

BJÖRN JE JOHANSSON, PER-ANDERS OSKARSSON,
JONATHAN SVENSSON, CHARLOTTE HELLGREN



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.

Björn JE Johansson, Per-Anders Oskarsson,
Jonathan Svensson, Charlotte Hellgren

Gruppens Informationshantering

Sammanfattning av genomförd forskning 2012-2014

Bild/Cover: (Jonathan Svensson)

Titel	Gruppens informationshantering
Title	Information management in teams
Rapportnr/Report no	FOI-R—4012-SE
Månad/Month	December
Utgivningsår/Year	2014
Antal sidor/Pages	71 p
ISSN	1650-1942
Kund/Customer	Försvarsmakten
Forskningsområde	12. Övrigt
FoT-område	Ledning och MSI
Projektnr/Project no	E36060
Godkänd av/Approved by	Lars Höstbeck
Ansvarig avdelning	IAS

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

Denna rapport sammanfattar tre års studier av tekniskt stöd för spatial lägesuppfattning. De viktigaste slutsatserna är att 1) stöd i form av GPS, digital karta och elektronisk kompass ger markant förbättring av förmågan att korrekt ange riktningar till olika objekt/positioner utom synhåll, 2) förmågan att ange riktning till objekt/positioner utom synhåll utan tekniskt stöd är mycket begränsad, 3) invisning av riktning till objekt på en elektronisk karta kan göras så snabbt som 5 sekunder, 4) en liten display (3,5 tum) kan användas för att invisa riktning till objekt på dess karta med relativt god precision, 5) det är svårt att bedöma avstånd till objekt som visas på en elektronisk karta, varför kartan bör visa faktiskt avstånd, 6) i mörker kan en elektronisk karta användas tillsammans med bildförstärkare och 7) personer med låg spatial förmåga har störst nytta av att tillföras tekniskt stöd. Rapporten ger också ett antal rekommendationer rörande utformning av ett soldatstödsystem.

Nyckelord: Soldatstödsystem, Spatial lägesuppfattning, GPS, målinvisning, designrekommendationer, fältförsök

Summary

This report summarizes three years of studies of technical support for spatial awareness. The most important conclusions are that 1.) support in the form of GPS, digital map and electronic compass increases the ability to correctly designate direction to objects/positions beyond visible range, 2.) the ability to designate direction to objects/positions beyond visual range without technical support is very limited, 3.) it is possible to designate direction to a target on an electronic map as fast as 5 seconds with acceptable accuracy, 4.) a small display (3.5 inch) can be used for designating targets with a reasonable accuracy, 5.) it is hard to judge the distance to an object that is presented on a digital map, indicating that distance should be presented, 6.) a digital map can be used while wearing night vision goggles, and, 7.) persons with an assessed low spatial capability benefit the most by being provided with technical support. The report also gives a number of recommendations for the design of a soldier support system.

Keywords: Soldier support systems, Spatial awareness, GPS, target designation, design recommendations, field testing.

Innehållsförteckning

1	Inledning	9
1.1	Syfte	9
1.2	Målgrupp	9
1.3	Läsanvisningar	10
2	Bakgrund till experimentserien	11
2.1	Displayer för att presentera lägesinformation	13
2.1.1	Handhållna displayer	13
2.1.2	Orientering av kartbild	14
2.2	Sammanfattning	15
3	Spatial förmåga	16
3.1	Att skapa en spatial lägesbild	16
3.2	Att värdera spatial förmåga	16
3.2.1	Spatialt orienteringstest (PTSOT)	17
3.2.2	Pappersvikningstestet	18
3.2.3	Santa Barbara Sense of Direction (SBSOD)	18
3.3	Sammanfattning	18
4	Genomförda försök	19
4.1	Navigering i bebyggelse – hålla reda på positioner i terrängen med och utan GPS	19
4.1.1	Metod	19
4.1.2	Resultat	21
4.1.3	Slutsatser	22
4.2	Navigering i skogsterräng – invisning av mål med och utan elektronisk karta	23
4.2.1	Metod	23
4.2.2	Resultat	24
4.2.3	Slutsatser	25
4.3	Invisning av mål med digital karta - betydelsen av skärmstorlek och tid för invisning	26
4.3.1	Metod	26
4.3.2	Resultat	27
4.3.3	Slutsatser	28
4.4	Målangivning och målutpekning i mörker med elektronisk karta	28
4.4.1	Metod	28
4.4.2	Resultat	30
4.4.3	Fokusgrupp – GPS-stöd för mörkerstrid	30

4.4.4	Slutsatser	32
4.5	Spatial lägesuppfattning med GPS-stöd inom plutons ram	32
4.5.1	Metod	33
4.5.2	Resultat	36
4.5.3	Slutsatser	48
4.6	Spatiala test	48
4.6.1	Samband mellan de spatiala testen.....	49
4.6.2	Samband mellan spatiala test och prestation	50
4.7	Sammanfattning	52
5	Rekommendationer rörande utformning av handhållna stödsystem	53
5.1	Användning	53
5.2	Display	53
5.3	Vyer	54
5.4	Symbolik.....	55
5.5	Ergonomi.....	55
5.6	Batteriförsörjning	56
5.7	Mörkerstöd	56
5.8	Risker	56
6	Vetenskaplig publicering	57
6.1	ISCRAM 2013	57
6.2	HCI 2014	57
6.3	ECCE 2014	58
6.4	HFES 2014.....	58
7	Sammanfattning och slutsatser	59
7.1	Prestation med och utan stöd	59
7.2	Sambandet med spatiala tester	59
7.3	Synpunkter på utformning av stödsystem.....	60
7.4	Metodologiska utmaningar	60
7.4.1	Försökssituationer.....	60
7.4.2	Databortfall.....	61
7.5	Vetenskaplig publicering	61
7.6	Nyttan för försvarsmakten.....	61
7.7	Förslag på fortsatta studier	62

8	Referenser	63
	Appendix A. Redovisning av statistiska analyser	66

1 Inledning

Att kunna skapa och upprätthålla en adekvat lägesuppfattning är kanske den mest centrala delen av en stridande soldats förmåga. För att kunna röra sig i terrängen, verka mot fiendliga mål och samtidigt undvika vådabekämpning måste soldaten ständigt ha uppmärksamhet på omgivningen och förstå fienders och kamraters positioner relativt sin egen. Denna förmåga att förstå sin egen orientering relativt andra objekt när man förflyttar sig i omgivningen är en grundläggande kognitiv funktion som Wolbers och Hegarty (2010) benämner som *spatial navigeringsförmåga*, vilket ofta inordnas under den mer generella termen *spatial lägesuppfattning*. Viktiga positioner att hålla reda på kan exempelvis utgöras av brytpunkter för navigering, stridsparskamrater, sidogrupper, fordon, fiendliga positioner, anfallsområden, mineringar eller någon annan form av hot. I nuläget förmedlas sådan information inom gruppen främst genom talad kommunikation (direkt eller via radio) och/eller med tecken, utifrån information på papperskartor. Tidigare studier har dock visat att olika typer av tekniska stöd för invisning av riktning (laserpekare, digitala kartor, radiokommunikation och auditiva) kan ha stor effekt på förmågan att peka ut mål (Hörberg & Sandberg, 2003; Andersson, Carlander, Hörberg, Jander, Kindström, & Sandberg, 2005). Dessa studier har dock enbart undersökt hur väl olika former av tekniska stöd fungerar när det gäller att hitta och peka ut mål som är inom synhåll, det vill säga som är möjliga att upptäcka visuellt utan hjälpmedel. Under förflyttning, och i synnerhet i kritiska situationer som under en sammanstöt, är det minst lika viktigt att kunna upprätthålla en spatial lägesuppfattning avseende riktningar till positioner utom synhåll, t.ex. till medlemmar i det egna förbandet, till fiendliga enheter och till objekt i terrängen. Studier från olika forskargrupper (se t.ex. Liben, Myers & Christensen, 2010 eller Magnusson, Molina, Rasmussen-Gröhn & Szymczak, 2010) har påvisat svårigheter att behålla den spatiala lägesuppfattningen över längre tid och under förflyttning. Bortsett från kommersiella GPS:er som erbjuds på den civila marknaden erbjuder militär industri idag ett flertal olika system som påstås kunna stödja denna typ av lägesuppfattning (t.ex. tyska IdZ, Infanterist der Zukunft¹ eller franska FELIN²). Många av de påståenden som görs i reklam rörande systemens positiva inverkan på lägesuppfattning saknar dock konkret stöd från forskarvärlden. Ett flertal frågor rörande hur stor nytta av tekniska stöd faktiskt är och i vilka situationer som det är av störst vikt att få stöd är ännu inte klarlagda.

1.1 Syfte

Denna rapport presenterar en sammanställning av de studier som FOI-projektet ”Gruppens Informationshantering” har genomfört med syftet att undersöka möjligheterna att stödja spatial lägesuppfattning, både stationärt och under förflyttning, med tekniskt stöd i form av positionering på digital karta som visas på en GPS-mottagare. Arbetet har fokuserat på prestation i utomhusmiljöer, det vill säga, hur väl deltagarna i de försök som genomförts faktiskt presterat med respektive utan olika typer av stöd vid uppgifter rörande spatial lägesuppfattning.

1.2 Målgrupp

Rapporten riktar sig i första hand till praktiker inom militärgebitet, forskare och andra intressenter, t.ex. utvecklare eller inköpare av burna stödsystem. En viss förståelse för den praktiska dimensionen av att uppträda som soldat i taktiska sammanhang förutsätts. Resultaten presenteras enligt vetenskaplig praxis, men sammanfattas också på ett sådant sätt att de bör gå att förstå utan djupare kunskap i statistik eller experimentell metod.

¹ http://www.rheinmetall-defence.com/en/rheinmetall_defence/public_relations/current_topic/archive/details_1562.php hämtad 2012-11-26

² <http://www.sagem-ds.com/spip.php?rubrique116> hämtad 2012-11-26

1.3 Läsanvisningar

Kapitel 1 innehåller inledning, syfte, målgrupp samt läsanvisningar.

Kapitel 2 ger en allmän bakgrund till experimentserien och de utmaningar som militär personal ställs inför när de rör sig i strid eller i en stridsliknande situation, samt de former av tekniskt stöd som projektet fokuserat på.

Kapitel 3 tar upp teoretisk bakgrund kring spatial lägesuppfattning, metoder för att mäta den samma samt en översikt över den forskning som finns rörande burna stödsystem för soldater.

Kapitel 4 redovisar de försök som genomförts inom ramarna för projektet.

Kapitel 5 ger ett antal rekommendationer att beakta vid utformning av ett buret stödsystem för militär personal, baserat på erfarenheter från försöken och den litteratur som gått igenom under projektets gång.

Kapitel 6 ger en sammanställning av den vetenskapliga produktionen som skett inom ramarna av projektet och av deltagande vid olika forskningskonferenser.

Kapitel 7 ger en allmän diskussion om resultaten från projektet och kommande utmaningar inom området.

Appendix innehåller redovisning av statistiska analyser.

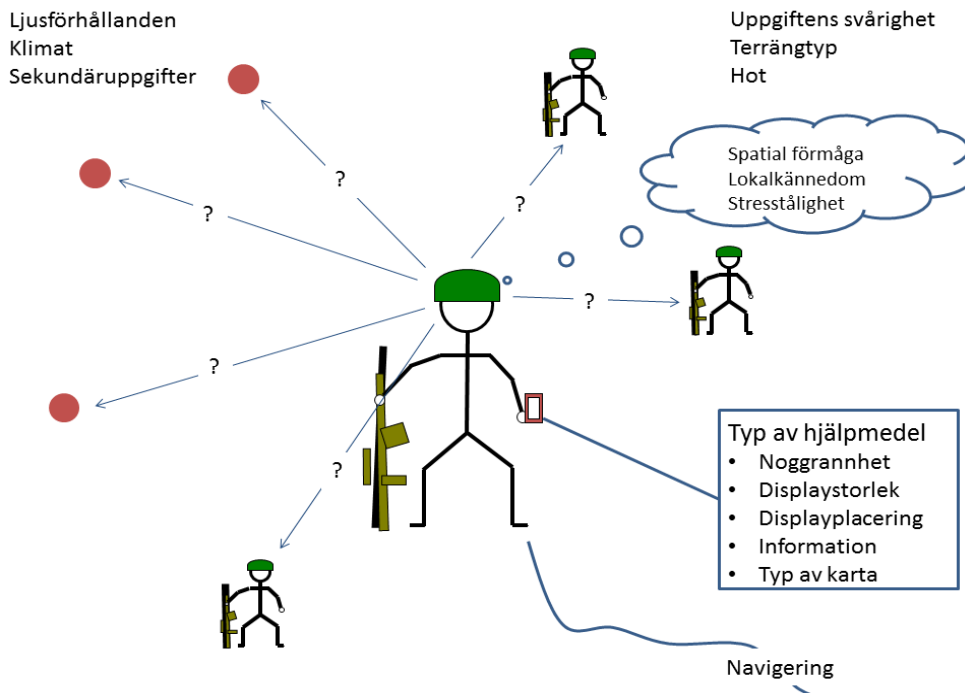
2 Bakgrund till experimentserien

Både det föreliggande FOI-projektet ”Gruppens informationshantering” och ett tidigare FOI-projekt, ”Soldatens informationshantering” (båda FoT MSI), har undersökt ett antal frågeställningar, framförallt rörande navigation och utpekning av mål på individnivå. Det föreliggande projektet har syftat till att undersöka hur olika tekniska stöd kan stödja enskilda soldater och grupper i fält. Huvudfokus har legat på soldatens förmåga att navigera, samt att skapa och upprätthålla en god lägesuppfattning gällande egna och fiendliga enheters positioner. Problemet rör bland annat. 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 vid FOI (Hörberg & Sandberg, 2003; Andersson m.fl., 2005; Andersson, Hörberg & Sandberg, 2006, 2007; Hellgren, Hörberg & Sandberg, 2011) samt annan forskning (t.ex. Downs, 1981; Thorndyke & Hayes-Roth, 1982; Wolbers & Hegarty, 2010; Ishikawa, Fujiwara, Imai & Okabe, 2008; Liben m.fl., 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 riktning och avstånd till flera positioner. Dessa kan kopplas till tre olika områden (se också illustration i Figur 1):

- Individens förmåga
 - *Spatial förmåga.* Individens inneboende och tränade förmåga att korrekt förstå och minnas hur fysiska objekt i omgivningen relaterar till varandra och till individens egen position.
 - *Lokalkännedom.* Hur väl individen är bekant med området som han/hon vistas i, relaterad till den spatiala förmågan ovan att mentalt skapa och minnas en karta över området.
 - *Multitasking.* Hur väl individen klarar av att samtidigt utföra olika mentalt belastande uppgifter, t.ex. att samtidigt navigera, kommunicera och att söka efter hot. Deluppgifter kan underlättas genom träning, så de blir mer eller mindre automatiserade och därmed kräver mindre mental ansträngning.
- Det tekniska stödet
 - *Typ av hjälpmedel.* Vilken typ av stöd som används, t.ex. papperskarta och kompass, digital karta, enskild GPS-enhet, GPS med koppling till andra ledningsstödsystem osv. Ett stort antal presentationsformer existerar, t.ex. taktill information genom vibrationer, ljud osv. Detta projekt avgränsas dock till olika former av visuella displayer för informationspresentation.
 - *Korrekthet och precision.* Hur korrekt det tekniska stödet via dess sensorer och algoritmer kan estimerar en position och mäta riktningar. För satellitbaserad positionering som GPS rör *korrektheten (accuracy)* hur korrekt systemet i genomsnitt estimerar positionen, samt *precisionen (precision)* med hur hög detaljgrad denna position beräknas.
 - *Displaystorlek, -typ och upplösning.* Hur stor och vilken typ av display det tekniska stödet har för att presentera information och hur tydligt det går att presentera informationen.
 - *Placering av display.* Ergonomin kring var displayen är placerad (t.ex. på armen, på vapnet, på bröstet, huvudmonterat, nära ögat eller valfri placering).

- *Information.* Vilken typ av och detaljgrad på informationen det går att få från stödet. Observera dock att en större mängd information inte alltid innebär en bättre lägesbild och lägesuppfattning.
- *Typ av karta.* Vilken typ av karta som används, t.ex. satellitfoto, terrängkarta, fastighetskarta etc. Olika kartor har olika fördelar beroende på i vilken miljö individen verkar och vilken uppgift som ska utföras.
- Kontexten
 - *Uppgiftens svårighet.* Hur komplex navigeringsuppgiften är och hur många positioner och riktningar individen samtidigt måste hålla reda på påverkar prestation och behovet av stöd.
 - *Typ av terräng.* Siktbegränsningar och hinder som måste passeras har troligen avgörande betydelse för behovet av tekniskt stöd. Stadsterräng kan eventuellt underlätta navigering då gator och landmärken i stadsmiljön kan göra det lättare att uppfatta väderstreck och egen position relativt olika punkter. Samtidigt finns det risk att GPS-mottagning blir försämrade i bebyggelse.
 - *Ljusförhållanden.* Totalt mörker (0,0001-0,001 Lux) innebär stora svårigheter att navigera eftersom gruppmedlemmar, landmärken och geografiska referenspunkter inte syns tydligt, samt att det krävs mer försiktighet, ansträngning och uppmärksamhet för att röra sig säkert utan att falla. I mörker måste displayens ljusstyrka dämpas för att inte störa ögats mörkeradaptation, och/eller anpassas till användning med bildförstärkare, samt minska risken för att röja sig. Normalt dagsljus motsvarande en lätt mulen dag (10 000-25 0000 Lux) ger möjlighet att se omgivningen samtidigt som displayen inte blir svår att avläsa p.g.a. för starkt solsken. Moderna displayer för GPS-apparater har ofta reflektiva skärmar som går att avläsa även i fullt solsken, medan mobiltelefoners skärmar oftast inte har denna egenskap. Om solen är synlig kan den å andra sidan användas för att grovt ta ut väderstreck, vilket kan underlätta t.ex. navigering.
 - *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 att hantera och interagera med utrustning mm.
 - *Hot.* Det faktiska och upplevda hotet mot individen kan påverka möjligheten och förmågan att koncentrera sig på navigationsuppgiften. Det finns även hot som signalstörning och vilseledning av GPS-signalen.
 - *Sekundäruppgifter.* Om individen samtidigt måste hantera flera uppgifter som kräver uppmärksamhet finns det risk att den mentala arbetsbelastningen ökar och att navigationsuppgiften blir lidande.
 - *Motivering och stridsvärde.* Om truppen som navigerar är trötta, skadade eller har andra problem kan pressen på den som är chef påverkas, i synnerhet om osäkerhet och tveksamheter råder kring navigeringen. Att med säkerhet veta var man är och vart man ska är inte bara en moralhöjande faktor utan även en förutsättning för att kunna navigera och strida genom samordning av eld och rörelse.



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

2.1 Displayer för att presentera lägesinformation

I princip finns det två typer av displaylösningar för att presentera lägesinformation till soldater, handhållna displayer och huvudburna displayer. Detta projekt har avgränsats till handhållna displayer. Anledningen till denna avgränsning är framförallt pragmatisk. Huvudburna displayer medför ett antal tekniska och ergonomiska problem. De måste monteras, antingen på någon form av glasögon/ögonskydd eller på hjälm. De kräver någon form av kabel från en enhet som genererar den bild som ska visas. Därtill skapar behovet av att kunna visa riktningar med god noggrannhet andra problem då åtminstone en elektronisk kompass/gyro måste samlokaliseras med displayen på något sätt. Ur TRL-perspektiv ligger handhållna eller på kroppen placerade displayer troligen närmst i tiden. Nedan följer en diskussion kring handhållna jämfört med huvudmonterade displayer.

2.1.1 Handhållna displayer

Med handhållna displayer avses här displayer som soldaten håller i handen, som är monterade på handleden, eller på kläder/utrustning. Exempel på handhållna displayer är kommersiella GPS-apparater för utomhusbruk, vilket används i detta projekt som mockup för soldatsystem.

En litteraturoversikt avseende forskningsläget för olika displaytekniker för att presentera information till infanterisoldater har gjorts av Bos och Tack (2005). Även om rapporten är relativt gammal och avsevärd teknikutveckling skett sedan den publicerades är flera erfarenheter generella och ännu gällande. Nedan ges en kortfattad sammanfattning av det vi anser är de viktigaste för- och nackdelarna som Bos och Tack identifierade för burna soldatdisplayer.

2.1.1.1 Fördelar med handhållna displayer (Bos & Tack, 2005)

- Reducerar inte användarens synfält eller stör perifert seende, vilket huvudburna displayer kan göra.

