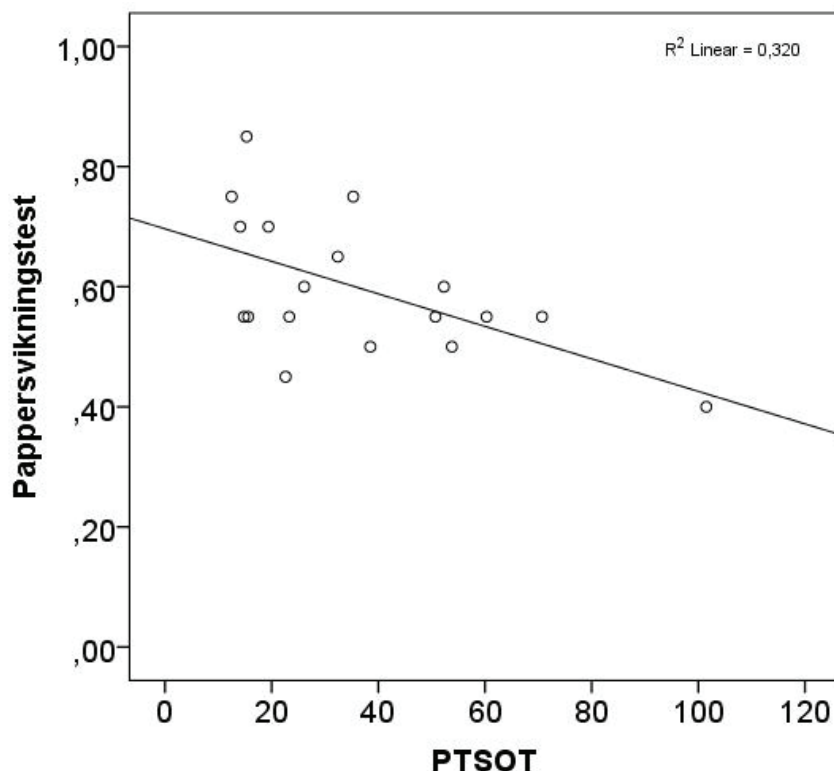
Tabell 1. Deltagarnas resultat på de spatiala testen. Observera att för PTSOT innebär ett lågt värde ett bra resultat, medan för pappersvikningstestet och SBSOD ett högt värde innebär ett bra resultat.

Test	Medel	Stdav	Min	Max
PTSOT	36,6	24,2	12,5	101,5
Pappersvikning	0,60	0,12	0,40	0,85
SBSOD	4,6	0,7	3,0	5,6

Korrelationssambandet mellan PTSOT och pappersvikningstestet var relativt högt och signifikant. Korrelationsambanden mellan SBSOD och de två övriga testen var däremot relativt låga och inte signifikanta:

- PTSOT $\times$ Pappersvikningstest: $r = -0,57$ ($p = 0,014$)
- PTSOT $\times$ SBSOD: $r = -0,30$ ($p > 0,05$)
- Pappersvikningstest $\times$ SBSOD: $r = 0,41$ ($p > 0,05$)

Observera att en negativ korrelation mellan PTSOT och de övriga testen innebär ett positivt samband. Som man kan se i Figur 20 så är spridningen på resultaten för PTSOT betydligt större än för pappersvikningstestet, vilket kan tyda på att PTSOT har högre diskrimineringsförmåga.



Figur 20. Korrelationssamband mellan resultatet på PTSOT och pappersvikningstestet. Observera att ett lågt värde på PTSOT och ett högt värde pappersvikningstestet indikerar bra spatial förmåga, dvs. det negativa korrelationssambandet visar ett positivt samband mellan de båda testen.

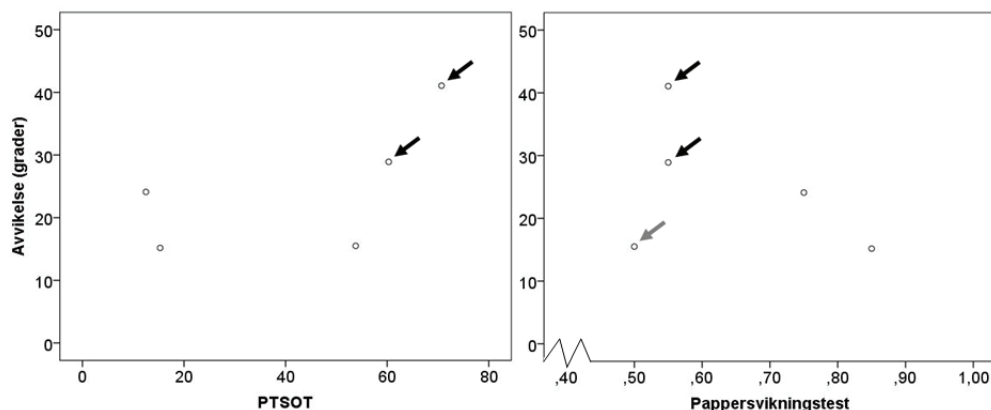
3.3.1 Samband mellan spatiala test och prestation

På grund av att det endast var 5 deltagare som genomförde respektive betingelse kan inte korrelationssambanden mellan de spatiala testen och prestationsmått under försöken undersökas. Därför redovisas endast deskriptiv analys av de mest intressanta iakttagelserna av samband mellan prestationsmått och resultaten på PTSOT och pappersvikningstestet. Det bör observeras att för de deltagare som genomförde *målutpekningssuppgiften* så var spridningen på resultatet i pappersvikningstestet mycket liten (0,40-0,65) vilket begränsar möjligheterna att identifiera samband med prestation.