- Är flexibla genom att soldaten kan titta på displayen på valfritt avstånd och att flera kan titta på den samtidigt.
- Kan göras kompatibla med uniform och utrustning och därmed användas handsfree.
- Kan stödja informationsdelning inom gruppen. Soldaterna kan peka på skärmen och diskutera informationen som visas.
- Bilden behöver inte justeras för individuella skillnader, vilket krävs för huvudburna displayer.

2.1.1.2 Nackdelar med handhållna displayer (Bos & Tack, 2005)

- Måste hållas/placeras på korrekt avstånd och med korrekt vinkel i förhållande till ögonen för att informationen ska kunna ses och måste hållas stadigt i förhållande till ögonen, vilket är ett problem då soldaten är i rörelse.
- Kräver ögonrörelser då soldaten växlar mellan att titta på displayen och omgivningen, jämfört med hjälmmonterade displayer där bilden kan presenteras överlagrad.
- Växlingen mellan display och omgivning medför att ögonen måste ackommodera (anpassa avståndsseendet), vilket kan ta flera sekunder och kan därmed vara problematiskt i kritiska situationer.
- Om displayen är stor kan det medföra problem med handhavande och dess vikt kan bidra till att soldaten blir "överlastad".
- Vid användning i mörker kan "ljusläckage" bidra till att soldaten röjs. Vi har dock visat att detta problem kan reduceras genom att använda displayer med låg ljusstyrka i kombination med bildförstärkare (se Avsnitt 4.4 Målangivning och målutpekning i mörker med elektronisk karta).
- Små displayer måste hållas nära ögat för att symbologin ska vara läsbar.
- Displayer måste ha hög ljusstyrka för att kunna ses i starkt dagsljus och kan ibland vara svåra att se pga. reflexer. Moderna displayer har dock tillräcklig ljusstyrka.
- Handhållna displayer kan vara i vägen när de inte används, t.ex. fastna i uniform och utrustning.

2.1.2 Orientering av kartbild

Vid användning av GPS-kartor, och motsvarande handhållna/burna digitala kartor, finns det två övergripande sätt att presentera kartinformationen, antingen genom en statisk kartbild där norr alltid är uppåt på kartbilden eller dynamiskt där kartan roterar med användarens rörelser och alltid visar terrängen framför användaren uppåt på kartbilden. Det finns för- och nackdelar med båda sätten att presentera kartinformationen. Forskning har, enligt Wickens, Hollands, Banbury & Parasuraman (2013), visat att det generellt är fördelaktigt att presentera kartinformation dynamiskt, men att det främst finns tre aspekter som kan vara problematiska (sammanfattning från Wickens m.fl., 2013):

- Att kartan hela tiden roterar då användaren rör sig i omgivningen gör det svårare att skapa en mental modell av omgivningen. Detta medför att den som använt en dynamisk karta har svårare att återskapa en bild av omgivningen efter avslutad navigering.
- Stora individuella skillnader i spatial förmåga innebär att vissa användare kan använda en statisk karta och utan problem transformera kartbilden till sin egen riktning. Det är t.ex. många piloter som föredrar en statisk karta.

- Då ett team som rör sig i ett område ska kommunicera med varandra och de använder GPS:er som visar en dynamisk kartbild över området kommer varje teammedlem att ha sin eget väderstreck uppåt på sin kartbild. Detta gör det svårt att verbalt kommunicera riktningar till positioner och väderstreck på kartbilden. Statsikt norr bör därför vara ett valbart alternativ på en dynamisk digital karta.

2.2 Sammanfattning

Tidigare studier och litteratur pekar dels på ett behov av stöd för navigering och invisning av riktningar (både till hot och egna resurser), dels på för- och nackdelar med olika tekniska lösningar för detta. Vidare har tidigare studier visat att det finns en stor variation i prestation mellan olika individer i navigerings- och invisningsuppgifter. Därtill tycks kontexten, det sammanhang, i vilken uppgiften genomförs vara av betydelse. Väder, ljusförhållanden och andra faktorer som kan påverka utföraren måste också beaktas vid framtagning av principer för soldatstöd.

3 Spatial förmåga

Spatial förmåga handlar både om förmågan att förstå och bibehålla en uppfattning om riktning och avstånd från sig själv till objekt i omgivningen (egocentrisk rotation) och förmågan att visualisera hur objekt ser ut när de roteras (exocentrisk objektsrotation). Den typ av spatial förmåga som är mest relevant för de försök som redovisas i denna rapport handlar om förmågan att förstå sin egen position relativt andra objekt när man förlyttar sig i omgivningen. Detta är en grundläggande kognitiv funktion som Wolbers och Hegarthy (2010) benämner som spatial navigeringsförmåga.

3.1 Att skapa en spatial lägesbild

När människor skapar en spatial lägesbild eller geografisk kunskap om ett specifikt område, t.ex. en stad, ett skogsparti, eller en komplex byggnad så har tre olika stadier identifierats för hur denna kunskap byggs upp (sammanfattning från baserad på Wickens m.fl., 2013):

1. *Kunskap om landmärken* – utvecklas i allmänhet först och kännetecknas av att man tydligt känner igen synliga landmärken i terrängen.
2. *Kunskap om rutt eller färdväg* - kännetecknas av att man vet hur man ska ta sig från en plats till en annan. Denna kunskap representeras ofta verbalt i form av specifika beslut om hur man ska navigera, t.ex. ”ta till höger vid kyrkan”. Kunskap om rutt eller färdväg knyter på så sätt samman information om landmärkenas relativa positioner. Denna kunskap skapas främst genom träning då man navigerar, antingen i den verkliga miljön eller i en virtuellt återgiven miljö.
3. *Översiktlig kunskap eller mental karta över området* – kännetecknas av förmågan att kunna återskapa området. Att kunna besvara frågor som ”Vilken gata går norr om kyrkan?” eller ”Hur långt är det från kyrkan till parken?” är också en del av översiktlig kunskap. Att ha en mental karta över området är särskilt värdefullt om man kommer fel. Denna kunskap skapas främst genom studier av kartor, om man inte kan besöka området och rekognoscera direkt på plats.

Wickens m.fl. (2013) påpekar att kunskap om rutt eller färdväg och översiktlig kunskap inte utvecklas linjärt och sekventiellt, utan att båda typerna av kunskap kan utvecklas samtidigt.

En kognitiv uppgift som kräver att information bearbetas i arbetsminnet försämrar generellt förmågan att mentalt rotera objekt i arbetsminnet. Detta har bl.a. ett experiment av Bruyer och Scailquin (1998) visat. Uppgiften var att muntligt generera slumpmässiga sekvenser av bokstäver och samtidigt rotera en mental bild av ett objekt i minnet., Däremot försämrades inte förmågan att passivt hålla kvar en bild av objektet i minnet. Detta beror troligen på att både uppgiften att generera bokstäver och att rotera objektet kräver medveten bearbetning av information i arbetsminnet och konkurrerar därmed om samma mentala resurser, medan att enbart hålla kvar en mental bild av objektet inte kräver medveten bearbetning och därmed inte konkurrerar med de resurser som används för genereringsuppgiften (Wickens, m.fl., 2013).

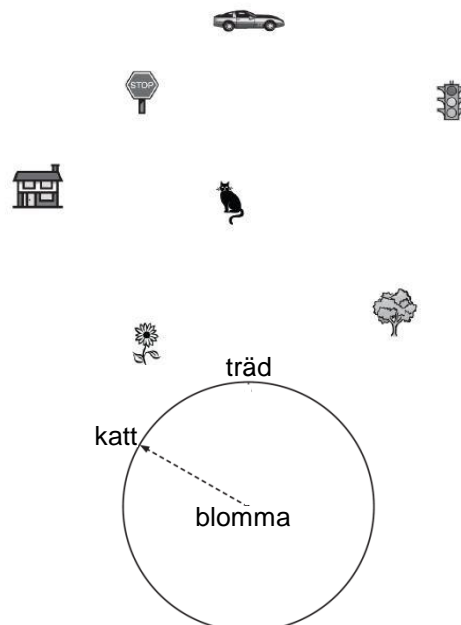
3.2 Att värdera spatial förmåga

Det finns stora individuella skillnader när det gäller spatial förmåga. För att kunna mäta individuell spatial förmåga har därför ett antal olika spatiala test utvecklats. Inom den försöksverksamhet som bedrivits i detta forskningsprojekt har tre olika spatiala test använts. Testen representerar tre olika inriktningar inom området spatial lägesuppfattning. Det första testet, Perspective Taking/Spatial orientation test, mäter främst egocentrisk spatial förmåga, avseende att förstå riktningar gentemot olika objekts positioner i

omgivningen. Det andra testet, pappersvikningstestet, mäter främst exocentrisk spatial förmåga avseende att rotera och förändra objekt. Det sista testet, Santa Barbara Sense of Direction, är ett rent självskattningstest där försöksdeltagaren ska skatta sin egen spatiala förmåga. Fokus är den typ av spatial förmåga som krävs att navigera i omgivningen och skapa lokalkännedom. Syftet med att välja just dessa tre, mycket olika, tester var att undersöka vilket, eller vilka, av dem som kan uppvisa ett samband med prestation i de praktiska uppgifter med spatialt inslag som deltagarna genomfört under försöksserien. Att välja tester som mäter olika aspekter av spatial förmåga kan ge svar på två frågor: 1) Information om vilken typ av test som är mest lämpligt för att bedöma en persons förmåga att navigera i terrängen och hantera riktningar, och 2) Information om vilken typ av spatial förmåga som har störst betydelse för olika typer av spatiala uppgifter. Detta kan bidra till att skapa förståelse för vilka personer som faktiskt har störst behov av tekniskt stöd för att lösa uppgifter av spatial natur. Nedan följer en mer ingående beskrivning av de tre testen.

3.2.1 Spatialt orienteringstest (PTSOT)

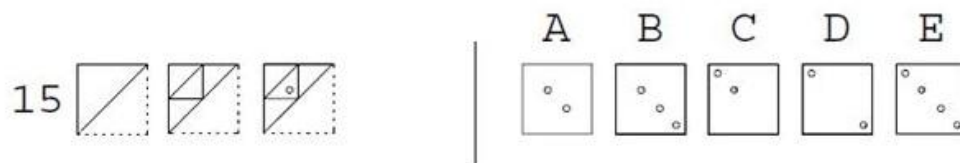
Det spatiala orienteringstestet PTSOT (The Perspective Taking/Spatial Orientation Test, Kozhevnikov & Hegarty, 2001; Hegarty & Waller, 2004) är ett spatialt test som främst är relaterat till den typ av spatial orienteringsförmåga som kan relateras till egocentrisk egenrotation. Testet består av 12 uppgifter. Vid varje uppgift får deltagaren instruktionen att han/hon står vid ett visst objekt, tittar mot ett annat objekt, och uppgiften är att bedöma riktningen till ett tredje objekt. För varje uppgift visas samma sju objekt sedda uppifrån i en 2D-representation, bara platserna deltagarna ska föreställa sig stå vid, titta mot och bedöma riktning till ändras vid respektive uppgift. Deltagarens svarar genom att i en cirkel rita in riktningen från den tänkta plats som deltagaren står på mot det angivna tredje objektet (Figur 2). Resultatet på respektive uppgift är avvikelsen från korrekt riktning, det vill säga differensen mellan den riktning som deltagaren ritat och den korrekta vinkeln, angett i grader. Resultatet beräknas som deltagarens genomsnittliga avvikelse från korrekt riktning på de 12 uppgifterna och kan därmed variera mellan 0 – 180 grader, där ett lägre värde indikerar bättre spatial förmåga.



Figur 2: Den visuella information som visas vid respektive uppgift i PTSOT. Överst de sju fasta objekten och underst cirkeln där deltagaren ritat in sitt svar. Exemplet föreställer en deltagare som fått i uppgift att tänka sig att stå vid blomman, med näsan i riktning mot trädet och i cirkeln korrekt ritat ut riktningen mot katten (bild anpassad från Kozhevnikov & Hegarty, 2001; Hegarty & Waller, 2004).

3.2.2 Pappersvikningstestet

Pappersvikningstestet (The Paper Folding Test; Ekstrom, French & Harman, 1976) är ett test på spatial visualiseringsförmåga som främst är relaterat till exocentrisk objektsrotation och manipulation. Testet består av 20 uppgifter. Varje uppgift visar en serie bilder av hur ett papper viks flera gånger. På den sista bilden visas ett hål som slagits genom det vikta pappret (se till vänster i Figur 3). Försöksdeltagaren får se fem svarsalternativ som visar det utvikta pappret med olika många hål och positioner för hålen (se till höger i Figur 3). Försöksdeltagarens uppgift är att avgöra vilket av alternativen som är korrekt. Resultatet på testet beräknas som andelen korrekta svar på de 20 uppgifterna och kan därmed variera mellan 0 – 1, där ett högre värde indikerar bättre spatial förmåga (Liben m.fl., 2010). Testet har visat sig kunna predicera prestation för användning av karta för att lokalisera egen position, samt för att peka ut byggnader som inte var synliga från den position som försöksdeltagaren gjorde utpekningen från.



Figur 3: En av uppgifterna i pappersvikningstestet. Till vänster om strecket visas hur pappret viks och på den sista bilden var hålet stansas. Till höger om strecket visas svarsalternativen A-E, där B är korrekt svar (Ekstrom m.fl., 1976).

3.2.3 Santa Barbara Sense of Direction (SBSOD)

Santa Barbara Sense of Direction Scale (SBSOD) är ett självskattningstest av spatial förmåga som skapats av Hegarty, Richardsson, Montello, Lovelace och Subbiah (2002). Testet är relaterat till den typ av uppgifter som kräver en uppdatering av position efter förflyttning, dvs. den typ av spatial förmåga eller lokalsinne som krävs under en navigeringsuppgift. SBSOD är en vidareutveckling av ett tidigare självskattningstest av spatialförmåga, Sense of Direction (SOD) vilket skapades av Kozlowski & Bryant (1977), vilket också visat ett positivt samband med spatial orienteringsförmåga.

SBSOD fungerar så att försöksdeltagarna skattar i vilken grad de instämmer med 15 olika påståenden på en sjugradig skattningsskala. Exempel på påståenden är: ”Jag är duktig på att bedöma avstånd” eller ”Jag går lätt vilse i en ny stad”. Innan resultatet beräknas vänds skalan på de påståenden så att ett högt skattningsvärde innebär låg spatial förmåga, som t.ex. för det sista påståendet ovan. Resultatet på testet beräknas som medelvärdet på skattningarna av de 15 påståenden och kan således variera mellan 1 – 7, där ett högt värde indikerar god skattad spatial förmåga.

3.3 Sammanfattning

De tre test som beskrivs ovan har använts i samtliga försök utom det första som beskrivs i denna rapport. Att de mäter olika aspekter av spatial förmåga gör dem lämpliga för jämförelse gällande vilket, eller vilka, av testen som är bäst lämpade för att värdera den typ av spatial förmåga som krävs för de uppgifter som genomförts i försöksserien.

4 Genomförda försök

I detta avsnitt ges en kortfattad beskrivning av de försök som genomförts inom projektet. De försök som genomförts 2013 och 2014 finns utförligt beskrivna i tidigare FOI rapporter och i konferensbidrag. Dessa försök redovisas därför endast med kortfattade beskrivningar av syfte, frågeställning, metod, resultat och viktigaste slutsatser. För detaljerade beskrivningar och redogörelser av statistiska analyser av resultat hänvisas läsaren till tidigare publikationer. Ett undantag är dock studierna av spatial lägesuppfattning med GPS-stöd inom plutons ram (Avsnitt 4.5) och en metastudie av resultat på de spatiala testen från samtliga försök (Avsnitt 4.6 Spatiala test) som inte har publicerats i tidigare FOI rapporter och därför redovisas mer utförligt. Följande studier har rapporterats och beskrivs nedan:

- Navigering i bebyggelse – hålla reda på positioner i terrängen med och utan GPS
 - Fältförsök med burna GPS:er i blandad terräng. Försöksdeltagarna flyttade sig och visade in fasta mål.
- Navigering i skogsterräng – invisning av mål med och utan elektronisk karta
 - Fältförsök i skogsterräng med burna GPS:er. Försöksdeltagarna flyttade sig och visade in fasta mål.
- Invisning av mål med digital karta - betydelsen av skärmstorlek och tid för invisning
 - Fältförsök med invisning av mål med stöd av GPS med två olika skärmstorlekar under tidspress. Försöksdeltagarna stod vid en station och visade in fasta mål.
- Målangivning och målutpekning i mörker med elektronisk karta
 - Fältförsök med militär personal under mörkerförhållanden. Försöksdeltagarna stod vid två olika stationer och visade in fasta mål.
- Spatial lägesuppfattning med GPS-stöd inom plutons ram
 - Fältförsök med hel pluton i dagsljus och mörker. Försöksdeltagarna förflyttade sig under försöket. Både fasta och rörliga mål invisades.

4.1 Navigering i bebyggelse – hålla reda på positioner i terrängen med och utan GPS

Som tidigare nämnts har ett antal studier genomförts vid FOI där olika typer av tekniska stöd för invisning (laserpekare, digitala kartor, verbala och auditiva) har visat stor effekt på förmågan att peka ut mål (Hörberg & Sandberg, 2003; Andersson m.fl., 2005). En begränsning med de studierna var att det tekniska stödet bara användes för att identifiera och peka ut mål inom synhåll, dvs. som är möjliga att upptäcka visuellt. Det är dock minst lika viktigt att kunna behålla sin spatiala lägesuppfattning gällande riktningar till objekt som inte ligger inom synhåll och under förflyttning. I bebyggelse skymms exempelvis ofta mål/objekt av byggnader. Därför genomfördes under våren 2012 ett försök med syftet att undersöka om en GPS med karta kan användas för att stödja spatial lägesuppfattning under navigering i bebyggelse.

4.1.1 Metod

Försöket genomfördes med 18 civila deltagare som delades in i tre grupper:

- Utan GPS med tre positioner i terrängen att hålla reda på.

- GPS med tre positioner i terrängen att hålla reda på.
- GPS med fem positioner i terrängen att hålla reda på.

Deltagarans uppgift var att navigera längst en rutt med sex stationer och under tiden hålla reda på de tre eller fem positionerna i terrängen. Ruttens längd var ca 4 km och gick genom både bostads- och skogsområden. Vid var och en av de sex stationerna stannade deltagarna och pekade ut riktningen till de positioner i terrängen som de skulle hålla reda på. Innan navigeringen började fick samtliga deltagare studera en papperskarta och memorera de positioner som de skulle kunna peka ut. Under navigeringen fick samtliga grupper använda GPS:en för navigeringen, men i gruppen ”utan GPS” fanns inte positionerna som de skulle hålla reda på markerade på GPS:ens karta. Det var försöksledaren som bar GPS:en, så varje gång deltagarna skulle titta på displayen fick de stanna och be försöksledaren att ge dem GPS:en. Detta för att få information om hur ofta deltagarna tittade på GPS-mottagaren. Vid stationerna där invisningen gjordes fick deltagarna inte använda GPS:en. Syftet med detta var att efterlikna en situation med plötslig stridskontakt där soldaten sannolikt inte skulle ha tid att använda sitt tekniska stöd, utan skulle behöva förlita sig på den spatials lägesuppfattning som han/hon skapat genom att använda stödet under navigeringen.

För att peka ut vilken riktning som de ansåg att det var till positionerna fick försökspersonen använda ett avstånds- och riktningsmätande instrument. Instrumentet var en PLRF 15C (Pocket Laser Range Finder) (se Figur 4). De höll instrumentet i händerna, siktade mot den position i terrängen som de pekade ut, läste själva av riktningen på instrumentet och meddelade värdet muntligt till försöksledaren som antecknade riktningen.



Figur 4. Överst bild på PLRF:en monterad på kamerastativ. Nederst till vänster bild på PLRF:ens framsida och till höger bild genom PLRF:ens okular som visar instrumentets kompassriktning i grader med röda siffror.

Den GPS som användes var en Garmin GPSmap 60CSx med ”Friluftskartan PRO V2” (Figur 5).