Eftersom sambanden mellan SBSOD och prestation var mer svårtolkade, samt att korrelationsambanden mellan SBSOD och de övriga spatiala testen inte var signifikanta, och att SBSOD i tidigare försök med fler deltagare där korrelationssamband med prestation kunna undersökas inte visat samband med spatial förmåga på liknande uppgifter (Hellgren m.fl., 2012, Oskarsson m.fl., 2013), så redovisas inte samband mellan SBSOD och prestation.

3.3.1.1 Samband mellan spatiala test och avvikelse från korrekt bäring

Vid *målutpekning med utgångspunkter* hade de två deltagare med sämst resultat på PTSOT (71 respektive 60 poäng) också de största avvikelserna från korrekt bäring vid målutpekning (41,1 respektive 28,9 grader). För pappersvikningstestet var inte detta samband lika tydligt. Visserligen hade de två deltagarna med störst avvikelserna från korrekt bäring också låga resultat på pappersvikningstestet (båda 0,55). Men den deltagare som hade lägst resultat på pappersvikningstestet (0,50) hade relativt låg avvikelse från korrekt bäring (16 grader) (se Figur 21).

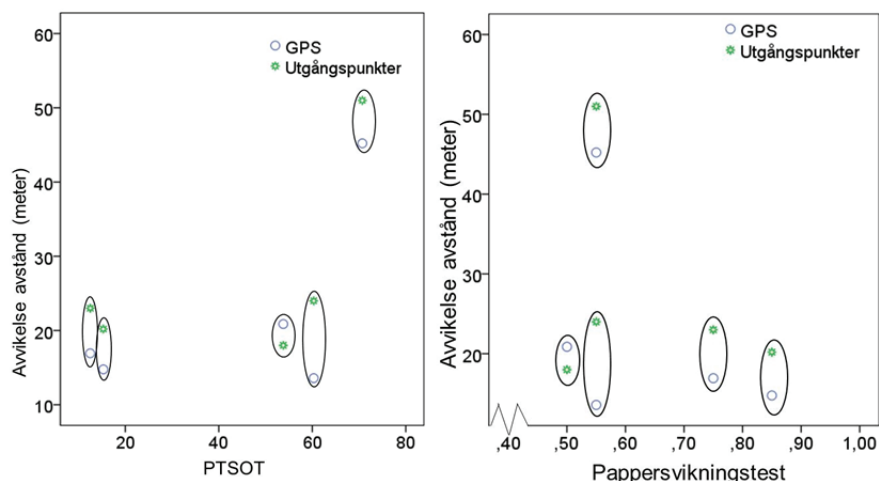


Figur 21. Samband mellan deltagarnas resultat på de spatiala testen och avvikelse från korrekt bäring vid målutpekning med utgångspunkter. Till vänster samband mellan PTSOT och avvikelse från korrekt bäring. Till höger samband mellan pappersvikningstestet och avvikelse från korrekt bäring. Pilar markerar deltagare med sämst resultat på respektive spatiala test.

Vid *målutpekning med GPS* fanns inga tydliga samband mellan prestation på de spatiala testen och avvikelse från korrekt bäring. Vid *målangivelse med utgångspunkter* hade dock den deltagare som hade störst avvikelse från korrekt bäring (37,0 grader) ett bra resultat på PTSOT (23 poäng), medan den deltagare som hade det sämsta resultatet på PTSOT (102 poäng) endast hade låg avvikelse från korrekt bäring (6,3 grader), dvs. ett negativt samband mellan PTSOT och avvikelse från korrekt bäring för dessa deltagare. Den deltagare som det finns data från vid *målangivelse med GPS* hade däremot det bästa resultatet på PTSOT (22 poäng) och det näst bästa resultatet på pappersvikningstestet (0,45) av de fem deltagarna på denna betingelse.

3.3.1.2 Samband mellan spatiala test och avvikelse från korrekt avstånd

Vid *målutpekning* med både *GPS* och *utgångspunkter* var det en deltagare som hade markant större avvikelse från korrekt avstånd. Denna deltagare hade det sämsta resultatet på PTSOT (71 poäng). Det bör dock observeras att två deltagare med relativt dåliga resultat på PTSOT (60 och 54 poäng) hade lika låga avvikelser från korrekt avstånd som de två deltagare som hade ett mycket bra resultat på PTSOT (12 respektive 15 poäng). På pappersvikningstestet var sambandet med avvikelse från korrekt avstånd mindre tydligt eftersom deltagaren med störst avvikelse från korrekt avstånd där bara hade det näst sämsta resultatet (0,55), medan avvikelserna för både den andre deltagaren med samma resultat och den med sämst resultat (0,50) hade samma låga nivå på avvikelse från korrekt avstånd som de som hade bra resultat på pappersvikningstestet (Figur 22).

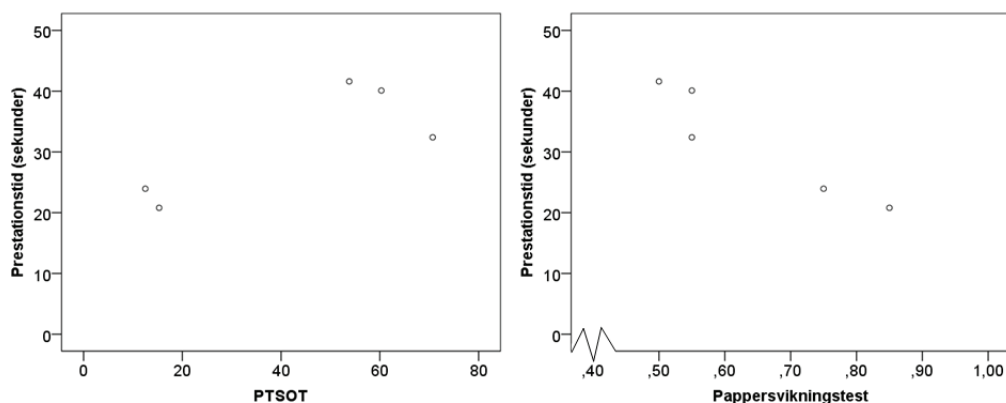


Figur 22. Samband mellan deltagarnas resultat på de spatiala testen och avvikelse från korrekt avstånd vid målutpekning med både GPS och utgångspunkter. Till vänster samband mellan PTSOT och avvikelse från korrekt avstånd. Till höger samband mellan pappersvikningstestet och avvikelse från korrekt avstånd. Ovalerna visar resultatet från de två betingelserna (GPS och utgångspunkter) för respektive deltagare.

Vid *målangivelse med utgångspunkter* hade de två deltagare med störst avvikelser från korrekt avstånd (63,4 m respektive 39,8 m) ett bra resultat på PTSOT (22 respektive 23 poäng), dvs. ett omvänt samband. Den deltagare som hade tredje största avvikelsen från korrekt avstånd (37,6 m) hade dock ett mycket dåligt resultat på PTSOT (102 poäng). På pappersvikningstestet hade den deltagare med störst avvikelse från korrekt avstånd (63,4 m) det näst lägsta resultatet på pappersvikningstestet (0,45), medan den deltagare med minst avvikelse från korrekt avstånd (20,5 m) hade det bästa resultatet på pappersvikningstestet (0,65).

3.3.1.3 Samband mellan spatiala test och prestationstid

Vid *målutpekning med GPS* så hade de två deltagare med kortast prestationstid de bästa resultaten på både PTSOT (låga värden) och på pappersvikningstestet (höga värden), medan de tre deltagare som hade den längsta prestationstiden hade de sämsta resultaten på både PTSOT och på pappersvikningstestet (Figur 23).



Figur 23. Samband mellan deltagarnas resultat på de spatiala testen och prestationstid vid målutpekning med GPS. Till vänster samband mellan PTSOT och prestationstid. Till höger samband mellan pappersvikningstestet och prestationstid.

Vid *målutpekning med utgångspunkter* var skillnaden i tid mellan deltagarna relativt liten, och sambanden med PTSOT och prestationstid mindre tydligt. Visserligen hade de två

deltagare med näst sämst resultat på PTSOT (53,8 respektive 60,3 poäng) längst prestationstid (14,3 respektive 13,3 sekunder), men deltagaren med sämst resultat på PTSOT (70,7 poäng) hade kortast prestationstid (6,6 sekunder). De två deltagare som hade bäst resultat på PTSOT (12,5 respektive 15,3 poäng) hade dock relativt korta prestationstider (9,3 respektive 10,0 sekunder). När det gäller pappersvikningstestet så var sambandet mindre tydligt. Den deltagare med lägst resultat på pappersvikningstestet (0,50) hade visserligen den längsta prestationstiden (14,3 sekunder), medan av de två deltagare som hade näst lägst resultat på pappersvikningstestet (0,55 poäng) så hade den ena lång prestationstid (13,3 sekunder) medan den andra hade en kort prestationstid (6,6 sekunder).

3.4 Gruppdiskussion och öppna enkätsvar

Information om deltagarnas synpunkter på användning av GPS och utgångspunkter för målangivelse och målutpekning i mörker samlades in med öppna frågor i enkäterna och genom den gruppdiskussion som fördes med deltagarna på dagtid efter försöket. Under gruppdiskussionen samlades dock främst generell information in om användning av GPS i mörker. Generell information samlades även in från de ytterligare åtta officerare som deltog i kursen mörkerutbildning, men inte medverkade i det försök som genomfördes. Följande sammanställning omfattar därmed information från både enkäter och information från gruppdiskussionen.

3.4.1 Synpunkter relaterade till försöket som genomfördes

3.4.1.1 Att använda GPS:en

Upplösningen på den karta och skärmen på den GPS som användes under försöket ansågs som dålig och behöver därför förbättras. Högre detaljeringsgrad och mer högupplöst display önskades. Det ansågs vara svårt att se höjdkurvor på GPS:ens karta. Det fanns för få referenspunkter, vilket gjorde det svårt att både bedöma avstånd och att hitta rätt position på GPS:ens karta. "Det blev för mycket gissande". Förslag gavs på att använda en karta av typ orienteringskarta. Det kommenteras också att GPS:ens skärm var för liten.

Det var enkelt att använda knapparna på GPS:en vid målangivelse och det var inte några problem att hitta knapparna. Det var också lätt att förstå den målangivelse som gavs på GPS:en vid målutpekning.

3.4.1.2 Att använda utgångspunkter

Vid målangivelse angav en deltagare att traditionell målangivelse med utgångspunkter var enklast. Vid målutpekning angav en deltagare att det var lätt att förstå den muntliga målangivelsen som försöksledaren gav.

3.4.1.3 Att göra uppgifterna i mörker

Deltagarna upplevde det inte som något problem att växla mellan att titta genom bildförstärkare och utan bildförstärkare, dvs. det var inte något problem med mörkeradaptation under försöket.