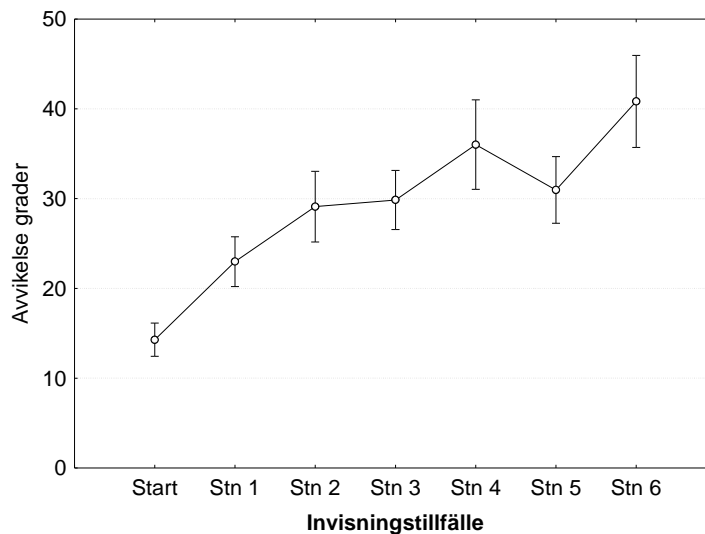


Figur 5. Garmin GPSmap 60CSx med Friluftskartan PRO V2.

Med syftet att undersöka sambandet mellan spatial förmåga och precision på invisningsuppgiften gjorde deltagarna innan försöket det spatiala testet SBSOD (se Avsnitt 3.2 Att värdera spatial förmåga).

4.1.2 Resultat

Det var inte någon skillnad i precision mellan de tre grupperna när det gällde hur väl de lyckades med att peka ut positionerna. Däremot försämrades deras förmåga att hålla reda på positionerna signifikant under tiden som de förflyttade sig i terrängen. Avvikelsen vid station 3-6 var signifikant högre än avvikelsen vid startpositionen (Figur 6).



Figur 6. Avvikelse vid utpekning av positioner vid start och vid de sex stationerna. Grafen visar de tre försöksgruppernas gemensamma medelvärde och standardfel för respektive station.

Mental arbetsbelastning mättes med NASA-TLX som har skalan (0 – 100) där ett lågt värde innebär låg belastning. Den mentala arbetsbelastningen var relativt låg för samtliga tre grupper, men något högre för gruppen med GPS som skulle hålla reda på 5 positioner (56,1) jämfört med GPS som skulle hålla reda på 3 punkter (43,6) och de utan GPS som skulle hålla reda på 3 punkter (37,2). Denna skillnad var dock inte statistiskt säkerställd.

Under navigeringen så tittade gruppen med GPS med 5 punkter i genomsnitt på GPS:en 12,5 gånger, gruppen med GPS med 3 punkter 17,5 gånger och gruppen utan GPS med 3 punkter 19,5 gånger.

Enkät svar visade att det inte var ofta som deltagarna tänkte på positionerna under navigeringen (11 % uppgav ofta, 72 % ibland och 17 % aldrig). De var inte heller ofta som de tittade på positionerna när de använde GPS-kartan under navigeringen (ingen uppgav ofta, 82 % ibland, 18 % aldrig). Dessutom var det endast 12 % som uppgav att de prioriterade att hålla reda på positionerna, medan hela 88 % uppgav att de prioriterade navigeringsuppgiften.

Det fanns inte något samband mellan deltagarnas resultat på det spatiala testet SBSOD och deras precision på uppgiften att peka ut positioner.

4.1.3 Slutsatser

Förmågan att hålla reda på positioner i terrängen försämrades under tiden som deltagarna förflyttade sig i terrängen. Redan vid den tredje stationen var denna försämring statistiskt säkerställd. Detta visar att förmågan att hålla reda på riktningen till positioner i terrängen under förflyttning är mycket begränsad.

Användning av ett GPS-stöd med positionerna markerade på kartan under navigeringen förbättrade inte förmågan att hålla reda på positionerna i terrängen när de skulle visas. Att denna effekt uteblev beror sannolikt på att deltagarna prioriterade navigeringsuppgiften framför att hålla reda på positionerna och endast ibland tittade på positionerna när de använde GPS:en. Att deltagarna endast i viss utsträckning använde GPS:en för att få en uppfattning av var positionerna fanns i terrängen i förhållande till deras egen position innebär i praktiken att det inte fanns någon förutsättning för att GPS:en skulle kunna bidra till deras spatiala lägesuppfattning i detta avseende.

Det är dock rimligt att tro att en GPS-karta med positioner inlagda faktiskt ger en bättre spatial lägesuppfattning om GPS-kartan används på rätt sätt. En anledning till att GPS-kartan inte användes för att hålla reda på positionerna i detta försök kan vara att

navigeringsuppgiften var för svår för deltagare utan tidigare vana vid uppgiften. Det är därför troligt att det krävs träning både på navigering och på hur en GPS-karta ska användas för att hålla reda på positioner samtidigt som en navigeringsuppgift genomförs för att effekter av GPS-användning ska uppnås. Att låta användaren själv bära GPS:en skulle troligen också öka användningen, och dessutom bättre efterlikna en verklig användarsituation. I senare försök (se nedan) har användarna fått full tillgång till GPS:en i vissa förutsättningar.

Försöket har rapporterats i projektets årsrapport från 2012 (Hellgren, Johansson, Oskarsson & Svensson, 2012).

4.2 Navigering i skogsterräng – invisning av mål med och utan elektronisk karta

Föregående försök visade inte någon effekt av GPS-stöd vid invisning av objekt/positioner när deltagarna endast använde GPS-kartan under navigeringen (se Avsnitt 4.1) Därför genomfördes under hösten 2012 ett försök där deltagarna även fick använda GPS-kartan under själva invisningsmomentet. Dessutom undersöktes sambandet mellan resultat på ytterligare två spatiala test och invisningsuppgiften.

4.2.1 Metod

Försöket genomfördes med 16 civila deltagare som vid tre stationer fick göra invisningar av fem symboler i terrängen med och utan GPS. Vid invisning med GPS så fanns positionerna markerade på GPS-kartan och deltagaren fick också använda GPS:en under invisningen. Vid invisning utan GPS fanns symbolerna inte markerade på GPS-kartan och deltagaren fick inte använda GPS:en under invisningen. GPS:en användes dock under båda förutsättningarna för att navigera mellan stationerna.

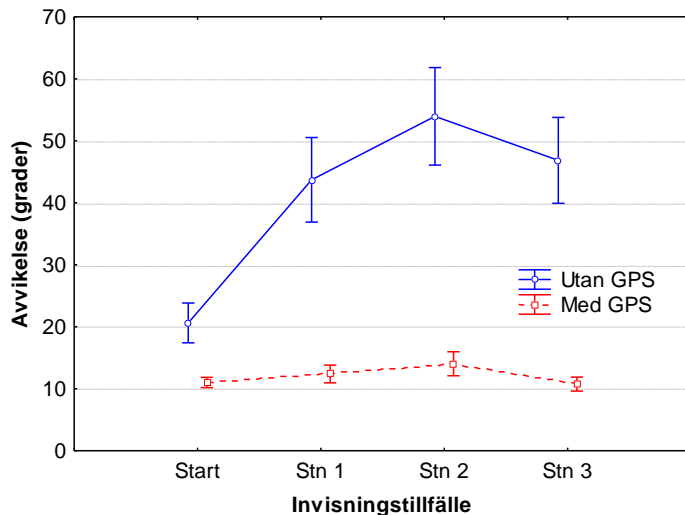
Deltagarnas uppgift var att navigera längst en rutt med tre stationer och under tiden hålla reda på fem positioner i terrängen. Ruttens längd var ca 1,2 km och gick genom skogsterräng. Vid var och en av de tre stationerna stannade deltagarna och pekade ut riktningen till de fem positioner i terrängen som de skulle hålla reda på. Innan navigeringen började fick samtliga deltagare studera en papperskarta och memorera de positioner som de skulle hålla reda på. Under navigeringen bar deltagarna GPS:en och fick titta på den när de ville. Under förutsättningen ”med GPS” var de fem positionerna utmärkta på GPS-kartan, medan de inte var utmärkta under förutsättningen ”utan GPS”. GPS-kartan var egocentrisk, dvs. uppåt på kartan visade alltid terrängen framför deltagaren. Deltagaren höll GPS:en i horisontellt och vred sig tills symbolen som skulle pekas ut var uppåt på kartan. Under betingelsen ”utan GPS” fick deltagaren inte använda kartan utan fick i stället göra utpekningen från sin minnesbild av positionernas riktningar. Under båda förutsättningarna angav deltagaren sitt svar genom att vrida in en PLRF 15 C som var monterad på ett kamerastativ (Figur 4) mot positionens riktning. Avvikelsen i grader från den faktiska positionen användes som prestationsmått.

Varje deltagare gjorde invisningsuppgiften med båda förutsättningarna, med och utan GPS. För varje förutsättning fick deltagaren visa in riktningen till var och en av de fem symbolerna i terrängen. Ordningen mellan förutsättningarna balanserades mellan deltagarna, dvs. de genomförde de två förutsättningarna i olika ordning, vilket säkerställde att gruppen av deltagare tillsammans inte hade mer träning vid någon förutsättning.

Den GPS som användes var Garmin GPSmap 62 stc med ”Friluftskartan PRO V2”.

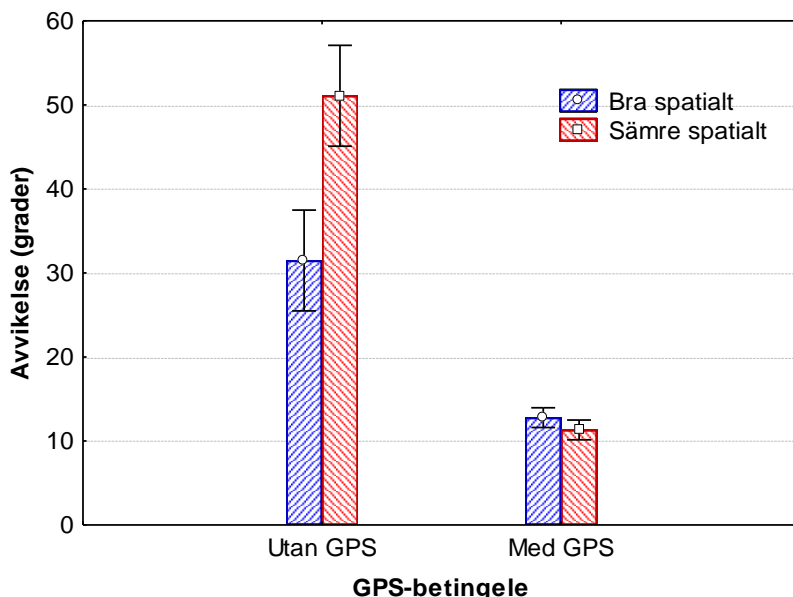
4.2.2 Resultat

Avvikelsen vid invisningen av positionerna var signifikant mindre när GPS användes vid samtliga fyra invisningstillfällen. Vid invisning utan GPS var avvikelsen vid start också signifikant lägre än vid övriga tre invisningstillfällen (Figur 7).



Figur 7. Avvikelse vid invisning av positioner med och utan GPS vid start och vid de tre stationerna. Grafen visar medelvärde och standardfel för respektive förutsättning.

Utgående från resultaten på det spatiala testet PTSOT gjordes en uppdelning av deltagarna i två grupper med bättre och sämre spatial förmåga. En analys av deras precision på invisningsuppgiften enligt denna uppdelning visade att de med sämre spatial förmåga hade signifikant större avvikelse från korrekt riktning jämfört med de med bättre spatial förmåga när de gjorde invisningarna utan GPS. Det var däremot inte någon skillnad mellan deltagare med hög och låg spatial förmåga när de gjorde invisningen med GPS (Figur 8).

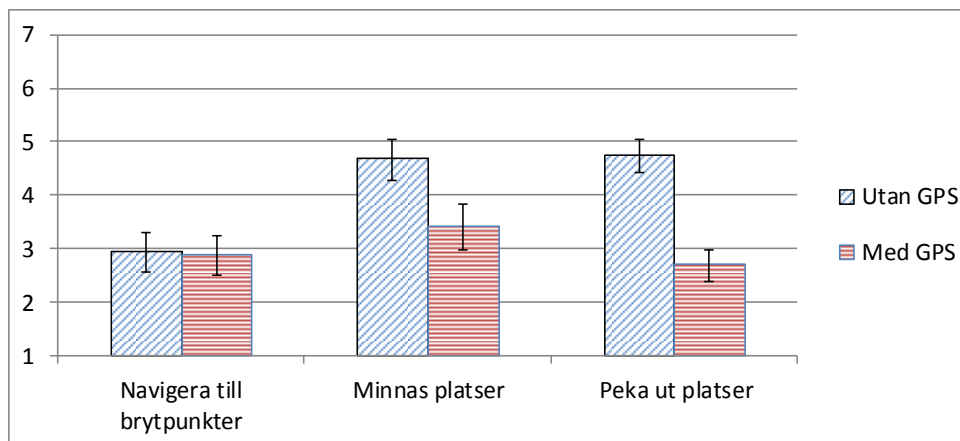


Figur 8. Avvikelse vid invisning av positioner med och utan GPS. Grafen visar medelvärde och standardfel för deltagare med bra och dåligt spatial förmåga var för sig.

Den sammanlagda tiden som det tog att göra invisningarna vid stationerna var signifikant längre när GPS användes (medel 13,1 minuter) jämfört med utan GPS (medel 6,9 minuter).

Det var inte någon signifikant skillnad mellan hur ofta deltagarna tittade på GPS:en med GPS ($M = 15,3$ gånger) och utan GPS ($M = 16,6$ gånger) under tiden som de navigerade mellan stationerna.

Deltagarna skattade att det var signifikant mer mentalt belastande att minnas och peka ut platserna när de gjorde uppgiften utan GPS. Det var däremot inte någon skillnad i deras skattning av mental belastning för navigeringsuppgiften (Figur 9).



Figur 9. Skattningar av tre aspekter av mental arbetsbelastning avseende att navigera till stationerna, hålla positionerna i minnet och att peka ut positionerna (Låg – Hög). Grafen visar medelvärden och standardfel för respektive förutsättning (Med/Utän GPS).

Deltagarna skattade sin tilltro till GPS-kartan avseende att visa positionerna i terrängen som mycket hög ($M = 6,0$) (1 = Låg – 7 = Hög).

4.2.3 Slutsatser

Detta försök visar att när en GPS får användas för att göra invisningar av positioner i terrängen så kan detta göras med hög precision och utan försämring när deltagarna rör sig i terrängen och dessutom lika bra av deltagare med sämre spatial förmåga. När invisningarna görs utan stöd är avvikelsen större redan vid start och förvärras betydligt när deltagarna rör sig i terrängen. Utan GPS är dessutom avvikelsen betydligt större för deltagare med sämre spatial förmåga.

Observera att resultaten från studien inte kan tolkas som att användningen av GPS:en hjälper deltagarna att skapa en bättre spatial lägesuppfattning. Jämför med föregående försök (se Avsnitt 4.1) där deltagarna gjorde invisningarna lika dålig med och utan GPS när de inte fick använda GPS:en under själva invisningsmomentet. Det är snarare så att det med stöd av GPS:en vid själva invisningsmomentet går utmärkt att lösa uppgiften utan att ha en bra spatial lägesuppfattning eftersom GPS-kartan tydligt visar symbolernas position och hur man ska vrida sig för att peka ut deras positioner. Det är dock troligt att det genom träning går att använda GPS:en för att öka den spatiala lägesuppfattningen avseende att hålla reda på positioner i terrängen.

En stor nackdel med att göra invisningarna med GPS är att det tar längre tid. Till viss del kan förmodligen tiden kortas genom träning. Det är dock sannolikt att det alltid kommer att ta längre tid att genomföra invisningar med GPS, varför det är nödvändigt att väga vinsten i precision mot förlusten i tid.

Ett viktigt resultat i detta försök var att resultatet från det spatiala testet PTSOT visade ett starkt samband med deltagarnas prestation på invisningsuppgiften när de gjorde den utan GPS. Pappersvikningstestet visade också på detta samband, men dock inte lika tydligt.

Försöket har dels rapporterats i projektet årsrapport 2012 (Hellgren m.fl., 2012) och som ett konferensbidrag (Johansson, Hellgren, Oskarsson & Svensson, 2013).

4.3 Invisning av mål med digital karta - betydelsen av skärmstorlek och tid för invisning

Det försök som redovisades i föregående avsnitt visade att förmågan att göra invisningar med elektronisk karta på en liten display är relativt god när invisningen görs utan tidsbegränsning. Därför genomfördes under våren 2013 ett försök för att undersöka om prestationen vid invisning av riktning i terrängen till symboler som visas på en elektronisk karta påverkas av displayens storlek när tillgänglig tid för att utföra uppgiften begränsas.

4.3.1 Metod

Försöket genomfördes med 16 civila deltagare som fick göra invisningar av objekt i terrängen som presenterades i form av symboler som visades på displayernas karta med fyra olika tidsbegränsningar för att utföra uppgiften (5, 10, 15 och 20 sekunder). För den display som benämns som "liten" användes en iPhone 4S med 3,5-tums skärm och för den display som benämns "stor" användes en iPad generation 4 med 9,7-tums skärm. I Figur 10 visas storleksförhållandet mellan de två displayer som användes och kartbilden med de symboler som presenterades för deltagarna.



Figur 10. De två displayerna som användes i försöket och med kartbilden med de symboler som presenterades för deltagarna.

När deltagaren vred sig så roterade kartan dynamiskt så att terrängen på ovansidan av kartan alltid visade terrängen framför deltagaren. Det vill säga, den blå pilen i mitten som visade deltagarens position pekade alltid uppåt på kartan. Deltagarens uppgift var att hålla displayen horisontellt och rikta in den mot en av de symboler som visades, dvs. att vrida sig så att symbolen hamnade i pilens riktning rakt upp på displayen. Samtidigt höll deltagaren i handtaget på vinkel och avståndsinstrumentet (PLRF:en, se Figur 4.) och gav

sitt svar genom att rikta in PLRF:en mot den riktning i terrängen som motsvarade symbolens position på kartan. Prestation mättes även i detta fall i termer av hur noggrant försöksdeltagarna visade in positionerna, i grader.

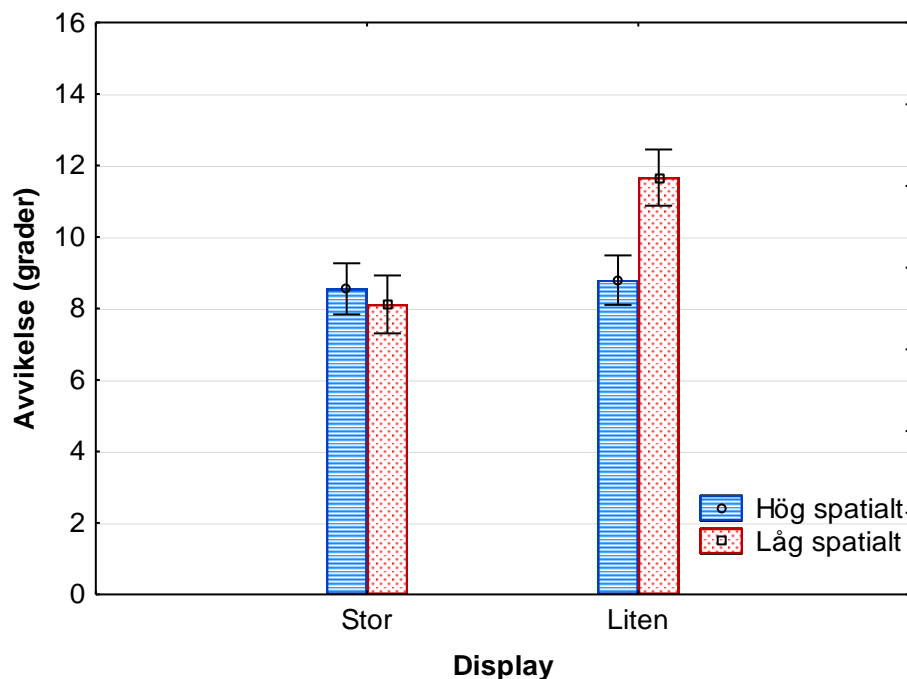
Varje deltagare gjorde invisningsuppgiften med båda displayerna på var och en av de fyra invisningstiderna. För varje förutsättning fick deltagaren visa in riktningen till var och en av de fem symbolerna som visades på skärmen. Ordningen mellan skärmstorlek och invisningstider balanserades mellan deltagarna, dvs. de genomförde de olika förutsättningarna i olika ordning, vilket säkerställde att deltagarna inte hade mer träning när de testade någon displaystorlek eller invisningstid.

Med syftet att undersöka sambandet mellan spatial förmåga och prestation på invisningsuppgiften gjorde deltagarna innan försöket de tre spatiala test som beskrivits ovan (se Avsnitt 3.2).