Att använda bildförstärkaren för att titta på GPS:en upplevdes dock som besvärligt. Det var svårt med handgreppen på bildförstärkaren, dvs. att byta fokus med fokuseringen hela tiden. Vissa lyfte därför på bildförstärkaren eller tittade på GPS:en på sidan av bildförstärkaren. Det ansågs också svårt att uppskatta avstånd när man tittade i bildförstärkaren.

3.4.1.4 Allmänna synpunkter på försöket

Två deltagare kommenterade att terrängen inte var lämplig för försöket. Att terrängen bestod av ett öppet fält med bara mindre höjdskillnader gjorde det svårt att översätta GPS:ens karta till verkligheten.

En deltagare kommenterade att det var lätt att förstå vad man skulle göra under försöket. En annan deltagare påpekade dock att det skulle ha behövts mer träning på att använda GPS:en, att han aldrig tidigare hade gjort en målangivelse med GPS.

3.4.2 Allmänna synpunkter på användning av GPS i mörker

3.4.2.1 Fysiska krav och mjukvarukrav hos GPS

Det bör finnas strömsparande funktioner så att inte batteriet laddas ur. T.ex. en funktion så att GPS:en inte står på i onödan (främst att skärmen inte är på) när den inte används. En funktion föreslogs så att endast viss nödvändig information kan visas med låg ljusstyrka på en begränsad del av skärmen när den inte används aktivt, t.ex. kompass. Observera att deltagarna som framförde synpunkten om att visa information på en begränsad del av skärmen var inte med i försöket och därmed sannolikt inte avsåg en så liten skärm som användes i försöket.

Apparaten ska ha samma typ av batteri som annan burens utrustning. Det ska inte vara något inbyggt laddningsbart batteri. Apparaten ska vara stryktålig och ha ett hårt fodral. Den ska vara "soldatsäker".

Deltagarna diskuterade om vilket operativsystem den bör ha. Någon sa att det nu är Windows på ett av deras system och att det är värdelöst eftersom det är långsamt, dvs. det tar tid. Det bör vara ett integrerat system för enheten, så att det inte finns subrutiner som går i bakgrunden. Man bör kunna ta bort saker som inte används. Man bör kunna välja uppdateringshastighet, eftersom det ibland är viktigt med snabb uppdatering.

Informationssäkerhet är viktigt, t.ex. hur GPS-enheterna ska kommunicera med varandra, samt användning av bluetooth, kryptering och PSSO. Detta är viktigt för att det egna förbandet inte ska röjas.

Det påpekades att det bör användas teknik som gör att en GPS fungerar även när det är kallt, dvs. att den inte blir långsam när det är kallt.

3.4.2.2 Handhavande och utformning av GPS

Förslag gavs på en utformning som en PDA (Personal Digital Assistant, fickdator) med karta på den icke-dominanta armen. GPS:en får inte haka i utrustningen och påverka verksamheten. Det kan dock finnas olika behov, för en ksp-skytt är handleden viktigare, då kanske en lösning med GPS i utfällbar bröstficka vore bättre.

Handhavandet under svåra förhållanden, som i kyla och regn etc. måste lösas. I sammanhanget nämndes att det bör vara knappar och inte kapacitiv pekskärm. Som huvudskäl angavs att man ska kunna knappa på den med handske på. Den ska ha stora och enkla knappar. Det ska inte vara för många knappar – det ska stå på knapparna vad de är till, eller åtminstone på de viktigaste knapparna. Problemet att ett fåtal knappar sannolikt innebär att vissa knappar måste ha olika funktion i olika systemlägen diskuterades dock inte.

Det bör finnas en knapp där man väljer läge – grundläge ska vara vanlig karta – ett tryck ska göra att waypoint visas – ytterligare ett tryck ska ge blue force tracking – etc.

Displayen ska vara kompatibel med bildförstärkaren, så att den har svag ljusstyrka så att man behöver använda bildförstärkaren för att titta på den. Dvs. så att den inte lyser upp, så att man undviker att röja sig eller förstöra mörkerseendet. Detta skulle göra att man kan grovorientera i mörker. Displayens ljusstyrka bör kunna ändra läge, så den kan användas

både i mörker och i dagsljus. Ett önskemål var att kunna visa informationen, t.ex. kompassriktning och avstånd, direkt i bildförstärkaren, så att man kan se informationen (head up) utan att behöva titta ner på en display.

Systemet bör vara anpassat efter respektive typ av användare, t.ex. soldat, gruppchef och plutonchef.

3.4.2.3 GPS:ens kompatibilitet med andra system

Det är viktigt att GPS:en är kompatibel med övrig utrustning. Det är viktigt att GPS:en kan interagera med andra system som gruppen etc. använder – så att om man är med i en skyttegrupp kan ladda ner bild eller annan information, och få med sig bilden eller informationen på apparaten när man ska ut i fält, eller är ute i fält.

GPS:en bör kunna anslutas till de system som används i stridsfordon, så att det går att koppla upp mot de system som finns där, så att alla kan få upp informationen. Men det bör/ska vara ett stand alone-system, så att systemen inte är beroende av varandra. För att GPS:en ska kunna användas i fordon så måste en lösning med dockning skapas som undviker problemet att det blir för stor magnetisk påverkan på GPS:en.

Önskemål om att kunna använda befintliga mobilappar framfördes. Som förslag gavs ”Commanders Compass”. Förslagsställaren hade använt den och ansåg att det var mycket enkelt att t.ex. dra på skärmen från ett träd och få riktning/bäring och avstånd.