4.3.2 Resultat

Resultaten visade att precisionen (mindre avvikelse) med den stora skärmen (8,4 grader) var statistiskt signifikant bättre än med den lilla displayen (10,0 grader). Tillgänglig tid för invisning påverkade inte precisionen vid invisning för någon av de två displayerna. Tidpress, uppgiftens svårighet och mental arbetsbelastning upplevdes dock som högre när invisningstiden minskades, men ökningen var inte så stor att den påverkade precisionen på invisningsuppgiften.

Deltagare med bra spatial förmåga (enligt PTSOT) presterade bättre på invisningsuppgiften med den lilla displayen och i synnerhet när invisningstiden var kort. Det var dock inte någon skillnad mellan deltagare med hög och låg spatial förmåga när invisningarna gjordes med den stora displayen (Figur 11).



Figur 11. Avvikelse vid invisning med stor och liten display för deltagare med låg respektive hög spatial förmåga separat (gemensamma medelvärden och standardfel för samtliga invisningstider).

Sambandet mellan pappersvikningstestet och prestationen på invisningsuppgiften var lägre och mellan SBSOD och invisningsuppgiften fanns det inte något samband.

4.3.3 Slutsatser

De viktigaste slutsatserna från försöket är:

- Precisionen med den stora skärmen var bättre, men skillnaden var relativt liten (1,6 grader om man bortser från påverkan av spatial förmåga) och måste vägas mot svårigheterna att hantera en stor display under fältmässiga förhållanden.
- 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.
- Deltagare med låg spatial förmåga hade lägre precision vid invisning med en liten display och i synnerhet när tillgänglig invisningstid var kort. Detta är sannolikt också förutsättningar som ställer höga krav på spatial förmåga.
- Det spatiala testet PTSOT visade ha god förmåga att identifiera relevanta aspekter av spatial förmåga.

Försöket har rapporterats i en FOI rapport (Oskarsson, Johansson, Svensson, Hellgren & Allberg, 2013) och som ett konferensbidrag (Oskarsson, Svensson & Johansson., 2014).

4.4 Målangivning och målutpekning i mörker med elektronisk karta

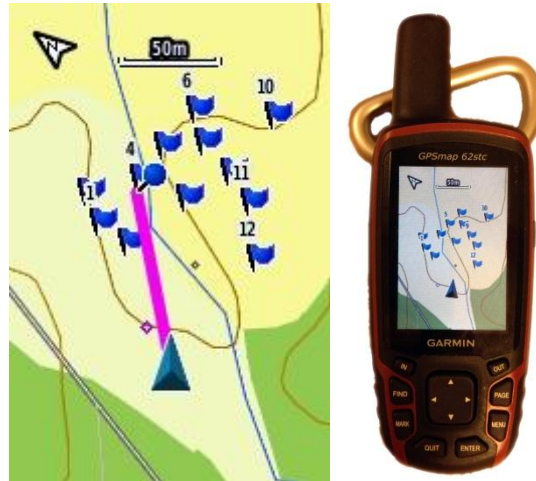
Tidigare försök i dagsljus har visat god precision vid målinvisning med hjälp av GPS och elektronisk karta (se Avsnitt 4.2 och 4.3). För att undersöka möjligheterna att även stödja förband avseende GPS-lösningar för målangivelse och målutpekning i mörker med bildförstärkare genomfördes ett försök i mörkerförhållanden vid MSS Kvarn under hösten 2013.

4.4.1 Metod

Försöket genomfördes på Markstridsskolan i Kvarn med tio officerare som genomförde sista veckan av en treveckorskurs för blivande instruktörer för mörkerutbildning dvs. deltagarna hade god vana vid att verka i mörker.

Under försöket genomfördes två olika uppgifter, målangivelse och målutpekning. Målangivelse innebar att göra målangivelse av pappfigurer som var utplacerade i terrängen. Målutpekning innebar att deltagarna efter att ha fått målinformation skulle peka ut den position i terrängen som informationen angav. Båda uppgifterna gjordes både med GPS och med traditionell muntlig målangivelse med utgångspunkter i terrängen.

Den GPS som användes var Garmin GPSmap 62stc och kartan var Garmin Friluftskartan Pro V3 Götaland skala 1:50 000 – 1:100 000 (Figur 12).



Figur 12. GPS:ens karta som visar egen position och målpositionerna som skulle pekas ut. Den violetta linjen från symbolen för egen position visar att position fyra skulle pekas ut och att dess position var några grader till vänster om deltagaren.

Både deltagarna och försöksledarna bar en monokulär bildförstärkare av typ MONO/12 generation III framför ena ögat. Deltagarnas bildförstärkare var fäst på hjälmen och försöksledarnas var fäst på en huvudburen bärmask. Ett mörkerriktmedel av typ DBAL laserpekare användes av deltagarna vid målutpekning för att peka ut positioner i terrängen och av försöksledarna vid målangivelse för att peka ut den pappfigur som deltagaren skulle göra målangivelse för. Försöksledaren höll laserpekaren i handen och deltagarnas laserpekare var monterade på vapnen.

Försöket genomfördes vid två stationer, en för varje uppgift, på ett fält i anslutning till en skjutbana där deltagarna genomförde mörkerskjutning. Vid stationen där deltagarna gjorde målangivelse fanns 12 pappfigurer av militär standardtyp för målskjutning (höjd 150 cm) utplacerade framför försöksplatsen. 10 av dessa användes i själva försöket och två för träning innan försöket. Avståndet till pappfigurerna varierade mellan 54,9-128,5 meter. Vid stationen där deltagarna gjorde målutpekning fick de målinformation om 12 olika positioner i terrängen. Avståndet till de positioner som de fick målinformation om varierade mellan 60,6 – 129,4 meter.

Vid målangivelse med GPS flyttade deltagaren markören på GPS:ens karta till den position som han ansåg motsvara symbolens position. Vid muntlig målangivelse med utgångspunkter så gjorde deltagaren helt enkelt en muntlig målangivelse av pappfigurens position.

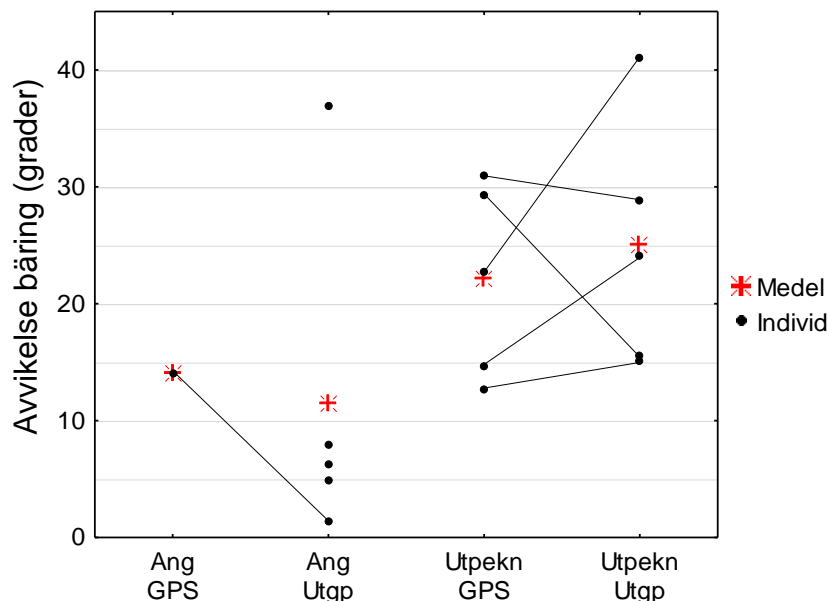
Vid målutpekning med GPS höll deltagaren GPS:en horisontellt och vred den tills pilen som pekade mot den symbol som skulle pekas var riktad mot displayens ovansida (se Figur 12). Vid målutpekning med muntlig målangivelse läste försöksledaren muntligt upp målangivelsen till positionen. Deltagaren avgav sitt svar genom att peka med mörkerriktmedlet mot den riktning i terrängen som han ansåg motsvara det angivna målets position.

Försöket hade designats för inomgruppsdesign med 16 deltagare, men pga. omplanering under den pågående mörkerutbildningen fick detta ändras till mellangruppsdesign med 10 deltagare, där fem deltagare gjorde målangivelse och fem målutpekning. Varje deltagare gjorde 5 moment (målangivelse eller målutpekning beroende på vilken grupp de tillhörde) med GPS och 5 muntligt med utgångspunkter. En utgångspunkt kan vara ett iögonfallande objekt i terrängen, till exempel ett hus eller en stor sten.

4.4.2 Resultat

Det var endast 5 deltagare som utförde respektive moment och dessutom finns det, pga. problem med dataregistrering, endast data från en deltagare vid målangivelse med GPS. Därför analyserades data endast deskriptivt.

Avvikelse från korrekt riktning var relativt likvärdig vare sig uppgifterna utfördes med GPS eller muntligt med utgångspunkter. Avvikelsen från korrekt riktning var dock högre vid målutpekning än vid målangivelse och dessutom var skillnaden mellan deltagarna större vid målutpekning (Figur 13).



Figur 13. Deltagarnas avvikelse från korrekt riktning i grader vid målangivelse (Ang) och målutpekning (Utpekn) med GPS respektive med utgångspunkter (Utgp).

När det gäller avvikelse från korrekt avstånd så var avvikelsen vid målutpekning ungefär lika stor vare sig uppgiften gjordes med GPS (medel 22 meter) eller utgångspunkter (medel 27 meter). Vid målangivelse är det dock svårt att dra några säkra slutsatser, deltagaren med GPS hade en mycket stor avvikelse (64 m) medan avvikelsen med muntlig målangivelse var betydligt lägre (medel 37 m). Deltagaren med GPS hade dock lika stor avvikelse när han gjorde uppgiften muntligt (64 m). Det är därför sannolikt att han hade sämre förmåga att bedöma avstånd än övriga deltagare. Detta tyder på att avvikelsen från korrekt avstånd med GPS skulle ha varit lägre om data från samtliga deltagare hade registrerats.

Även om skillnaden i prestation inte var så stor så visade de subjektiva skattningar att både målangivelse och målutpekning upplevdes som svårare när uppgifterna gjordes med GPS än muntligt med utgångspunkter.

Båda uppgifterna gjordes relativt snabbt med muntliga utgångspunkter (medel 10-11 sekunder), medan både målangivelse (medel 18 sekunder) och målutpekning (medel 32 sekunder) tog betydligt längre tid med GPS-stöd.

4.4.3 Fokusgrupp – GPS-stöd för mörkerstrid

I samband med försöket genomfördes två fokusgruppsdiskussioner med de deltagande officerarna. Fokusgrupperna genomfördes på regementet, under dagtid två dagar efter försöket. Syftet var att få information från tänkta användare om hur GPS-stöd för mörkerstrid på bästa sätt bör utformas och på vilket sätt det ska användas.

En fokusgrupp kan beskrivas som en gruppintervju som leds av en moderator. Ett antal förutbestämda ämnen diskuteras och moderatorns uppgift är att skapa ett diskussionsunderlag, se till att alla håller sig till ämnet och säkerställa att samtliga deltagare kommer till tals och får framföra sina synpunkter. En viktig skillnad från en vanlig gruppintervju är att metoden förespråkar just diskussion snarare än svar på givna frågor (se t.ex. Bloor, Frankland, Thomas & Robson, 2001; Wibeck, 2000).

Förutom de tio officerarna som deltog i mörkerförsöket deltog ytterligare åtta officerare i fokusgrupperna. Dessa deltog också i mörkerutbildningen men fick pga. av ändringarna i schemalaggningen inte möjlighet att delta i det mörkerförsök som genomfördes. För att få maximalt utbyte av de officerare som inte hade varit med i mörkerförsöket genomfördes två fokusgrupper, en med de tio officerare som hade medverkat i mörkerförsöket och en med de resterande åtta. I princip diskuterades samma frågor i båda fokusgrupperna, men moderatören anpassade diskussionerna något, så i gruppen med officerare som deltagit i mörkerförsöket var fokus något mer på deras erfarenheter från de den GPS som de använt och de uppgifter som de hade utfört, medan diskussionen i gruppen med de övriga åtta officerarna var mer generell. Anteckningarna från fokusgrupperna analyserades tillsammans med svar på öppna frågor i de enkäter som deltagaren i mörkerförsöket besvarade.

De viktigaste synpunkterna på den GPS som användes i mörkerförsöket var att det skulle ha behövts en bättre GPS-karta, bl.a. var upplösningen på kartan för låg, det var svårt att se höjdkurvor och antalet referenspunkter i kartbilden var för få. Det fungerade bra att använda GPS:en i mörker. Det var inte något problem att växla mellan att använda bildförstärkaren och att titta på kartan med det "obeväpnade ögat", eller att titta på kartan genom bildförstärkaren. Det påpekades också att om GPS ska användas operativt så krävs utbildning och träning på handhavande.

De viktigaste synpunkterna på design och utformning av en GPS för mörkerstrid var att den ska vara kompatibel med annan utrustning som används i fält, både burna och fasta system i fordon, t.ex. ha samma typ av batterier, ha samma typ av kontakter så att den kan anslutas till övriga system och använda kompatibel mjukvara så att information kan överföras mellan systemen. Den ska vara robust och tåla hårdhänt behandling och extremt väder, t.ex. extrem kyla, värme och ihållande regn. För att vara lätt att använda med handskar ska den ha stora och få knappar och inte pekskärm eller tryckkänslig skärm. Belysningen ska vara kompatibel med bildförstärkare så att mörkerseendet inte försämras av att titta på den, samt att användaren inte röjer sig genom "ljusläckage".

De viktigaste synpunkterna på funktioner hos en GPS för mörkerstrid var navigationsstöd, att egen position och brytpunkter för navigering alltid är synliga. Att kartan kan zoomas, att den använder MGRS (Military Grid Reference System), att kartan roterar dynamiskt (att uppåt på kartbilden alltid visar terrängen framför användaren) och att kartan har en kompass som pekar mot norr. En kompass ska även visas i skärmläckarfunktionen, så att den alltid är synlig. Det bör finnas en funktion för att visa ett spår av hur man har rört sig i terrängen. Det ska finnas en filterfunktion så att användaren kan välja vilka brytpunkter som ska vara synliga och en raderingsfunktion för att ta bort symboler när de inte längre är aktuella. En "nödknapp" föreslogs, som skulle kunna fungera som en "larmsignal" till högre chef om användaren hamnar i strid.

De viktigaste förslagen på hur en GPS:en skulle användas i mörker var för planering innan insats och ordergivning inför avfärd, t.ex. genom att kunna lägga in rutter, brytpunkter och återsamlingsplats. I förväg inlagda brytpunkter skulle också göra det enklare att rotera personal. Det rådde delade meningar om vilka funktioner som skulle utrustas med GPS. Flertalet ansåg att det räckte med att gruppchefen och plutonschefen har GPS. De menade att gruppcheferna har en mycket hög informationsbelastning, bl.a. genom att de hela tiden behöver rapportera sin position till plutonschefen. Om plutonschefen däremot hela tiden kunde se gruppchefernas positioner på en GPS-skärm skulle de inte behöva rapportera sin position, vilket avsevärt skulle sänka deras informationsbelastning. Vissa deltagare ansåg att samtliga soldater borde ha GPS, främst för att gruppchefen skulle få en bättre överblick

av att kunna se positionerna för soldaterna i den egna gruppen. Det påpekades också att en backuplösning är viktigt ifall GPS:en slutar fungera.

Den information som samlades in genom fokusgrupperna är särskilt värdefull för kravställning och designarbete med GPS för mörkerstrid, men även för andra soldatsystem med likartad funktionalitet.

4.4.4 Slutsatser

De viktigaste slutsatserna från försöket är:

- Precisionen var ungefär likvärdig vare sig uppgifterna gjordes med GPS eller muntligt. Det upplevdes dock som svårare att göra uppgifterna med GPS. Det är också viktigt att notera att precisionsdata för målangivelse med GPS är osäkra eftersom det bara finns data från en deltagare.
- Det tog längre tid att utföra både målangivelse och målutpekning vid användning av GPS, och i synnerhet vid målutpekning där det tog ungefär tre gånger så lång tid att utföra uppgiften med GPS.
- Deltagarna hade stor vana vid muntliga utgångspunkter men ingen vana vid att använda GPS för målangivelse och målutpekning. Denna tidsskillnad kan därför rimligen minskas genom träning. Att precisionen trots detta var relativt likvärdig med GPS och muntligt med utgångspunkter är ett lovande resultat när det gäller möjligheterna att använda GPS för dessa tillämpningar. Sådan användning måste dock föregås av specifik träning och utbildning.

Försöket har dels rapporterats i en FOI rapport (Oskarsson, Svensson & Allberg, 2013) och dels som ett konferensbidrag på ECCE 2014 (Oskarsson, Johansson & Svensson, 2014).

4.5 Spatial lägesuppfattning med GPS-stöd inom plutons ram

Syftet med detta försök var att undersöka hur förmågan att på plutonsnivå hålla reda på hur plutonschefens, gruppchefens och viktiga fasta positioner i terrängen under förflyttning påverkas av tillgång till ett bärbart Blue Force Tracking system. Studien var planerad att genomföras på två nivåer i befälshierarkin: 1) Plutonschefens förmåga att hålla reda på gruppchefernas positioner. 2) Gruppchefernas förmåga att hålla reda på de andra gruppchefernas och plutonschefens positioner och 3.) att på båda nivåerna förmågan att hålla reda på relevanta positioner i terrängen. Tyvärr föll uppgiften att hålla reda på plutonschefens position bort pga. tekniska problem. I studien kunde alltså bara gruppchefernas positioner och fasta positioner studeras.

Följande hypoteser formulerades:

- a) Tillgång till kontinuerlig displayinformation om gruppchefernas positioner ökar gruppchefernas förmåga att hålla reda på riktning och avstånd till varandra i terrängen.
- b) Tillgång till kontinuerlig displayinformation om relevanta positioner i terrängen förbättrar gruppchefernas förmåga att hålla reda på riktning och avstånd till dessa positioner.

4.5.1 Metod

9 officerare deltog i försöket. Deras medelålder var 24,6 år (22 - 28 år) och deras tid i militär tjänst var i genomsnitt 4,8 år (3 - 8 år). Under försöket agerade gruppchefer och ställföreträdande gruppchefer i sina normala roller medan den ställföreträdande plutonschefen agerade som plutonschef. Dessutom deltog ett antal soldater som medlemmar i respektive grupp (ca 6 i varje grupp) i den del av försöket som genomfördes under dagtid. Plutonen genomförde inte någon annan uppgift under försöket, vilket innebär att försöksledarna i princip kunde styra hur plutonen skulle nyttjas under försöket.

Vid invisningarna använde deltagarna sina egna syftkompasser på vilken riktning visas i mils. De GPS:er som användes var Garmin Astro 320 GPS med Friluftskartan Pro. De användes tillsammans med en sändare, Garmin DC50, vilket är ett hundhalsband avsett för att spåra jakthundar (Figur 14). Detta innebär att samtliga deltagare kunde se varandras positioner på GPS:ens karta.



Figur 14. Till vänster Garmin Astro 320 GPS och till höger sändaren Garmin DC50.

Den antenn som användes ger en maximal räckvidd på cirka 14 km. Räckvidden begränsas dock av terräng- och väderförhållanden. Under försöket var räckvidden sällan högre än ca 2 km. Maximalt kan positioner från 10 stycken Garmin DC50 sändare samtidigt visas på GPS:ernas displayer. Batteritiden för GPS:en är ungefär 20 timmar. Sändarens batteritid är beroende på hur ofta positionsinformation sänds (valbara intervall: 5, 10, 30, 120 sekunder). Under detta försök sändes positionsinformation med 10 sekunders intervall.

Samtliga aktiva deltagare (plutonschefen, gruppcheferna och ställföreträdande gruppchefer) utrustades med GPS och sändare som monterades på deras stridsväst (se Figur 15).



Figur 15 Soldat utrustad med GPS-sändare och mottagare. Mottagaren är placerade i en bärficka på soldatens stridsväst, sändaren är monterad på soldatens axel.

När sändarna var påslagna kunde samtliga deltagare se varandras positioner på GPS:ens display och spåren av varandras rörelse i terrängen. Ytterligare en GPS användes för att länka kartbilden till Garmins programvara BaseCamp, vilken kördes på en bärbar dator. Detta gjorde att övningsledarna under försöket kunde se hur deltagarna rörde sig i terrängen. I mörker använde deltagarna en hjälmmonterad militär bildförstärkare med okularet placerat framför ena ögat (Mono T). Plutonens uppgift var att genomföra förflyttning i terrängen med grupperna uppdelade och på order stanna och estimerariktning och avstånd till varandra och till tre UPK (utgångspunkt på karta) positioner i terrängen. I försöket fanns tre tekniska betingelser: 1) Fullt GPS stöd – användning av GPS under navigering och vid invisningstillfället, 2) Begränsat GPS stöd – användning av GPS under navigering men ej vid invisning och 3) Inget GPS stöd – både navigering och invisning utan GPS, dvs. traditionell metod med karta och kompass. Dessutom genomfördes samtliga betingelser både under dagtid och i mörker.

Försöket var designat för tre invisningstillfällen för respektive tekniska betingelse i ljus respektive mörker. Invisningarna tog dock längre tid än beräknat att genomföra, vilket medförde att designen fick modifieras under försöket. För betingelse 1) Fullt GPS stöd genomfördes 3 invisningar i dagsljus och 2 i mörker. För betingelse 2) Begränsat GPS stöd genomfördes 2 invisningar i dagsljus och 2 invisningar i mörker. För betingelse 3) Inget GPS stöd genomfördes 1 invisning i dagsljus och 2 invisningar i mörker. Dessutom var det skymning när invisningen i dagsljus med betingelse 3 Inget GPS stöd genomfördes. Detta i kombination med att endast en invisning i dagsljus för denna betingelse genomfördes, medför att jämförelsen mellan dagsljus och mörker för betingelse 3) är mer osäker.

Försöket genomfördes på ett övningsfält i anslutning till Amfibieregementet i Berga i terräng med relativt tät skog, vilket innebar att grupperna redan vid korta avstånd var utom synhåll från varandra.

För att plutonen skulle få möjlighet att anpassa sitt agerande till respektive teknisk betingelse var det inte möjligt att balansera försöket genom att skifta teknisk betingelse vid flera tillfällen. Försöket genomfördes därför både i dagsljus och i mörker med följande ordning mellan tekniska betingelser: 1) Fullt GPS stöd, 2) Begränsat GPS stöd och 3)

Inget GPS stöd. Anledning till valet av denna ordning var att i så stor grad som möjligt begränsa träningseffekter vid obalanserad design, genom att betingelse 1) Fullt GPS stöd bedömdes som lättast, betingelse 2) Begränsat GPS stöd som näst lättast och betingelse 3) Inget GPS stöd som svårast.

Övergripande procedur och design var att deltagarna först besvarade en bakgrundsenkät och gjorde tre spatiala test (se Avsnitt 3.2). Sedan fick deltagarna information om försöket och instruktioner och träning på att använda GPS:erna. Därefter fick de genomföra en provinvisning med GPS och egen syftkompass (se Figur 16).



Figur 16 Soldat genomför invisning med syftkompass och GPS.

Sedan följde försöket. Först med genomförande i två block, i dagsljus respektive mörker, där displayerna testades i ovan beskriven ordning. Efter varje block besvarade deltagarna en enkät. Efter hela försöket genomfördes en fokusgruppsintervjuer med deltagarna där de delades upp i två grupper. Två forskare deltog i respektive grupp där den ena modererade diskussionen och en förde anteckningar.

Proceduren för deltagarna under invisningsmomenten var sådan att när deltagaren genomförde invisningar med betingelse 1) fullt GPS stöd så fick de hålla GPS:en i handen. För att bedöma riktning till respektive symbol kunde de vrida GPS:en så att egensymbolen på GPS:ens karta pekade mot symbolens riktning, vilket var fallet när GPS:ens karta hade roterats så att symbolens position hamnade rakt ovanför egensymbolen. För att ange vilken riktning de hade invisat använde de kompassen (se Figur 16). Estimerad riktning i mils och avstånd i meter till respektive symbol antecknade deltagarna i en tabell i ett anteckningsblock som försöksledarna delade ut. I anteckningsblocket fanns dessutom tre skattningsfrågor på skalan 1-7 som skulle besvaras vid varje invisningstillfälle, om mental arbetsbelastning, uppgiftens svårighetsgrad och hur säkra de var på sin invisning. Samma procedur användes för betingelse 2) begränsat GPS stöd och betingelse 3) inget GPS stöd, men med skillnaden att deltagarna inte fick använda GPS:en vid själva invisningsmomentet, utan endast papperskarta och kompass.

Proceduren för att bestämma invisningstillfällena var sådan att övningsledarna använde kartbilden på BaseCamp för att bedöma när grupperna var tillräckligt separerade i terrängen, så att de inte hade varandra inom synhåll. Som en riktlinje användes kriteriet att grupperna skulle ha förflyttat sig under minst 5 minuter i terrängen sedan föregående invisningstillfälle innan ett nytt invisningstillfälle skulle beordras. När en invisning skulle utföras bad övningsledarna plutonschefen att via radio beordra grupperna att göra halt och genomföra invisningarna, samt att tala om med vilken metod invisningarna skulle göras.

När grupperna var klara med invisningarna rapporterade de detta via radio till plutonschefen. När den sista gruppen rapporterat att de var klara beordrade plutonschefen dem att fortsätta att gå mot den position i terrängen som han tidigare hade bestämt. Plutonschefen talade också om vilken förutsättning som gällde under förflyttningen, för att deltagarna skulle få information om de fick använda GPS:en eller inte under förflyttningen och vid nästa invisningstillfälle.

De prestationsmått som användes var avvikelse från korrekt vinkel i grader (omräknades från mils) och avstånd i meter för deltagarnas invisningar mot de fyra gruppcheferna de tre fasta positionerna i terrängen. De skattningsfrågor som analyserades redovisas i samband med resultaten nedan.

4.5.2 Resultat

Analys har gjorts med variansanalys för upprepad mätning. Vilken design som används beskrivs separat för respektive analys. För att öka textens läsbarhet redovisas signifikanta resultat från statistiska analyser separat i Appendix.

Det var en deltagare som inte utförde skattningarna direkt efter invisning av mental arbetsbelastning, svårigheten och säkerheten på invisningarna. Analys av dessa skattningar har därför gjorts för 7 deltagare. Samtliga övriga analyser är gjorda för samtliga 8 deltagare.

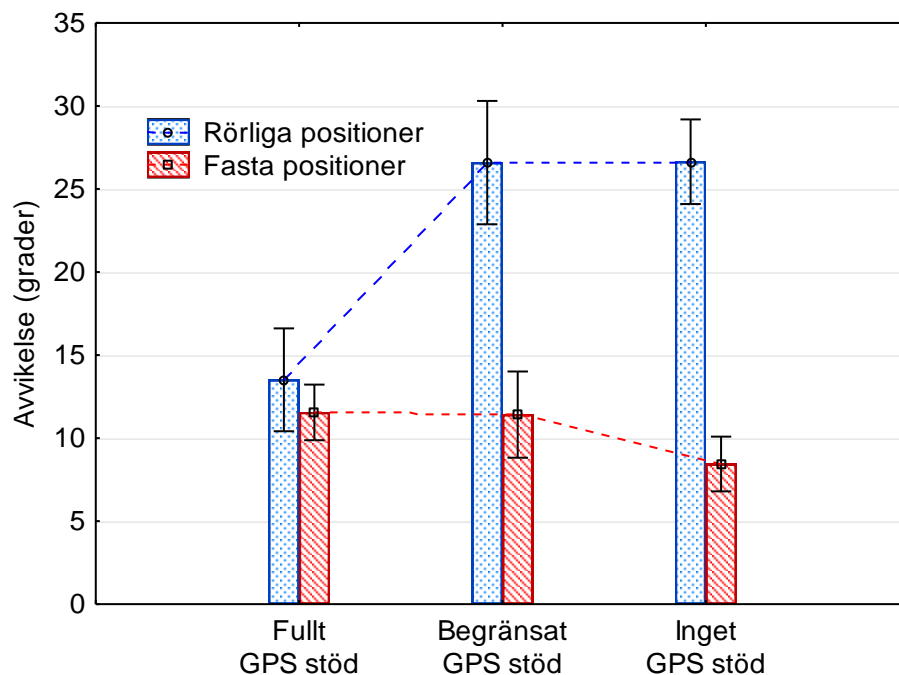
Trots att de prestationsmått som analyserades för respektive deltagare utgjordes av medelvärdet av tre invisningar vid en till tre invisningstillfällen (för antal invisningstillfällen se balansering) så var det några deltagare som hoppade över invisningar för vissa betingelser. Sammanlagt saknades 7 av 96 prestationsmått för avvikelse från korrekt riktning respektive korrekt avstånd (8 deltagare \times 3 tekniska betingelser \times 2 typer av positioner \times 2 ljusförhållanden = 96). För att analys med upprepad mätning skulle kunna göras ersattes saknade värden med gruppens medelvärde för respektive betingelse.

När statistiska analyser görs på endast 8 deltagare krävs relativt stora medelvärdesskillnader för att resultaten ska bli statistiskt signifikanta. Därför redovisas även tendenser till skillnader ($0,05 \leq p < 0,10$) för prestationsmått.

4.5.2.1 Prestationsmått

Avvikelse från korrekt riktning analyserades med tvåvägs variansanalys för upprepad mätning: 3 tekniska förutsättningar (fullt GPS stöd, begränsat GPS stöd, inget GPS stöd) \times 2 typer av positioner (rörliga positioner, fasta positioner) \times 2 ljusförhållanden (dagsljus, mörker)ⁱ.

Avvikelse vid invisning av rörliga positioner var signifikant lägre med fullt GPS stöd både jämfört med begränsat GPS stöd ($p = 0,034$) och inget GPS stöd ($p = 0,022$), men det var inte någon signifikant skillnad mellan de tre tekniska förutsättningarna vid invisning av fasta positioner. Det var också större avvikelser vid invisning av rörliga jämfört med fasta positioner både för begränsat GPS stöd ($p = 0,027$) och för inget GPS stöd ($p < 0,001$), men ingen signifikant skillnad för fullt GPS stöd (Figur 17).



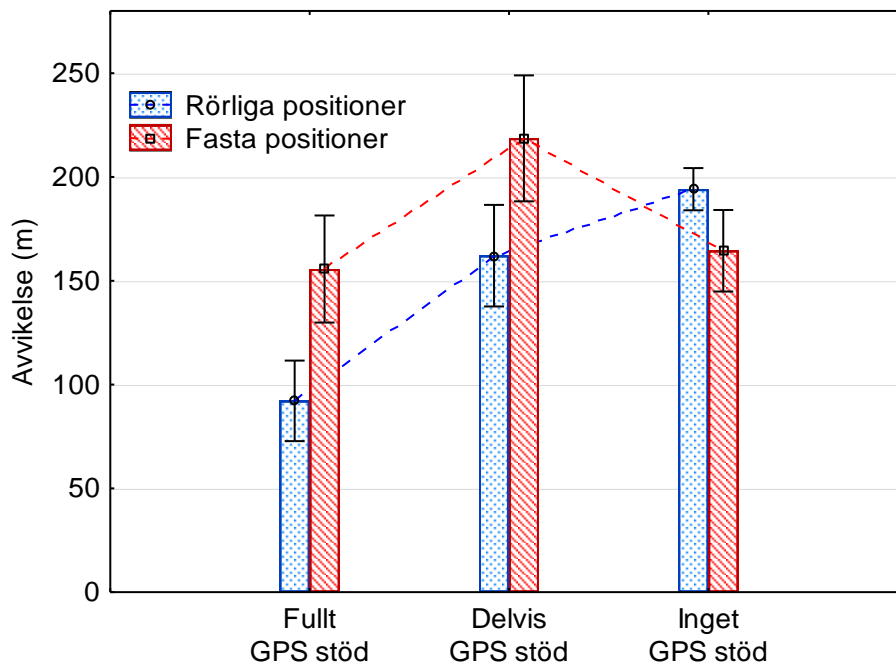
Figur 17. Deltagarnas genomsnittliga avvikelser från korrekt riktning till de två typerna av positioner för respektive teknisk betingelse.

Avvikelsen på de invisningar som gjordes i dagsljus (medel = 14,7 grader; standardfel = 1,1 grader) var också signifikant mindre än för de som gjordes i mörker (medel = 18,0 grader, standardfel = 1,5 grader).

Avvikelse från korrekt avstånd analyserades med tvåvägs variansanalys för upprepad mätning: 3 tekniska förutsättningar (fullt GPS stöd, begränsat GPS stöd, inget GPS stöd) \times 2 typer av positioner (rörliga positioner, fasta positioner) \times 2 ljusförhållanden (dagsljus, mörker)ⁱⁱ.

Avvikelse från korrekt avstånd var signifikant större för invisningar som gjordes i mörker (medel = 135,8 m; standardfel = 7,8 m) jämfört med de som gjordes i dagsljus (medel = 193,2 m; standardfel = 22,3 m).

Det fanns endast tendens till interaktionseffekten mellan teknisk förutsättning och typ av position ($p = 0,058$). Post hoc test visade att det med fullt GPS stöd var signifikant lägre avvikelse från korrekt avstånd mot rörliga jämfört med fasta positioner ($p = 0,012$), medan det inte var någon signifikant skillnad mellan typ av position vid förutsättningarna med begränsat och inget GPS stöd. Vid invisning av rörliga positioner var avvikelsen från korrekt avstånd med fullt GPS stöd signifikant lägre med inget GPS stöd ($p = 0,002$) och tendens till mindre jämfört med delvis GPS stöd ($p = 0,060$). Vid invisning av fasta positioner var det inte någon signifikant skillnad mellan de tekniska förutsättningarna (Figur 18). Det bör dock påpekas att eftersom det endast fanns tendens till interaktionseffekten mellan teknisk förutsättning och typ av position så finns bör resultaten från post hoc testet tolkas med försiktighet.



Figur 18. Deltagarnas genomsnittliga avvikelser från korrekt avstånd till de två typerna av positioner för respektive teknisk betingelse.

4.5.2.2 Spatiala test

Deltagarnas resultat på de spatiala testen redovisas i **Fel! Hittar inte referenskölla.** Observera på PTSOT (Perspective Taking/Spatial Orientation Test) innebär ett lågt värde hög spatial förmåga, medan på pappersvikningstestet och SBSOD innebär ett högt värde hög spatial förmåga (se Avsnitt 3.2).

Tabell 1. Deltagarnas medelvärde, standardavvikelse, minsta värde och maximalt värde på de tre spatiala testen.

Test	Medel	Stdav	Min	Max
PTSOT	19,7	16,0	7,6	52,9
Pappersvikning	0,63	0,12	0,45	0,75
SBSOD	4,7	0,46	4,3	5,3

Två av deltagarna hade mycket bra resultat på PTSOT (7,6 respektive 8,6) och två deltagare ett mindre bra resultat (52,9 respektive 35,4). För att undersöka om resultatet för dessa deltagare skilde sig åt på invisningsuppgiften gjordes en deskriptiv analys av deras resultat. Utfallet av analyserna blev dock motsägelsefulla och osäkra på grund av det låga deltagantalet. Personliga egenskaper och slumpvisa felaktigheter på invisningar får stor betydelse med bara åtta deltagare. Vi har därför valt att inte redovisa resultaten mer än i tabellen ovan.

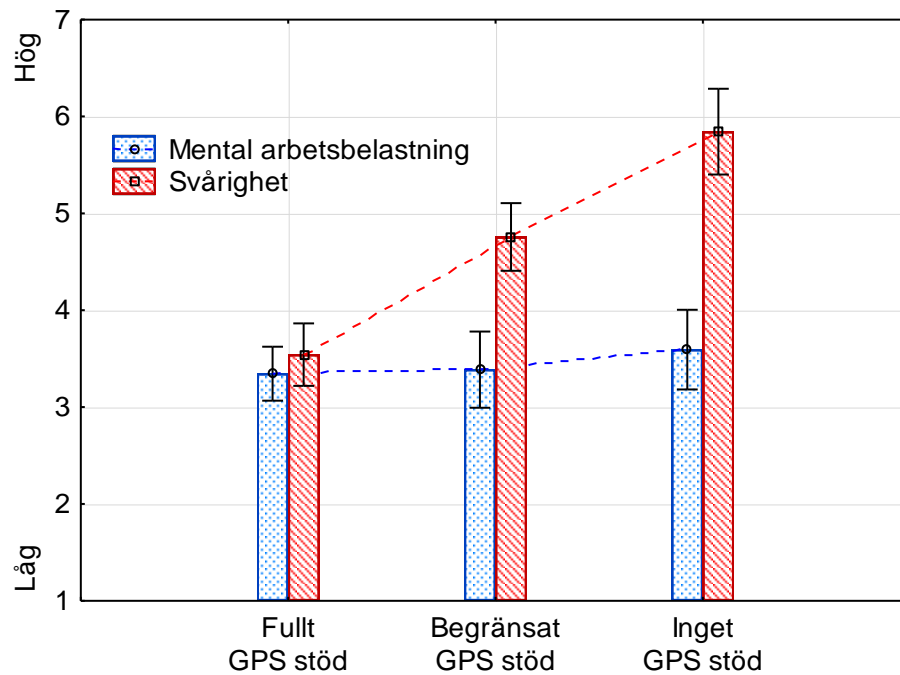
4.5.2.3 Subjektiva skattningar

Mental arbetsbelastning och svårighet

Deltagarna skattade vid varje invisningstillfälle sin mentala arbetsbelastning och invisningsuppgiftens svårighet (1= Låg – 7 = Hög). Skattningarna analyserades med trevägs variansanalys för upprepad mätning: 2 frågor (mental arbetsbelastning, svårighet)

× 3 tekniska förutsättningar (fullt GPS stöd, begränsat GPS stöd, inget GPS stöd) × 2 ljusförhållanden (dagsljus, mörker)ⁱⁱⁱ.

Svårigheten skattades som signifikant högre än den mentala arbetsbelastningen både vid begränsat ($p = 0,008$) och vid inget GPS stöd ($p < 0,001$), medan det inte var någon signifikant skillnad vid fullt GPS stöd. Svårigheten skattades också som signifikant lägre vid fullt GPS stöd både jämfört med begränsat ($p = 0,017$) och inget GPS stöd ($p = 0,005$); medan skattningarna av mental arbetsbelastning inte skiljde sig signifikant mellan de tre tekniska förutsättningarna (Figur 19).

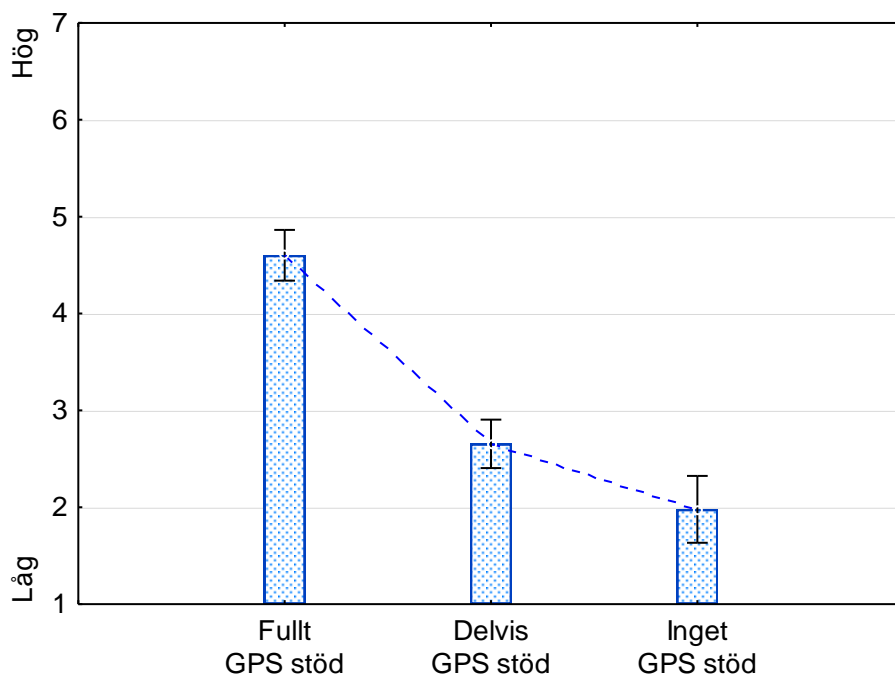


Figur 19. Deltagarnas skattningar vid varje invisningstillfälle av hur mentalt belastande och svårt de ansåg det vara att göra invisningen.

Upplevd säkerhet på gjorda invisningar

Deltagarna skattade vid varje invisningstillfälle hur säkra de kände sig på sin bedömning av riktning och avstånd (1= Låg – 7 = Hög). Skattningarna analyserades med tvåvägs variansanalys för upprepad mätning: 3 tekniska förutsättningar (fullt GPS stöd, begränsat GPS stöd, inget GPS stöd) × 2 ljusförhållanden (dagsljus, mörker)^{iv}.

Säkerheten på invisningarna skattades signifikant högre vid fullt GPS stöd både jämfört med delvis GPS stöd ($p = 0,003$) och inget GPS stöd ($p = 0,001$). Dessutom skattades säkerheten vid delvis GPS stöd signifikant högre än vid inget GPS stöd ($p = 0,043$) (Figur 20).