3.4.2.4 Funktioner hos GPS

Övergripande var de viktigaste funktionerna som efterfrågades stöd för navigering och orientering – att GPS:en kan visa riktning dit man ska. Det ska finnas en funktion för att lägga in en symbol eller brytpunkt för återsamlingsplats (ÅSA). Detta ska kunna göras trådlöst mellan GPS-enheterna innan insats.

Egen position och waypoints ska vara synliga kontinuerligt. Kartans skala ska vara varierbar (kunna zoomas in och ut) och ha normalläget skala 1: 50000, använda MGRS (Military Grid Reference System) och vara roterande med en pil som pekar norrut. Det ska gå att lägga in militära kartsymboler. Det ska finnas möjlighet att markera rutt och logga avstånd, så att man t.ex. kan se hur långt man har gått. Att kunna se sitt navigerade spår så att man kan följa det bakåt är en bra funktion.

Det ska gå att välja vad som visas. Det behövs en filtreringsfunktion för att välja vilka waypoints som ska visas på kartan. Ett problem är att bestämma hur länge mål är aktuella, dvs. hur länge de ska visas. Det måste finnas raderingsfunktion för att ta bort symboler när de inte längre är aktuella. ”Oleat” med olika fokus skulle kunna läggas in i GPS:en, t.ex., vår egen position, fiendens position och waypoints.

Det ska visas en kompass på displayen. Kompass skulle även kunna visas i skärmläckarfunktion, så att den alltid syns.

En ”kom hem”-knapp skulle kunna finnas, så att man snabbt kan få information om hur man ska komma tillbaka hem, eller till sin utgångspunkt etc.

Det påpekades att det vore bra med en funktion så att man kan använda laserpekaren på vapnet – så att en position som man pekar ut automatiskt läggs in på displayens karta – och att man då kan skicka bilden/kartan till gruppen – det bör troligen finnas en speciell knapp eller ett vred på vapnet för detta.

Kartan ska visa höjdkurvor och liknande information. Här föreslogs att man kan använda någon form av Garminkarta. Att det borde kunna vara ett läge på kartan så att den visas som satellitbild eller vektorkarta, på samma sätt som t.ex. Google Maps.

Det framfördes också förslag på övriga funktioner, som att kunna lägga in bilder från kameran – skriva krigsdagbok etc. En deltagare påpekade att om man väl har en apparat så finns det mycket som man skulle kunna vilja använda den till. OBS, detta förslag gavs av

en deltagare som inte var med i försöket. För att kunna använda en GPS till att skriva på så skulle det krävas en större display än den som användes i försöket.

Deltagarna tillfrågades om de skulle vilja ha någon funktion som visar riskavstånd, exempelvis verkansområde för en fientlig enhet som visas på displayens karta. En sådan funktion ville man inte ha. Deltagarna ansåg att det skulle vara riskabelt eftersom man då skulle kunna tro att man är säker fast man inte är det.

En ”nödknapp” föreslogs som skulle kunna användas om användaren hamnar i strid. Den skulle kunna fungera så att ett larm om position går till högre chef. De nämnde dock också att detta skulle kunna medföra problem med falsklarm.

En plutons- och gruppchefs funktion föreslogs. Det kan vara meningsfullt att plutonchefen har blue force tracking. En av deltagarna menade att det troligtvis inte nödvändigt att gruppchefen kan se varje enskild soldat på kartan. En annan deltagare menade dock att gruppchefen skulle kunna få bättre överblick om de enskilda soldaternas position var känd.

3.4.2.5 Användning av GPS

Det föreslogs att GPS kan användas för pre-mission planning. Att man kan planera och lägga in färdiga rutter från datorn på GPS:en (waypoints + punkter i terrängen och återsamlingsplats). GPS med inlagda mål ansågs särskilt lämplig för tillämpningar som indirekt eld. En GPS skulle kunna ge snabbare ordergivning inför avfärd. Vissa specialförband har idag en liknande GPS där de lägger in viktiga punkter inför ett uppdrag. Dessa punkter har deras chef lagt in i en dator under förberedelserna och de överförs sedan trådlöst till gruppmedlemmarnas GPS:er innan avfärd. Order om riktningsförändring ska kunna ges online.

GPS:en bör användas som ett hjälpmedel och komplement för orientering och navigering. Prioritering av mål skulle också kunna göras i GPS:en. GPS ansågs dock inte lämpligt att använda vid stridskontakt. Att leda muntligt genom att peka och visa i terrängen är fortfarande en viktig metod som inte ersätts av GPS.

Det fanns lite olika uppfattningar om huruvida även enskilda soldater ska ha GPS. Vissa deltagare ansåg att det är viktigt att samtliga i förbandet har GPS (dvs. även soldater). Individuell GPS-positionering ansågs särskilt värdefullt vid insatser där avståndet mellan individerna är stort, men mindre viktigt vid insatser med små avstånd mellan individer, t.ex. vid strid i bebyggelse (SiB). Vissa deltagare ansåg att gruppchef och plutonchef är de enda som behöver GPS. Det påpekades att gruppchefen har en mycket hög informationsbelastning, men om plutonchefen på en GPS kan se var gruppchefen befinner sig så kan gruppchefen avlastas genom att inte hela tiden behöva meddela sin position. Plutonchefen behöver dock troligen inte kunna se de enskilda soldaterna. Gruppchefen skulle dock kunna få bättre överblick med information om de enskilda soldaternas positioner. Problem som nämndes i sammanhanget var att enskilda soldater bara skulle ha sönder GPS:en och att de ändå kan få den information de behöver med befintliga system och metoder. En deltagare föreslog dock att man kan ha en GPS på varje soldat, med enkel presentation för snabb info, t.ex. en norr-pil på en roterande karta.