Figur 20. Deltagarnas skattningar vid varje invisningstillfälle av hur säkra de var på sina bedömningar av riktning och avstånd.

Mental arbetsbelastning under förflyttning

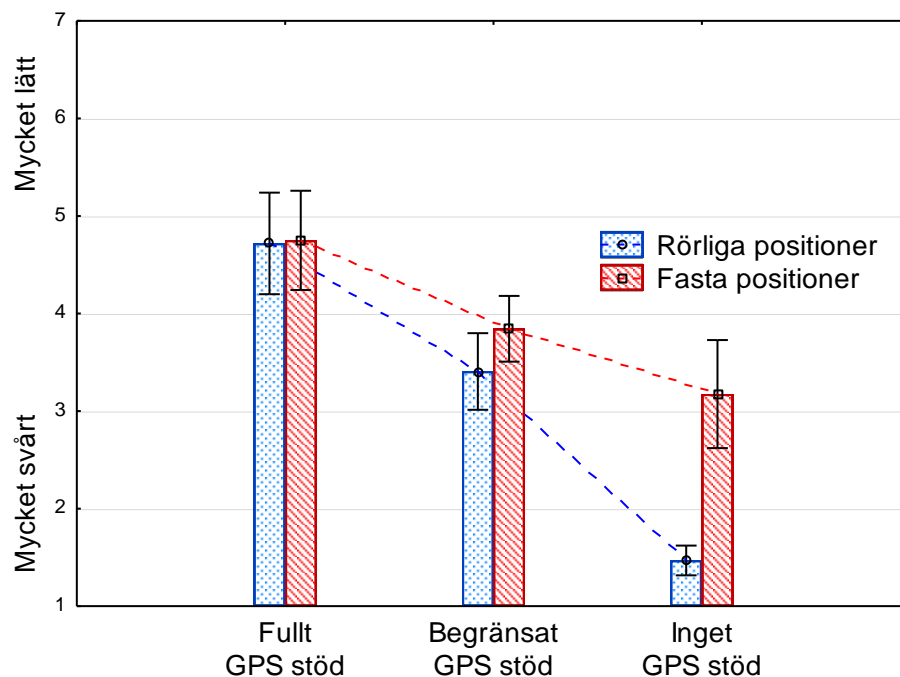
Deltagarna skattade sin mentala arbetsbelastning när de rörde sig i terrängen (1 = Mycket låg – 7 = Mycket hög) när de rörde sig i terrängen för var och en av de tre tekniska förutsättningarna i dagsljus respektive i mörker. Skattningarna analyserades med tvåvägs variansanalys med upprepad mätning: 3 tekniska förutsättningar (fullt GPS stöd, begränsat GPS stöd, inget GPS stöd) \times 2 ljusförhållanden (dagsljus, mörker).

Det var inte några signifikanta skillnader mellan skattningarna när de använde de tre olika tekniska förutsättningar eller när de navigerade i ljus eller i mörker. Skattningarna visade att deras mentala belastning när de rörde sig i terrängen upplevdes som relativt låg (medel = 3,1; genomsnittligt standardfel för respektive teknisk förutsättning = 0,3)

Hålla koll på positioner under navigering

Deltagarna skattade hur de upplevde att det var att hålla koll på riktning och avstånd till rörliga positioner samt till fasta positioner under tiden som de rörde sig i terrängen (1 = Mycket svårt – 7 = Mycket lätt), för var och en av de tre tekniska betingelserna i ljus respektive i mörker. Skattningarna analyserades med fyrvägs variansanalys för upprepad mätning: 2 uppgifter (bedöma riktning, bedöma avstånd) \times 3 tekniska förutsättningar (fullt GPS stöd, begränsat GPS stöd, inget GPS stöd) \times 2 typer av positioner (rörliga, fasta) \times 2 ljusförhållanden (dagsljus, mörker)^v.

Det skattades som signifikant svårare att hålla koll på rörliga jämfört med fasta positioner både vid förutsättningarna med inget GPS stöd ($p = 0,010$) och vid begränsat GPS stöd ($p = 0,021$), men det var inte var någon skillnad vid fullt GPS stöd. Det skattades också som signifikant svårare att hålla koll på rörliga positioner vid förutsättningen med inget GPS stöd både jämfört med begränsat GPS stöd och fullt GPS stöd (båda $p = 0,001$), medan det inte var någon signifikant skillnad de tre tekniska förutsättningarna när det gällde att hålla koll på fasta positioner (Figur 21).



Figur 21. Medelvärden från deltagarnas skattningar i dagsljus och mörker av hur svårt/lätt det var att hålla koll på riktning och avstånd till rörliga och fasta positioner under navigering med var och en av de tre tekniska förutsättningarna

Det skattades också som signifikant svårare att hålla koll på avstånd (medel = 3,3) än riktning (medel 3,8) till positionerna ($p = 0,049$).

Vikten av att ha koll på positionerna

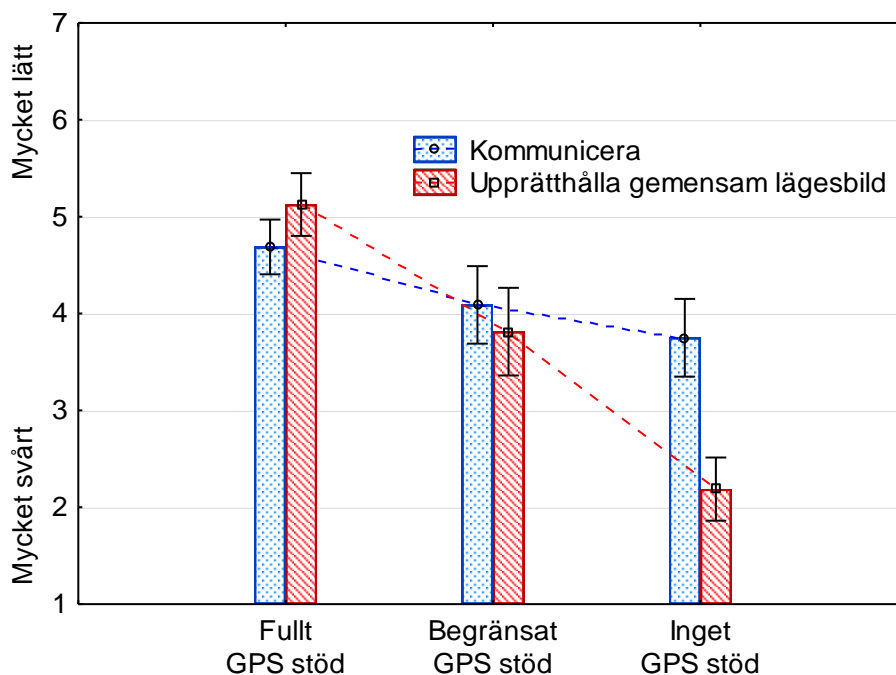
Deltagarna skattade hur viktigt de anser att det är att ha koll på Plutonschefens, Gruppchefernas och UPK:ernas positioner i terrängen under dagtid respektive mörker. Skattningarna analyserades med 2-vägs variansanalys för upprepad mätning: 3 positioner (Plutonschef, Gruppchef, UPK) \times 2 ljusförhållanden (dagsljus, mörker).

Det fanns inte några signifikanta skillnader mellan positioner eller ljusförhållanden. Skattningarna var mycket höga, vilket visar att deltagarna ansåg att är synnerligen viktigt att hålla reda på samtliga positioner i både ljus och mörker (medel = 6,3; genomsnittlig standardfel för respektive typ av position = 0,3).

Samverkan inom plutonen

Deltagarna skattade två moment avseende samverkan inom plutonen under tiden som de rörde sig i terrängen med var och en av de tre tekniska förutsättningarna i ljus respektive i mörker: 1) Hur det var att kommunicera inom plutonen och 2) Hur det var att upprätthålla en gemensam lägesbild inom plutonen (1 = Mycket svårt – 7 = Mycket lätt). Skattningarna analyserades med tvåvägs variansanalys för upprepad mätning: 2 aspekter av samverkan (kommunicera, upprätthålla gemensam lägesbild) \times 3 tekniska förutsättningar (fullt GPS stöd, begränsat GPS stöd, inget GPS stöd) \times 2 ljusförhållanden (dagsljus, mörker)^{vi}.

Deltagarna skattade att det var signifikant lättare att upprätthålla en gemensam lägesbild inom plutonen vid fullt GPS stöd både jämfört med begränsat GPS stöd ($p = 0,035$) och med inget GPS stöd ($p < 0,001$), samt signifikant lättare med begränsat GPS stöd jämfört med inget GPS stöd ($p = 0,031$). Att kommunicera inom plutonen skattades dock endast som signifikant lättare med fullt GPS stöd jämfört med inget GPS stöd ($p = 0,043$). Vid förutsättningen utan GPS stöd skattades det dessutom som signifikant lättare att kommunicera inom plutonen jämfört med att upprätthålla en gemensam lägesbild inom plutonen ($p = 0,031$) (Figur 22).



Figur 22. Medelvärden av deltagarnas skattningar i dagsljus och mörker hur det var att samverka inom plutonen för var och en av de tre tekniska förutsättningarna.

Använda GPS generellt

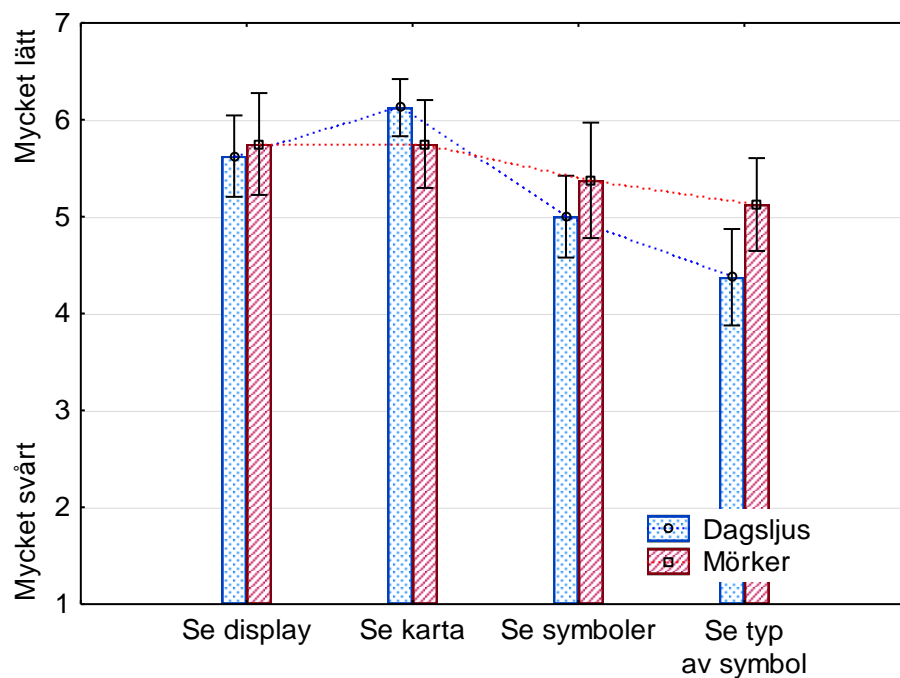
Deltagarna skattade hur det var att använda GPS:en generellt i dagsljus respektive i mörker (1 = Mycket svårt – 7 = Mycket lätt). Skattningarna analyserades med envägs ANOVA med 2 upprepade mätningar (dagsljus, mörker).

Skattningarna visade att deltagarna upplevde det som mycket enkelt att använda GPS:en (medel = 5,9; genomsnittlig standardfel för respektive ljusförhållande = 0,4) och det var inte någon skillnad mellan användning i dagsljus och mörker.

Att se informationen på GPS:en

Deltagarna besvarade fyra frågor om hur det var att se informationen på GPS:en: 1) Att se informationen på displayen med avseende på kontrast och ljusstyrka, 2) Att se kartan, 3) Att se symbolerna på kartan, och 4) Att se vilken typ av symbol det var (plutonschef, gruppchef eller UPK) (1 = Mycket lätt – 7 = Mycket svårt). Dessa frågor ställdes både om användning av GPS:en i dagsljus och i mörker. Skattningarna analyserades med tvåvägs ANOVA för upprepade mätningar: 4 frågor \times 2 ljusförhållanden (dagsljus, mörker)^{vii}.

Det fanns endast tendens till interaktionseffekt mellan fråga och ljusförhållanden ($p = 0,066$), vilket medför att det finns viss osäkerhet i följande skillnader. Det skattades signifikant lättare att se vilken typ av symbol det var i mörker jämfört med dagsljus ($p = 0,020$), samt tendens till att det skattades som lättare att se kartan i dagsljus ($6,2 \pm 0,3$) än i mörker ($p = 0,080$). Det var däremot inte någon signifikant skillnad mellan skattningarna för att se displayen och symbolerna mellan dagsljus och mörker. I dagsljus skattades det som signifikant lättare att se kartan både jämfört med att se symbolerna ($p = 0,010$) och vilken typ av symboler det var ($p = 0,001$, samt tendens för högre skattningar för att se informationen på displayen jämfört med att se vilken typ av symbol det var ($p = 0,065$). Det var inte någon signifikant skillnad mellan de fyra frågorna för skattningarna i mörker (Figur 23).



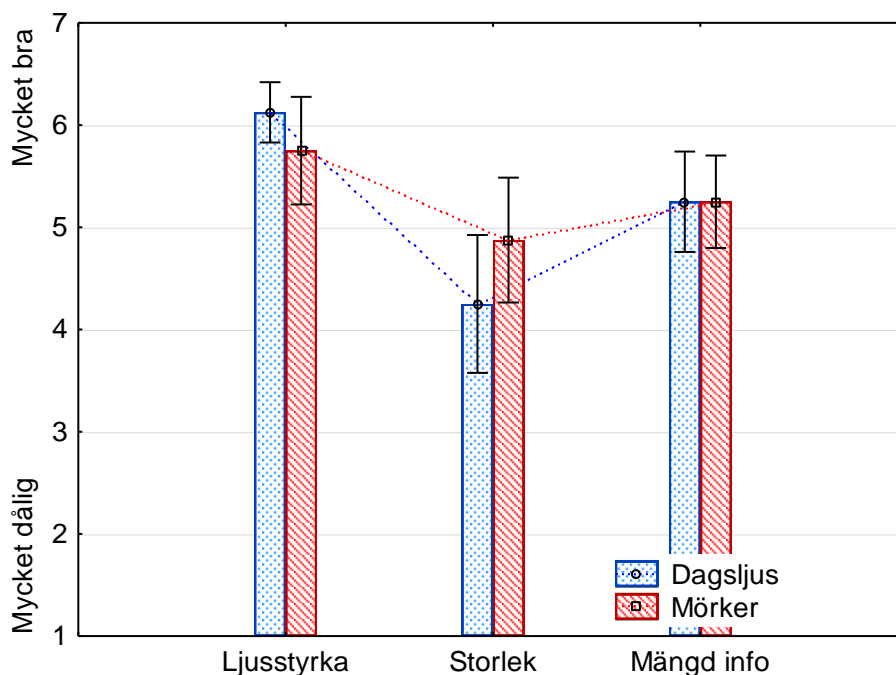
Figur 23. Deltagarnas skattningar av hur svårt/lätt det var att se informationen på GPS:ens display, kartan på displayen, symbolerna på kartan och vilken typ av symbol det var i dagsljus respektive mörker.

Huvudeffekten av fråga var dock signifikant ($p < 0,001$) vilket innebär att följande skillnader är statistiskt säkerställda (medelvärden för dagsljus och mörker). Det skattades som signifikant lättare att se kartan ($5,9 \pm 0,4$) både jämfört med att se symboler på kartan ($5,2 \pm 0,5$) ($p = 0,012$) och att se vilken typ av symbol det var ($4,8 \pm 0,5$) ($p < 0,001$), samt att det skattades signifikant lättare att se informationen på displayen ($5,7 \pm 0,5$) jämfört med att se vilken typ av symbol det var ($p = 0,002$).

Ljusstyrka, storlek och mängd information

Deltagarna skattade hur de upplevde 1) displayens ljusstyrka, 2) displayens storlek, och 3) mängden information på displayens karta (1 = Mycket dåligt – 7 = Mycket bra). Skattningarna analyserades med tvåvägs variansanalys för upprepad mätning, 3 frågor \times 2 ljusförhållanden (dagsljus, mörker)^{viii}.

Vid användning i dagsljus skattade deltagarna att de var signifikant mindre nöjda med displayens storlek än dess ljusstyrka ($p = 0,043$) samt stark tendens till att de var mindre nöjda med displayens storlek än mängden information som visades på kartan ($p = 0,054$). Inga övriga skillnader var signifikanta (Figur 24).



Figur 24. Deltagarnas skattningar av hur de upplevde GPS:ens ljusstyrka, storlek och den mängd information som visades på kartan i dagsljus respektive mörker.

För att undersöka vad deltagarna eventuellt var mer eller mindre nöjda med fick de också för ljusstyrka ange om de ansåg att den var: för svag, lagom, eller för stark och för GPS:ens storlek och mängden information på kartan om de den var för liten, lagom eller för stor (se Tabell 2).

Tabell 2. Fördelning av deltagarnas svar på de tre alternativen för displayens ljusstyrka, storlek och mängden information som visades, vid användning i dagsljus respektive i mörker.

	För svag / För liten		Lagom		För stark / För stor	
	Dagsljus	Mörker	Dagsljus	Mörker	Dagsljus	Mörker
Ljusstyrka	2	1	6	6	-	1
Storlek	4	4	3	3	1	1
Mängd info	1	1	6	6	1	1

Dvs. när det gäller Ljusstyrkan och mängden information som visades så tyckte flertalet deltagare att den var lagom. När det gäller displayens storlek var det dock fler som angav att den var för liten än att den var lagom. Det var dock en deltagare som angav att den var för stor.

Tilltro till visade positioner

Deltagarna tillfrågades om sin tilltro till GPS:en med avseende på de positioner som visades på dess display (1 = Mycket låg – 7 = Mycket hög), både avseende användning i dagsljus och i mörker. Skattningarna analyserades med envägs variansanalys med upprepade mätning för 2 ljusförhållanden (dagsljus, mörker).

Det var inte någon signifikant skillnad mellan hur de skattade tilltron till de positioner som visades på GPS:ens display vid användning i dagsljus och i mörker. Skattningarna visade att de kände stor tilltro till de positioner som visades (medelvärde = 6,0; genomsnittligt standardfel för respektive ljusförhållande = 0,4).

Översätta till en position i terrängen

Deltagarna skattade hur det var att översätta symbolernas positioner på GPS:en till positioner i terrängen (1 = Mycket svårt – 7 = Mycket lätt). Skattningarna analyserades med envägs variansanalys med upprepad mätning för 2 ljusförhållanden (dagsljus, mörker).

Det var inte någon signifikant skillnad mellan skattningarna för dagsljus och mörker. Skattningarna visade att deltagarna ansåg att det var enkelt att översätta symbolernas positioner på GPS:en till positioner i terrängen (medel = 5,1; genomsnittligt standardfel för respektive ljusförhållande = 0,5).

Använda kompassen

Deltagarna skattade hur det var att använda kompassen för att läsa av den riktning som de riktat in GPS:en emot (1 = Mycket svårt – 7 = Mycket lätt). Skattningarna analyserades med envägs variansanalys med upprepad mätning för 2 ljusförhållanden (dagsljus, mörker).

Det var inte någon signifikant skillnad mellan skattningarna avseende användning av kompassen i dagsljus och i mörker. Skattningarna visade att deltagarna upplevde det som enkelt att använda kompassen för att läsa av riktningarna (medelvärde = 5,1; genomsnittligt standardfel för respektive ljusförhållande = 0,4).

Använda bildförstärkaren

Deltagarna skattade hur det var att använda bildförstärkare för att titta på GPS:en och att se terrängen genom bildförstärkaren (se Figur 25). Skattningarna analyserades med envägs variansanalys med 2 upprepade mätningar (se GPS:en, se terrängen).



Figur 25. Soldat använder GPS i mörker.

Det var inte någon signifikant skillnad mellan hur deltagarna skattade hur det var att se GPS:en och terrängen med bildförstärkaren. Skattningarna låg över medel på skalan (medel = 4,5; genomsnittlig standardfel för respektive fråga = 0,6). Det bör dock påpekas att det fanns variation i svaren. En deltagare skattade att det var mycket svårt att använda

bildförstärkaren för att titta på GPS:en (2:a) och tre att det var mycket lätt (6:or och 7:or). Det var också en deltagare som skattade att det var mycket svårt att se terrängen genom bildförstärkaren (2:a) och två som skattade att det var mycket lätt (6:a och 7:a).

Träning

Deltagarna skattade huruvida de fått tillräckligt träning på att använda GPS:en, göra invisningsuppgifterna och om de fått tillräckligt med information om hur de skulle göra invisningsuppgifterna (1 = Inte alls – 7 = Ja tillräckligt). Skattningarna analyserades med tvåvägs variansanalys för upprepade mätning: 3 frågor (träning GPS, göra invisningar, information invisningar) \times 2 ljusförhållanden (dagsljus, mörker).

Det fanns inte någon skillnad mellan de tre frågorna vare sig avseende dagsljus eller i mörker. Skattningarna var höga, vilket innebär att deltagarna ansåg att de hade fått tillräckligt med träning och information om hur de skulle utföra uppgifterna både i dagsljus och i mörker (medel = 5,2; genomsnittligt standardfel för respektive fråga = 0,5).

4.5.2.4 Fokusgrupper

Efter försöket genomfördes fokusgruppintervjuer med deltagarna i försöket. Deltagarna delades upp i två grupper. I varje grupp modererade en forskare diskussionen och en forskare förde anteckningar. Dessutom dokumenterades fokusgruppdiskussionerna genom ljudupptagning. Övergripande diskuterades utformning och funktionalitet hos den GPS som användes och hur ett framtida system bör utformas och användas.

Fysisk utformning

Deltagarna uppfattade överlag att storleken och vikten på den GPS som användes var bra och att den var smidig att bära och enkel att stoppa ner i fickorna. Det var dock vissa deltagare som tyckte att de behövde zooma in och ut för mycket och därmed skulle ha föredragit en plattare enhet med större skärm. Den antenn som användes uppfattades överlag som för lång.

Deltagarna föredrog att knappar används och inte pekskärm. De trodde att den knapputformning som användes på GPS:erna i försöket även skulle fungera i kallt väder då man använder handskar. Om inte annat så är detta inget problem så länge man bara tittar på displayen och inte trycker på knapparna.

Kablage upplevs inte som ett stort problem förutsatt att det inte går ut på armen, utan sitter ihop som ett kit på kroppen. Ett sladdfritt system ansågs dock vara att föredra. När det gäller placering så föreslogs på bröstet eller om systemet är trådlöst på armen, och i så fall om det är litet och lätt som en smartklocka. Om möjligt bör placering vara valbar.

Kartans och layoutens utformning

Deltagarna tyckte inte om den layout som användes. Ska många positioner visas samtidigt så krävs en större display. Ett problem var att en UPK-symbol lade sig över gruppchefsymbolen när de befann sig på samma position i terrängen, vilket gjorde det nödvändigt att gå in på UPK-symbolen och zooma in.

Deltagarna påpekade att layouten var utformad för att man ska kunna se vad man har framför sig. Detta gjorde att man behövde vända sig om man ville se vad man har bakom sig. Det hade det därför varit bra med en funktion för placering av egensymbolen i displayens centrum.

Det diskuterades om kartan bör ha orientering åt norr eller dynamisk riktning (användarens riktning). En deltagare ansåg att det bör vara valbar orientering. Han påpekade t.ex. att hans vana från sjökartor gjorde att han kände sig mer bekväm med en norrororienterad karta.

Deltagarna tillfrågades om synpunkter på en display som endast visade läge och avstånd med pilar, dvs. utan karta. Deltagarna menade dock att det är bra att ha tillgång till kartan. Gruppchefer vill gärna ha mer information än bara riktningen. Men de menade att det

möjligen kunde vara relevant att varje enskild soldat utrustades med en enklare display som endast visade riktning och avstånd till vissa objekt.

Vissa deltagare föreslog att kompassbäringen (i mils) skulle kunna synas direkt i skärmen, som på en syftkompass. Deltagarna ansåg att det var mycket enkelt att navigera i terrängen med hjälp av GPS:ens karta. Det påpekades också att det hade varit bra med en snabbare uppdatering av enhetens kompass.

Symbolikens utformning

Deltagarna tillfrågades om de positioner som visas bör vara utformade som en punkt eller som en symbol som efterliknar det objekt som symbolen representerar. De menade om det bara är tydligt om det är en gruppchef och inte en plutonschef som symboliseras så fungerar det bra med en punkt. Dvs. så länge man vet vad man tittar på så behöver inte speciella militära symboler användas.

Deltagarna menade att det är bra att kunna se sina färdspår. Detta är t.ex. bra vid minhot för att kunna se att här har någon har gått. De menade dock att det blir för rörigt om samtliga gruppers spår visas. Dvs. det bör finnas filtreringsfunktioner som gör det valbart vilka spår som ska visas och när.

Hur ett sådant system som simulerades skulle användas om det fanns på förbandet

Att använda en GPS för att orientera sig är enkelt – men utöver gruppen, behövs inte mer än att man ser sina sidogrupper. Dvs. man behöver inte se de enskilda soldaterna. Inom Amf (eller inom de grupper med de uppgifter inom Amf som var med i försöket) verkar gruppens medlemmar så tätt intill varandra att man alltid har koll på gruppen.

Avståndsbedömning till objekt och symboler på kartan angavs som en bra och användbar funktion (användes inte under försöket). En deltagare påpekade att en funktion med pekare till att ta ut riktning och avstånd är mycket vid uppgifter som kräver noggrant på några meter, t.ex. prickskytte.

Vilka som ska utrustas med GPS

Deltagarna ansåg att det räcker med en GPS per grupp. Det kan dock vara bra om även den ställföreträdande gruppchefen har en display. Det kan ge honom en bättre förståelse för situationen och därmed göra det lättare att kunna agera och göra ingripanden. När gruppchefen använder vanlig karta får den ställföreträdande gruppchefen ofta en passiv roll, motsvarande soldaternas, och därmed svårare att agera. Den ställföreträdande gruppchefen ska dock inte synas på displayen. Dels blir det för plottrigt och dessutom har inte Gruppchefen något behov av att se sin ställföreträdande gruppchef eftersom de i princip alltid befinner sig intill varandra.

Enskilda soldater bör dock inte ha en GPS. Dels har de ingen nytta av dem, eftersom deras uppgift är att följa gruppchefen. Dessutom skulle det inte fungera i strid eftersom de skulle titta för mycket på apparaten i stället för på annat och därmed förlora i omvärdsuppfattning och då inte observera relevanta hot etc. Deltagarna menade att vid strid så får det inte finnas så mycket annat som stör uppmärksamheten.

Användningsområden

Användningsområde som föreslogs var t.ex. för navigering, målutpekning och spaning. Användning för att ta ut skjutgränser diskuterades även. Deltagarna ansåg att det kan bli för svårt, men att plutonchefen å andra sidan helt enkelt bara skulle kunna dra ett streck på kartan så att gruppen får information om en skjutgräns när de ser strecket.

Deltagarna i den fokusgrupp som genomfördes efter mörkerförsöket på Kvarn (se Avsnitt 4.4.3) var tveksamma till användning av en GPS för att markera och informera om skjutgränser, eftersom de ansåg att en övertro på systemet skulle kunna medföra risker så tillfrågades även deltagarna i denna fokusgrupp om detta. De menade att detta inte skulle medföra några direkta risker. De menade att de har bra kompetens och erfarenhet av att

hantera osäkerheter hos system och att indikering av skjutgränser på en GPS, eller motsvarande system, därmed skulle vara ett bra stöd.

Det påpekades att en GPS kan vara ett bra stöd för plutonschefen för att kunna se var andra plutoner befinner sig. Detta skulle vara speciellt nyttigt när de strider kompanivis – men i så fall skulle plutonchefen även behöva se enskilda grupper i andra plutoner.

Användning i mörker

Avseende användning i mörker ansåg deltagarna att skärmen behöver vara mörkare eftersom den ljusstyrka som användes gjorde att man blev bländad. Att den lyste så för starkt innebär också risk för att bli röjd. En deltagare föreslog att det skulle kunna finnas en typ av ”flärp” som kan fällas ut när man vill titta på displayen dolt.

Att displayen har belysning medförde dock att deltagarna tyckte att den var lika enkel att använda i mörker som i dagsljus.

När det gäller nyttan av GPS:en i mörker så menade deltagarna att utan GPS:en skulle det inte ens vara möjligt att förflytta plutonen med delade grupper. Vid navigering med karta i mörker går de alltid med grupperna samlade.

Risker och nackdelar

Det påpekades att det finns risk att användare litat för mycket på ett system och litat blint till den information som visas och därmed inte gör en egen rimlighetsbedömning av informationen. Om systemet går ner måste det finnas kunskap och tillgång till traditionella kartor och kompasser. Det påpekades också att en GPS blir en ytterligare pryl att bära och en ytterligare pryl som ska ha batterier.

4.5.3 Slutsatser

De viktigaste slutsatserna från försöket är:

- Vid invisning av rörliga positioner förbättrades precisionen, både avseende riktning och avstånd, markant när deltagarna fick tillgång till fullt GPS stöd.
- Vid invisning av fasta positioner var precisionen, både avseende bedömning av riktning och avstånd, likvärdig oavsett om deltagarna fick fullt GPS stöd, delvis GPS stöd, eller inget GPS stöd.
- Deltagarna kände sig signifikant säkrare på sina bedömningar när de hade fullt GPS stöd både jämfört med begränsat och inget GPS stöd.
- När deltagarna förflyttade sig i terrängen så upplevde de att det var signifikant lättare att hålla reda på rörliga positioner när de fick fullt GPS stöd jämfört både med begränsat och inget GPS stöd. För fasta positioner var det dock inte någon skillnad beroende på hur GPS:en användes.
- Deltagarna upplevde att det var signifikant lättare att upprätthålla en gemensam lägesbild inom plutonen när de hade fullt GPS stöd jämfört med både begränsat och inget GPS stöd.
- Fokusgruppdiskussionen gav flera värdefulla synpunkter på utformning och användning av ett GPS system, vilket bl.a. kan nyttjas för kravställning och design av framtida system.

4.6 Spatiala test

Under hela försöksserien har deltagarna genomfört tre vedertagna spatiala test, PTSOT, pappersvikningstestet och SBSOD (se kapitel 3). Det främsta syftet med detta har varit att undersöka hur väl respektive test mäter den spatiala förmåga som krävs för de tillämpade uppgifter som har utförts i respektive studie. Ett spatialt test som har förmåga att på ett

reliabelt sätt mäta relevanta aspekter av individens spatiala förmåga kan ha stor praktisk nytta. Exempelvis för att förutsäga individens förmåga att utföra uppgifter som kräver spatial förmåga, eller att avgöra i vilken utsträckning uppgifter kräver, eller underlättas av, bra spatial förmåga. Om exempelvis vissa uppgifter kräver hög spatial förmåga kan det vara lämpligt att ge individer med lägre spatial förmåga extra träning, eller alternativt att främst använda individer med hög spatial förmåga för uppgiften. I det sammanhanget är det också intressant att undersöka sambandet mellan de tre testen.

Deltagarnas medelvärde, standardavvikelse, minsta och största värde på de tre spatiala testen, samt antal deltagare som besvarat respektive test i de genomförda studierna redovisas i (Tabell 3). Observera att god spatial förmåga på PTSOT indikeras av ett lågt värde, medan god spatial förmåga indikeras av ett högt värde på pappersvikningstestet och SBSOD.

Tabell 3. Deltagarnas medelvärde, standardavvikelse, minsta och största värde på de tre spatiala testen, samt antal deltagare som besvarat testen.

Test	Medel	Stdav	Min	Max	Antal
PTSOT	29,6	20,9	5,0	101,5	69
Pappersvikning	0,65	0,16	0,35	1,00	69
SBSOD	4,6	0,9	1,9	6,2	85

4.6.1 Samband mellan de spatiala testen

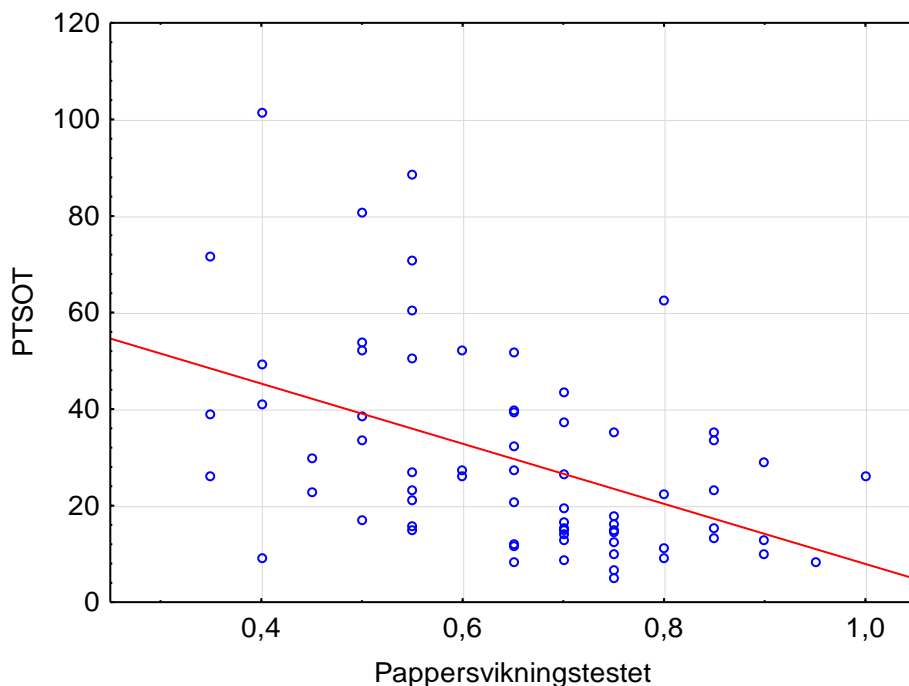
Korrelationsanalys visar ett svagt men signifikant samband mellan PTSOT och pappersvikningstestet, men endast obetydligt samband mellan PTSOT och SBSOD och inte något samband mellan SBSOD och pappersvikningstestet (Tabell 4). Observera att eftersom skalan på PTSOT har motsatt riktning som för de övriga testen så innebär det negativa korrelationssambandet mellan PTSOT och de övriga testen ett positivt samband.

Tabell 4. Korrelationssamband mellan de tre spatiala testen.

Samband	Korrelation (r)
PTSOT × Pappersvikning	-0,46 *
PTSOT × SBSOD	-0,23
SBSOD × Pappersvikning	0,09

* $p < 0,001$

Det är dock viktigt att vara medveten om att även om korrelationssambandet mellan PTSOT och pappersvikningstestet är signifikant så är $r = -0,46$ ett lågt korrelationssamband. Detta illustreras i Figur 2 där man t.ex. kan se att några individer med låga värden på pappersvikningstestet, vilket indikerar av låg spatial förmåga, också har låga värden på PTSOT, vilket indikerar god spatial förmåga.



Figur 26. Korrelationssamband mellan pappersvikningstestet och PTSOT.

4.6.2 Samband mellan spatiala test och prestation

Vid försöket med invisning av positioner i terrängen vid navigation i bebyggelse (se Avsnitt 4.1) testades spatial förmåga endast med SBSOD, medan samtliga tre spatiala test användes vid övriga försök. I tre av de försök som genomförts (se Avsnitt 4.1, 4.2 och 4.3) har sambandet mellan resultat på spatiala test och precision på invisnings uppgifter kunnat analyseras. Resultat från dess analyser sammanfattas här.

Vid försöket med invisning av positioner i terrängen vid navigation i bebyggelse (se Avsnitt 4.1) fanns det inte något signifikant samband mellan resultatet på SBSOD och avvikelsen på invisningsuppgiften ($r = -.27$). Observera att detta är det gemensamma resultatet för de tre förutsättningarna (utan GPS med 3 positioner, med GPS 3 positioner, med GPS 5 positioner) tillsammans. Eftersom försöket genomfördes med mellangrupsdesign med endast sex deltagare i respektive grupp kan inte korrelationen för respektive förutsättning analyseras separat. Eftersom prestationen på invisningsuppgiften inte skilde sig åt mellan de tre grupperna (se Figur 6) finns det dock inte någon anledning att tro att korrelationen med SBSOD skulle vara högre för någon enskild förutsättning.

Vid försöket med invisning av positioner i terrängen vid navigation i skogsterräng användes samtliga tre spatiala test (se Avsnitt 4.2). Vid invisning utan GPS fanns signifikant korrelation mellan avvikelse på invisningsuppgiften och PTSOT ($r = 0,64$; $p = 0,008$) samt stark tendens till korrelation med pappersvikningstestet ($r = -0,49$; $p = 0,052$), men inget samband med SBSOD. När uppgiften gjordes med GPS fanns inte signifikant samband mellan precision på invisningsuppgiften och något av de spatiala testen. Observera att den negativa korrelationen mellan pappersvikningstestet och avvikelse på invisningsuppgiften anger ett positivt samband.

Vid försöket med invisning av positioner med digital karta på stor och liten display med olika tidsgränser (se Avsnitt 4.3) var sambandet mellan precision på invisningsuppgiften och PTSOT starkast. När medelvärdet från samtliga fyra invisningstider analyserades tillsammans så var korrelationen vid användning av liten display mellan avvikelse på invisningsuppgiften och PTSOT signifikant ($r = 0,55$; $p < 0,05$), men endast tendens till samband med pappersvikningstestet ($r = -0,43$), och inget samband med SBSOD. När stor

display användes fanns inte signifikant korrelation mellan prestation på invisningsuppgiften och något av de spatiala testen. Då man tittar på den kortaste tidsgränsen för invisningsuppgiften (5s) separat så är korrelationen mellan avvikelse på invisningen och resultat på de spatiala testen starkare. Med liten display vid 5s är korrelationen mellan invisningsuppgiften signifikant både med PTSOT ($r = 0,69, p < 0,01$) och med pappersvikningstestet ($r = -0,51, p < 0,05$), men inget samband med SBSOD. Med stor display vid 5s är korrelationen signifikant med PTSOT ($r = 0,58, p < 0,05$) men inget signifikant samband med varken pappersvikningstestet eller SBSOD.

Sammanfattningsvis så visar analyserna fyra signifikanta samband för PTSOT, ett signifikant samband och två tendenser för pappersvikningstestet och inte några signifikanta samband för SBSOD (se Tabell 5).

Tabell 5. Samband mellan precision på invisningsuppgiften och de tre spatiala testen

Typ av uppgift	SBSOD	Pappersvikning	PTSOT
Invisning av positioner i urban miljö med/utan GPS	-	/	/
Invisning av positioner i terräng med GPS	-	-	-
Invisning av positioner i terräng utan GPS	-	t	*
Invisning pos i terräng med liten display (samtl. tider)	-	t	*
Invisning pos i terräng med stor display (samtl tider)	-	-	-
Invisning pos i terräng med liten display (5s)	-	*	*
Invisning pos i terräng med stor display (5s)	-	-	*

* signifikant samband t tendens till samband - samband saknas

Detta tyder på att PTSOT har god förmåga att prediktera prestation för den typ av spatial förmåga som krävs för de uppgifter som har genomförts i försöksserien, medan motsvarande förmåga hos pappersvikningstestet är begränsad och helt saknas hos SBSOD. Att PTSOT har störst förmåga att predicera prestation för de uppgifter som utfördes kan ses som naturligt eftersom uppgifterna i PTSOT bygger på mental egenrotation (egocentrisk) och uppgifterna som utfördes i försöket kräver förmåga att lokalisera positioner i omgivningen i förhållande den egna positionen. Uppgifterna i pappersvikningstestet bygger på mental objektsrotation, dvs. rotation av objekt i omgivningen (exocentrisk), vilket kan förklara det lägre sambandet med prestationen på uppgifterna i försöket. Att det trots detta fanns ett visst samband mellan pappersvikningstestet och prestationen tyder dock på att även den spatiala förmåga som mäts med pappersvikningstestet har viss betydelse för uppgifter som kräver förmåga till mental egenrotation. En rimligt antagande är att detta beror på att det finns samband mellan förmåga till mental egenrotation och objektsrotation, vilket också visas genom det signifikanta korrelationssambandet mellan de båda testen (se Figur 26).

Att det inte finns något samband mellan SBSOD och precisionen på uppgifterna i försöken tyder på att SBSOD inte mäter den typ av spatial förmåga som krävs för de uppgifter som utfördes. Ett skäl till detta skulle kunna vara att SBSOD består av deltagarens egenskattningar av sin spatiala förmåga. Andra studier har dock visat på samband mellan SBSOD och prestation (Hegarty, Richardson, Montello, Lovelace & Subbiah, 2002; Burte & Hegarty, 2012). Dessa uppgifter ha dock varit relaterade till navigeringsförmåga snarare än till den typ av spatial förmåga som kan förväntas krävas för den typ av invisningsuppgifter som används i den försöksserie som analyserats.