Om varje soldat skulle ha systemet så nämndes att det finns en risk att fienden kan mäta in apparaterna, och att det då blir lätt att ”plocka bort” soldaterna en och en. På frågan om det i så fall inte är ännu värre om det innebär att fienden i stället ”plockar bort” plutons- och gruppchefer fanns dock inget konkret svar.

Det ansågs att waypoints som är inlagda i förväg på GPS:en skulle göra det enklare att rotera personal i gruppen så att någon annan tar ”point”, vilket då skulle förlänga uthålligheten och att man inte behöver briefa så lång tid vid byten. Riktningar och skjutgränser vore lämpligt att lägga in på GPS:en. Nu håller plutonchefen reda på detta och går bakom med blicken på fältet, och ger muntliga skjutgränser kontinuerligt. På grupp-nivå skulle ställföreträdande gruppchef kunna gå bakom gruppchefen och ge skjutgränser utifrån waypoints på GPS:en.

Det påpekades också att det krävs utbildning om en GPS ska kunna användas och nyttjas på rätt sätt. Det påpekades också att det är viktigt att utbildning avseende karta och kompass finns kvar.

3.4.2.6 Problem med användning av GPS

Det måste finnas en backuplösning om GPS:en slutar fungera/störs ut, t.ex. karta och kompass. Strömförsörjning, dvs. batteritid, är ett problem. Kryptering skapar fördröjning över nätet.

Vid strid i bebyggelse får man inte GPS-signal, vilket gör att man då måste man kunna länka positionsdata.

Signatur är ett viktigt problem. En hel grupp får inte plötsligt bli synlig i mörkret. Dagens metod är att ha en regnrock över sig när man tittar på elektroniska displayer.

Problemet med systemtilltro nämndes: ”Hur mycket går det att lita på GPS:en?”

Att använda GPS kan bli plottrigt och ta tid. Det kommer att vara särskilt svårt att hantera en GPS i regn och på vintern när det är kallt och finmotoriken är bristfällig.

4 Diskussion

Vid målutpekning så var precisionen avseende bäring och avstånd ungefär likvärdig vare sig uppgiften gjordes med GPS eller med utgångspunkter. Enligt de subjektiva skattningarna upplevdes det dock svårare att bedöma både riktning och avstånd i terrängen när GPS används.

Vid målangivelse går det inte att dra några slutsatser om skillnaden mellan GPS och målutpekning eftersom det bara finns data från en deltagare vid användning av GPS. De subjektiva skattningarna visar dock att det upplevdes svårare att bedöma bäring till pappfigurerna när målangivelse gjordes med GPS jämfört med utgångspunkter.

Hypotes (a) att precisionen vid målangivelse och målutpekning skulle vara högre när en GPS användes jämfört med när uppgiften gjordes med utgångspunkter kunde således ej bekräftas. Att det inte blev någon försämring när GPS användes tyder dock på att det är möjligt att använda en GPS med bibehållen precision. Dock med reservation för målangivelse där det bara finns resultat från en deltagare. Eftersom deltagarna saknade erfarenhet av att använda GPS för dessa tillämpningar borde det dessutom finnas förbättringspotential om det ges utbildning och träning i handhavande av GPS.

Intressant är att avvikelsen från korrekt bäring var generellt lägre vid målangivelse jämfört med vid målutpekning, medan avvikelsen från korrekt avstånd var generellt lägre vid målutpekning än vid målangivelse. Detta tyder på att det är svårare att ange avstånd än bäring vid målangivelse till ett synligt föremål, medan det däremot är svårare att ange bäring än avstånd när man själv ska göra målutpekning av ett föremål som man har fått målinformation om.

När det gäller prestationstiden för att utföra uppgifterna var det däremot en tydlig skillnad mellan när uppgifterna gjordes med GPS och utgångspunkter. Vid målangivelse var visserligen inte skillnaden så stor, men eftersom uppgiften i ett skarpt läge kan vara mycket tidskritisk så kan denna tidsskillnad vara allvarlig. Vid målutpekning med GPS tog det avsevärt mycket längre tid att utföra uppgiften med GPS (genomsnittligt 3 gånger längre) vilket är mycket allvarligt. Hypotes (b) att det skulle ta längre tid att utföra både målangivelse och målutpekning med GPS jämfört med målutpekning bekräftades således.

Deltagarna ansåg inte att det var mentalt belastande att göra uppgifterna vare sig med GPS eller med utgångspunkter. Ett problem som deltagarna påpekade var att det var för lite information på GPS:ens karta, bl.a. gjorde avsaknad av höjdkurvor att det var svårt att orientera sig i terrängen. För att vidare utreda möjligheterna att använda GPS bör därför ett försök genomföras med en bättre karta på GPS:en som ger tydligare information om terrängen.

Resultatet från de spatiala testen visade relativt starkt samband mellan PTSOT och pappersvikningstestet, vilket är samstämmigt med ett av de tidigare försöken där dessa test har använts (Hellgren m.fl., 2012). Spridningen av resultatet på PTSOT var dock större jämfört med på pappersvikningstestet, vilket tyder på bättre diskrimineringsförmåga hos PTSOT. På grund av att det var få deltagare gick det inte att göra några statistiska test avseende sambandet mellan resultaten på de spatiala testen och prestationen på de uppgifter som genomfördes under försöket. De deskriptiva jämförelser som gjordes tyder dock på att PTSOT har bättre förmåga att förutsäga prestation på denna typ av uppgifter än pappersvikningstestet, vilket också är i linje med resultat från tidigare genomförda försök (Hellgren m.fl., 2012; Oskarsson m.fl., 2013). Det bör dock poängteras att de samband som kunde observeras endast gäller vid målutpekning. Att det samband som kunde observeras var just vid målutpekning kan betraktas som rimligt eftersom målutpekningssuppgiften med GPS var i stort sett identisk med den invisningsuppgift som gjordes i försöket av Oskarsson m.fl. (2013) där det fanns ett statistiskt säkerställt samband mellan spatial förmåga och precision på invisningarna. Detta skulle tyda på att spatial förmåga har betydelse för förmågan att översätta en målangivelse till en position i terrängen, men inte för förmågan att själv göra en målangivelse av ett objekt som är

synligt i terrängen. Eftersom det var så få deltagare och det endast finns data från en deltagare för avvikelser i bäring och avstånd vid målangivning med GPS är detta dock en mycket osäker iakttagelse. Resultaten ger därför inte något svar varken på hypotes (c) att deltagare med högre spatial förmåga skulle utföra målangivelse och målutpekningssuppgifterna med högre precision i mörker, eller hypotes (d) att deltagare med högre spatial förmåga skulle utföra målangivelse och målutpekningssuppgifterna snabbare i mörker.

Vid gruppdiskussionerna framkom flera viktiga synpunkter på hur en GPS som ska användas i mörker bör vara utformad. Dessa synpunkter ger värdefull information bl.a. inför en eventuell kravställning av GPS, men är även relevanta att beakta vid kravställning av liknande tekniska soldatsystem. De viktigaste synpunkterna som framkom var att en GPS som ska användas i mörker måste vara anpassningsbar, stryktålig, strömsnål och ha samma typ av batterier som används i annan burens utrustning. Informationssäkerheten är mycket viktig så att bäraren inte röjer sig. För att undvika visuell upptäckt är det också viktigt att ljusstyrkan är anpassad för användning med bildförstärkare. Apparaten bör ha knappar och inte enbart kapacitiv pekskärm. Detta är särskilt viktigt vid användning med handskar i kyla. GPS:en ska vara kompatibel med andra system som gruppen har, både bärbara och de som används i fordon. Viktiga funktioner är stöd för navigering och orientering, t.ex. kontinuerlig visning av riktning, egen position och waypoints; att det är möjligt att lägga in symboler; att kartan är roterande med pil norrut och att det finns en bra kompass. Filtreringsfunktioner bör finnas så att det går att välja hur mycket information som visas på displayen. Det nämndes som särskilt värdefullt att kunna lägga in information på flera GPS:er vid planering innan insats. Det rådde delade meningar om huruvida även enskilda soldater skulle ha GPS.

Vid tolkning av resultatet är det viktigt att beakta att deltagarna inte hade någon vana vid GPS, medan de hade stor vana av att använda utgångspunkter för målangivelse och målutpekning. Deltagarna påpekade också att det behövs utbildning och träning på GPS om verktyget ska användas skarpt, samt att de skulle ha behövt grundlig träning på att använda GPS:en för att jämförelsen med utgångspunkter skulle ha blivit rättvisande i det försök som genomfördes. Eftersom insamlade data under rådande förhållande visade ungefär samma precision för GPS och utgångspunkter tycks resultatet trots detta stödja möjligheterna för att använda GPS för dessa tillämpningar. Eftersom antalet deltagare var mycket litet och det dessutom var databortfall vid målangivelse med GPS är det dock svårt att dra några säkra slutsatser.

Studien bör därför replikeras med fler deltagare. För att få mer reliabla resultat bör också tre erfarenheter från detta försök beaktas. 1) Deltagarna behöver mer träning och utbildning på att använda GPS för målangivelse och målutpekning. 2) GPS:ens karta bör ha en bättre upplösning, och framförallt ge tydligare information om höjdkurvor. 3) För att det inte ska bli orimligt svårt att göra uppgiften med GPS bör försöksplatsen troligen ha en mer varierad terräng. Om studien ska replikeras är dock tillgången till personal med adekvat utbildning för mörkerstrid och målutpekning med utgångspunkter en begränsande faktor.

5 Slutsatser

Följande är de viktigaste slutsatserna av försöket. På grund av att det var få deltagare i försöket och även en viss förlust av data bör dessa dock tolkas med försiktighet:

- Vid både målangivelse och målutpekning var precisionen avseende avvikelse från korrekt bäring och avstånd ungefär likvärdig vare sig GPS med digital karta eller muntliga utgångspunkter användes för uppgiften. Vid målangivelse är detta resultat dock pga. databortfall mycket osäkert.
- Vid både målangivelse och målutpekning upplevdes det som svårare att bedöma korrekt bäring och avstånd i terrängen vid användning av GPS med digital karta än vid användning av muntliga målangivelser med utgångspunkter.
- Det tog längre tid att utföra både målangivelse och målutpekning vid användning av GPS med digital karta än vid användning av muntliga målangivelser med utgångspunkter, i synnerhet vid målutpekning där det tog ungefär tre gånger så lång tid att utföra uppgiften med GPS.
- Eftersom deltagarna hade stor vana vid att använda muntliga utgångspunkter men ingen vana vid att använda GPS för målangivelse och målutpekning så är den likvärdiga precisionen för de båda metoderna ett lovande resultat avseende möjligheterna för användning av GPS för dessa tillämpningar.
- Användning av GPS kräver föregående träning och utbildning. GPS:ens karta bör också ha en hög upplösning framförallt avseende höjdkurvor, vilket var något som poängterades under gruppdiskussionerna.
- PTSOT tycks vara det spatiala test som visar bäst samband med prestation vid målutpekning, vilket är i linje med tidigare resultat. Eftersom antalet deltagare var för litet för att tillåta korrelationsanalys är detta resultat dock mycket osäkert.
- Gruppdiskussionerna gav flera viktiga synpunkter på utformning och användning av GPS i mörker, vilka bl.a. är värdefulla för eventuell kravställning av GPS eller liknande soldatsystem. Exempelvis att apparaten ska:
 - Vara kompatibel med andra system som soldater använder.
 - Ha få och stora knappar för att kunna användas med handskar i kyla.
 - Ha en synlig kompass.
 - Ha filtreringsfunktioner för hur mycket information som ska visas.

6 Referenser

- Andersson, P., Carlander, O., Hörberg, U., Jander, H., Kindström, M. & Sandberg, S. (2005). *Invisning med fritt tal, bäring och 3D-ljud.*, (FOI-R--1786--SE). Linköping: Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Andersson, P., Hörberg, U. & Sandberg, S. (2006). *Mörkerinvisning.* (FOI-R--2209--SE). Linköping: Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Andersson, P., Hörberg, U. & Sandberg, S. (2007). *Felkällor vid invisning och målpositionsbestämning.* (FOI-R--2392--SE). Linköping: FOI, Totalförsvarets forskningsinstitut. Andersson, P., Hörberg, U. & Sandberg, S. (2006). *Mörkerinvisning.* (FOI-R--2209--SE). Linköping: Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Downs, R.M. (1981). Maps and mappings as metaphors for spatial representation. I L.S. Liben, A.H. Patterson och N Newcombe (Red.). *Spatial representation and behavior across the life span: Theory and application.* Academic press, NY.
- Ekstrom, R. B., French, J. W., & Harman, H. H. (1976). *Kit of factorreferenced cognitive tests.* Princeton, NJ: Educational Testing Service
- Hegarty, M., & Waller, D. (2004). A dissociation between mental rotation and perspective-taking spatial abilities. *Intelligence*, 32, 175-191.
- Hegarty, M., Richardsson, A.E., Montello, D., Lovelace, K. & Subbiah, I. (2002). Development of a self-report measure of environmental spatial ability. *Intelligence*, 30, 425-447.
- Hellgren, C., Hörberg, U. & Sandberg, S. (2011). *Soldatens Informationshantering* (FOI-R--3325--SE). Linköping: FOI, Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Hellgren, C., Johansson JE. B., Oskarsson, P.-A., & Svensson, J. (2012). *Gruppens informationshantering - Lägesuppfattning vid förflyttning* (No. FOI-R--3561--SE). Linköping: FOI (Totalförsvarets Forskningsinstitut).
- Hörberg, U. & Sandberg, S. (2003). *Målangivelse.* (FOI-R--1066--SE). Linköping: Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Ishikawa, T., Fujiwara, H., Imai, O., & Okabe, A. (2008). Wayfinding with a GPS-based mobile navigation system: A comparison with maps and direct experience. *Journal of Environmental Psychology*, 28(1), 74-82.
- Johansson, JE. B., Hellgren, C., Oskarsson, P.-A., & Svensson, J. (2013). Supporting situation awareness on the move - the role of technology for spatial orientation in the field. In T. Comes, F. Friedrich, S. Fortier, J. Geldermann & T. Müller (Eds.), *Proceedings of the 10th International ISCRAM Conference - Baden-Baden, Germany, May 2013* (pp. 442-451).
- Kozhevnikov, M., & Hegarty, M. (2001). A dissociation between object-manipulation and perspective-taking spatial abilities. *Memory & Cognition*, 29, 745-756.
- Liben, L.S., Myers, L.J. & Christensen, A.E. (2010). Identifying Locations and Directions on Field and Representational Mapping Tasks: Predictors of Success. *Spatial Cognition & Computation: An Interdisciplinary Journal*, 10(2-3), 105-134.
- Oskarsson, P.-A., Johansson JE. B., Svensson, J., Hellgren, C., & Allberg, H. (2013). *Invisning med elektronisk karta – Betydelsen av skärmstorlek och tillgänglig tid för invisning* (No. FOI-R--3685--SE). Linköping: FOI (Totalförsvarets Forskningsinstitut).
- Prestopnik, J.L. & Roskos-Ewoldsen, B. (2000). The relations among wayfinding strategy use, sense of direction, sex, familiarity, and wayfinding ability. *Journal of Environmental Psychology*, 20, 177-191.

- Thorndyke, P.W. & Hayes-Roth, B. (1982). Differences in spatial knowledge acquired from maps and navigation. *Cognitive Psychology*, 14(4), 560-589.
- Waller, D., Montello, D.R., Richardson, A.E. & Hegarty, M. (2002). Orientation Specificity and Spatial Updating of Memories for Layouts. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 28(6), 1051-1063.
- Wolbers, T. & Hegarty, M. (2010). What determines our navigational abilities? *Trends in Cognitive Science*. 14(13): 138-146.

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
164 90 Stockholm

Tel: 08-55 50 30 00
Fax: 08-55 50 31 00

www.foi.se