4.7 Sammanfattning

De genomförda studierna visar tydligt att tekniskt stöd i form av GPS:er och digitala kartor ökar förmågan att noggrant peka ut riktningar till olika objekt, oavsett om det är fasta eller rörliga mål, dag eller natt, med olika displaystorlekar och även under tidspress. Spatial förmåga kan kopplas till prestation på invisningsuppgifter, men sambandet är endast tydligt då uppgifterna utförs utan tekniskt stöd eller med en liten display och då under stark tidspress. Det spatiala test som har visat bäst förmåga att prediktera prestation på den typ av invisningsuppgifter som genomförts i försöksserien är perspektivtagningstestet PTSOT.

5 Rekommendationer rörande utformning av handhållna stödsystem

Att det finns en stor nytta med att ha tillgång till positionering både för navigation och för att förbättra förmågan att korrekt kunna ange riktning till olika objekt är tydligt. De rekommendationer som redovisas nedan baseras både på kvantitativa och kvalitativa resultat från genomförda försök, exempelvis prestation på invisningsuppgifter, enkätsvar, fritextsvar, fokusgruppdiskussioner och observationer. Därtill har hänsyn tagits till den litteratur som granskats, samt till egna erfarenheter från försöksverksamheten och tidigare projekt såsom Soldatens Informationshantering (Hellgren, Hörberg & Sandberg, 2011), Studieförsök MARKUS (Sandberg & Hörberg, 2004) och framtagande av PTTEM för Ledningsstödsystem Soldat, LS³.

5.1 Användning

Några grundantaganden om behov och förutsättningar har gjorts i våra rekommendationer:

- Det är tänkt vara ett buret och självständigt system för att stödja individens lägesuppfattning i gruppens strid och stridsnära situationer t.ex. framryckning, spaning och tillbakadragande.
- Systemet ska stödja soldaten dygnet runt i alla typer av väder.
- Systemet ska vara ett komplement till existerande teknik, taktik och metoder såsom karta och kompass, direkt tal, teckensignaler, tal via gruppradio, och muntliga positions- och målangivelsemetoder. Det är tänkt att skapa ett tryggare beteende genom vetskap om egen position, samt minska behovet av muntliga positionsmeddelanden.
- Egen positionering med GPS, navigeringsstöd med digital kompass, blue force tracking och delning av objekts positioner via digitalt radionät ska vara primära funktioner.
- Införandet av systemet kräver träning och metodutveckling för att bli framgångsrikt.
- Införandets omfattning för enskild soldat, gruppchef, och/eller plutonchefsnivå behöver utredas. Behovet kan variera beroende på typ av grupp och förband, i och med att olika grupper och förband har olika typer av uppdrag och därmed arbetar med olika avstånd mellan gruppens medlemmar.

5.2 Display

I detta projekt har informationspresentation på visuella displayer studerats, medan auditiva och taktiska displayer har studerats andra FOI-projekt (t.ex. Andersson m.fl., 2005; Oskarsson, Carlander & Eriksson, 2012; Lif, Oskarsson, Hedström, Andersson & Lindahl, 2014).

Det kan konstateras att nyttjande av en mindre displaystorlek, så länge som den motsvarar åtminstone en 3,5-tumsdisplay, i våra försök gav relativt bra noggrannhet på en persons förmåga att visa in riktning till en position markerad på digital karta. En större display (9,7 tum) gav visserligen något bättre precision, men eftersom förbättringen med den större displayen endast var marginell uppväger detta knappast nackdelarna av att i fält hantera en större display, där syftet främst är att snabbt få en uppfattning om ungefärlig riktning till objekt. Det bör dock påpekas att det endast var deltagare med lägre spatial förmåga som hade lägre precision med den mindre displayen, vilket i sin tur ställer frågor om särskild träning för individer med lägre spatial förmåga. Behovet av noggrannhet är beroende på

vilken typ av uppgift som ska utföras. Det är troligt att det finns behov av större displayer för andra typer av kartrelaterade uppgifter, som att snabbt och enkelt kunna skaffa sig en överblick över ett större geografiskt område, eller för att förstå ett övergripande taktiskt läge. En mindre display skapar behov av och ställer krav på användarens förmåga till både fysiskt och mentalt arbete – att panorera fram och tillbaka samt att minnas objektens positioner då de inte visas på kartan. Likaså ställer funktionen att kunna mata in text och rita enkla skisser via en pekskärm krav på en ökad storlek. Utförandet av sådana uppgifter behöver utredas ytterligare innan man kan välja en optimalt avvägd storlek på display. En större display innebär också både mer batteriåtgång, större svårigheter att inte röja sig, samt svårighet med placering och undanstuvning. Dock ska detta system jämföras med och vägas mot användning av de stora papperskartor som idag medförs av gruppcheferna.

Interaktion med mobila enheter som mobiltelefoner och GPS:er sker idag mestadels via pekskärm (kapacitiv), medan det för bara 5-10 år sedan skedde via knappar och piltangenter. Denna utveckling kommer givetvis också förväntas gälla soldatsystem, men ett antal begränsningar finns att ta hänsyn till: interaktionen ska kunna ske oavsett väder, eventuell handskbeklädning, taktiskt läge och tid på dygnet. Därför bör man använda redundans för de mest centrala funktionerna så att man via hårda knappar kan komma åt dem då användning av pekskärm ej är möjlig. Om en interaktiv skärm ska användas vid utomhusbruk med handskar så är en tryckkänslig (resistiv) skärmtyp mest användbar.

5.3 Vyer

Ett antal olika vyer bör finnas i ett soldatsystem, för att det ska gå snabbt komma åt den information som behövs för en aktuell uppgift utan att avkall behöver göras på läsbarheten på en liten display. Exempel på vyer är:

- Kartvy med valbar karta och orientering, egen position och valbart färdspår (breadcrumbs).
- Navigeringsvy med riktningar (bäring i mils) och avstånd (meter) till brytpunkter eller valda objekt.
- Skissvy/taktiska oleat där linjer och punkter kan ritas in, t.ex. riskområden, skjutgränser och ÅSA eller UPK.
- Inställningsvy.
- Systemstatusvy där viss systemstatus ständigt bör visas, t.ex. batterimängd, GPS-status och radiokommunikationsstatus.
- Kommunikationsvy för eventuella meddelanden.

Kartvyn bör kunna visa en anpassad mängd detaljer, ner till den mängd som behövs för att stödja soldatens lägesuppfattning vid exakt navigering. Enskilda stenar och detaljerade höjdkurvor behöver då synas. Vid invisning på kortare avstånd, dvs normalt stridsavstånd (20-150 meter), tycks upplösningen på normala fritidskartor vara för låg för att det ska gå att referera till sådana objekt i terrängen på ett bra sätt. Upplösning motsvarande orienteringskarta eller flyg/satellitfoto krävs troligen för att detta ska gå att göra på ett bra sätt.

Vissa deltagare har efterfrågat en förenklad vy där endast kompassriktning och riktningar till kamrater i förbandet visas. En dylik vy finns till exempel i ett norskt system för enskilda soldater, NORMANS Light. I detta system är chefens enhet mer avancerad, bl.a. med färgkarta och planeringsfunktioner.

Avstånd till objekt och platser bör lätt kunna avläsas, då detta ofta är väldigt viktigt, och dessutom svårt att bedöma, vilket våra försök har visat (se Avsnitt 4.5). Skalstreck både horisontellt och vertikalt i L-form för snabb uppskattning av avstånd, rutnät med fasta

distanser, samt direkt visning av avstånd till viktiga objekt i anslutning till deras symboler är detaljer som gör det lättare att snabbt förstå läget.

Gällande orientering av kartan så efterfrågas både dynamisk egocentrisk orientering (användarens egen riktning uppåt på kartan) och norrorientering. Vad som föredras beror till viss del på egen preferens och vana vid karthantering. Vilken typ av uppgift som ska lösas har dock betydelse för vilken typ av orientering som är mest lämpad, varför orientering bör valbart (se Avsnitt 2.1.2). Egenposition bör normalt vara centrerad på kartan, med möjlighet att flytta egensymbolen/kartan så att en större del av skärmen visar t.ex. vägen framåt och objekten i rörelseriktningen.

5.4 Symbolik

Åsikterna kring vilken symbolik som bör användas varierar, men troligen är en förenklad symbolik baserad på enklare punkter att föredra, där namngivning och färg ger möjlighet att snabbt förstå punktens innebörd. Det saknas militära symbolbibliotek som är anpassade för soldatnivå, och de symbolbibliotek som finns har för komplicerade ikoner för att vara användbara på displayer av den storlek som diskuteras. Om flera symboler skulle visas samtidigt skulle de täcka en stor del av skärmen och dessutom skulle symbolens storlek göra det svårt att med rimlig noggrannhet fastställa vilken position som symbolen faktiskt har.

Hur överlagring av symboler, t.ex. då två enheter befinner sig på samma geografiska plats, ska lösas är inte klargjort, men vissa rekommendationer kan ges. Symboler som representerar rörliga objekt placeras ovanpå fasta punkter, alternativt kan text som tillhör de underliggande symbolernas flyttas något åt sidan. Faror och riskområden måste alltid synas tydligt (t.ex. minfält).

Det bör på ett enkelt och snabbt sätt gå att lägga till en ”generell symbol”, t.ex. en brytpunkt, på kartan för att kunna överföra den till andras enheter och sedan referera till den i talad kommunikation. Symbolen ska sedan kunna flyttas, transformeras och kläs på med egenskaper så som typ, tillhörighet och namn.

5.5 Ergonomi

Kraven på väderbeständighet, tålighet och hantering under fältmässiga förhållanden gör att soldatsystemets komponenter måste vara ruggade. Samtidigt får enheten man interagerar med inte vara för tjock och otymplig för att enkelt kunna hanteras och monteras på utrustningen och stoppas undan då den inte används. Externa antenner bör vara så små som möjligt, eller placeras på annan plats på utrustningen.

Placeringen av enheten varierar i preferens, vissa vill ha den monterad på ovandelen av handleden medan andra föredrar montering på stridsvästens övre framsida. Detta påverkar också, samt är påverkat av, behovet av kablage till externt batteri och andra moduler. Vid placering på arm bör kablagen göras så tunt och smidigt som möjligt (eller undvikas helt).

Att soldatsystem har låg vikt har varit ett frekvent återkommande krav. I detta avseende har krav på batterier och ruggning stor påverkan, liksom lösningens modularitet, dvs hur väl integrerad den är mot övrig utrustning i termer av placerbarhet, men även möjlighet att använda eventuella tilläggskomponenter. Om GPS-sensor och batteri sitter i handenheten riskerar den bli tung, samtidigt som den då blir enkel att använda fristående.

För interaktionen bör både hårda knappar och tryckkänslig skärm kunna brukas omväxlande med redundans. Om det är för kallt eller av annan orsak opraktiskt att använda fingrar på en pekskärm ska det gå att komma åt alla nödvändiga funktioner ändå. Knapparna bör ha sådan märkning att man med känsel och placering kan åtskilja dem under tiden man rör sig, utan att direkt titta på knapparna.

5.6 Batteriförsörjning

Det är fördelaktigt om enheten som reserv kan använda samma typ av standardbatterier som används i annan utrustning, t.ex. radio. Ett specialanpassat batteri ger dock bäst prestation och är därför att föredra som primär strömkälla. God batteritid är viktigt då man måste kunna ha tillgång till systemet över lång tid. Enheten bör därför ha batterisparande funktioner inbyggda, t.ex. dimning av skärm, sänkning av processorhastighet och justering av datatrafik. Det bör vara möjligt att byta batteriet utan att strömmen till systemet bryts, s.k. hot swap.

5.7 Mörkerstöd

För att kunna använda soldatsystemet i mörker behöver displayens ljusstyrka kunna sänkas så att den är kompatibel och läsbar genom bildförstärkare. För ej dimbara displayer finns finns plastfilm på marknaden som kan läggas ovanpå displayen för att sänka ljusstyrkan. I framtiden kan även inspeglning av skärmbilden direkt i bildförstärkare bli möjlig.

Det finns risk för röjning om displayen emitterar för mycket ljus utåt. En konstruktion som liknar en tratt med membran kan göra det möjligt att förhindra detta. Hur mycket en ljus en display behöver emittera för att vara läsbar genom bildförstärkare bör noga undersökas.

5.8 Risker

Ett tekniskt stödsystem som verkar gediget riskerar att skapa överdrivet stor tillit, vilket kan medföra att användarna blint lyder den information som finns på displayen istället för att kritiskt ta in informationen, tolka den och fatta egna beslut. Risk finns också att systemet stjäl för mycket av soldatens uppmärksamhet, vilken i kritiska situationer primärt bör vara på den direkta omgivningen. Detta är ett skäl till synpunkten att endast cheferna bör ha tillgång till systemet, medan det också kan finnas skäl till att enskilda soldater har tillgång till systemet för att få samma situationsbild som sin chef, vilket kan bidra till lättare/snabbare kommunikation och förenklad ordergivning.

Om systemet går ner eller förstörs kan man riskera att förlora greppet om läget, och tappa tid då man genom manuella metoder försöker återta initiativet. Därför behöver man även fortsättningsvis lära sig arbeta med andra metoder, som att använda och förstå karta och kompass.

Systemet är inte bättre än dess komponenter. De sensorer som matar systemet med information (kompass, GPS-mottagare) kommer inte alltid fungera till hundra procent. Det finns t.ex. risk för bortfall, störning och vilseledning av GPS-signalen.

Vid tillfångatagning riskerar systemet och informationen att hamna i fel händer, vilket kan leda till katastrofala följder. Det måste därför finnas en termineringsknapp och möjlighet att fjärrterminera och utestänga enskilda systemenheter.

Det finns också en risk att soldaterna röjer sig genom en försämrad signatur visuellt, termiskt och radiomässigt. Påverkan på förbandens signatur bör studeras ingående, liksom andra effekter, t.ex. i termer av IT-säkerhet när individuella positioner överförs i ett digitalt radionät. Vidare finns det fysiologiska nackdelar med all ny utrustning som tillförs i termer av vikt. Förutom den vikt som ett soldatstödsystem medför tillkommer också vikten på batterier och eventuell kringutrustning, vilket tillsammans innebär en extra börda på en redan belastad soldat.

6 Vetenskaplig publicering

För att kvalitetssäkra det arbete som har bedrivits inom projektet har de flesta studier som genomförts skrivits om till konferensbidrag, vilka sedan skickats till konferenser med anonym granskning av minst tre granskare. Granskningsformen är allmänt accepterad som god standard för akademiska bidrag. Glädjande nog har våra bidrag i samtliga fall accepterats, vilket tyder på att forskningen som bedrivits varit både relevant och av hög kvalitet. Totalt har tre bidrag accepterats för muntlig presentation och en som poster vid olika konferenser. Samtliga fyra bidrag har publicerats som paper i proceedings för respektive konferens. Deltagandet i internationellt välrenommerade konferenser är också en nödvändig del av omvärldsbevakningen då det ger en inblick i vilka problemområden och frågeställningar som prioriteras av andra forskningsorganisationer och universitet.

På grund av den ställtid som råder inom den akademiska världen kommer inte den sista studien (rapporterad ovan i Avsnitt 4.5) att kunna skickas för granskning vid någon konferens innan projektets slutdatum. Eventuellt kommer studien att rapporteras inom ramarna för kommande FoT-projekt ”Personburna stödsystem”. Nedan redovisas de bidrag som baserats på studier gjorda inom projektet och de konferenser på vilka de presenterats. Bidragen redovisas kronologiskt efter den ordning i vilken de har presenterats.

6.1 ISCRAM 2013

Konferensen ISCRAM (Information Systems for Crisis Response and Management) är en årlig konferens organiserad av en organisation med samma namn. Konferensen syftar till att sammanföra forskare, praktiker och representanter för olika frivilligorganisationer inom krishanteringsområdet. Konferensen började 2004 och har sedan dess blivit en erkänd plattform för forskning kring tekniskt stöd för krishantering och ledning. Det bidrag som presenterades vid konferensen var baserat på studien rörande navigation och målvisning i skogsterräng (redovisat i avsnitt 4.2). Referensen är:

Johansson, B.J.E., Hellgren, C., Oskarsson, P-A. & Svensson, J. (2013). Supporting situation awareness on the move – the role of technology for spatial orientation in the field. *Proceedings of ISCRAM 2013*, 12-15 May, Baden-Baden, Germany.

6.2 HCI 2014

Konferensen HCI 2014 (Human-Computer Interaction) är en av de större konferenserna inom domänen människa-system-interaktion. Konferensen är årligen återkommande. År 2014 gavs konferensen för den sextonde gången. På konferensen presenterades en poster vilken sammanfattade de studier som genomförts i projektet fram till och med vintern 2013/2014. Postern omfattar också en diskussion om sambandet mellan det spatials testet PTSOT och prestation i dessa försök. Referensen är:

Johansson, B. J., Hellgren, C., Oskarsson, P. A., & Svensson, J. (2014). Hand-Held Support for Spatial Awareness for the Dismounted Soldier. In *HCI International 2014-Posters' Extended Abstracts* (sid. 335-340). Springer International Publishing.

6.3 ECCE 2014

Konferensen ECCE (European Conference on Cognitive Ergonomics) är en välkänd konferens vilken gavs för 32:andra gången. Den organiseras av European Association of Cognitive Ergonomics. Konferensen syftar till att presentera forskning kring gränssnitt mellan kognitiva system och interaktiva artefakter. Det bidrag som presenterades på konferensen var baserat på studien av GPS-stöd vid invisning av mål i mörkerförhållande (redovisat i Avsnitt 4.4). Referensen är:

Oskarsson, P.-A., Johansson, B. J. E., & Svensson, J. (2014). Target designation and indication with GPS map in night-op conditions. *Proceedings of the 32nd European Conference on Cognitive Ergonomics (ECCE)*, Vienna, Austria.

6.4 HFES 2014

HFES 2014 (Human Factors Ergonomics Society Annual Meeting) är en av de största konferenserna inom området "human factors". Konferensen ges varje år och har en stor bredd inom human factors och ergonomi. Spännvidden på bidragen är stor och sträcker sig från experimentell till tillämpad forskning. Företräddelsevis accepteras bidrag med kvantitativa mått på prestation och i lägre utsträckning kvalitativa studier. Bidraget som presenterades var baserat på studien om målinvisning med digital karta (redovisat i Avsnitt 4.3). Referensen är:

Oskarsson, P.-A., Svensson, J., & Johansson, B. J. E. (2014). Indication of direction with digital map – Effects of display size and time constraints. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 58th Annual Meeting, Chicago, IL* (sid 36-364). Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society.

7 Sammanfattning och slutsatser

Detta kapitel sammanfattar tre års forskning rörande tekniskt stöd för spatial lägesuppfattning som bedrivits inom projektet. I huvudsak har olika former av GPS och kompassbaserad teknologi använts som bas för försöksverksamheten. Fokus har legat på bärbar teknologi med visuell presentation av riktning/bäring, t.ex. kommersiella GPS-mottagare och så kallade smartphones. Användning av dessa hjälpmedel för bedömning av riktningar och avstånd i terrängen har testats genom ett antal tillämpade studier där både deltagarnas prestation har mätts och deras uppfattningar har insamlats genom enkäter och fokusgruppsdiskussioner. Därtill har sambandet mellan prestation och olika tester av spatial förmåga undersökts. Utifrån detta, samt den litteratur som granskats har vissa förslag och riktlinjer för utformning av ett stödsystem för soldater kunnat utformas. Under de olika delstudierna har ett antal metodologiska utmaningar noterats. Dessa sammanfattas också nedan.

Därtill diskuteras den vetenskapliga insatsen under projektet samt rekommendationer för framtida studier.

7.1 Prestation med och utan stöd

Samtliga försök som genomförts visar att personer som genomför en invisningsuppgift presterar avsevärt bättre när de får tillgång till stöd i form av GPS och/eller elektronisk kompass med karta. Skillnaden är påtaglig och talar för behovet av att utrusta militär personal med någon form av navigationsstöd eller stöd för spatial lägesförståelse. I flera studier har försöksdeltagarna behövt längre tid för att visa in en riktning när de fått tekniskt stöd än när de inte fått det. Detta tyder på att ökad noggrannhet sker på bekostnad av ökad tidsåtgång. Studien av displaystorlek och tidspress antyder dock att det är möjligt att omsätta informationen på relativt kort tid (5 sekunder) för enskilda riktningar med god noggrannhet. Projektet har i huvudsak arbetat med mindre skärmar (~3,5 tum). Endast små vinster i termer av precision vid användning av större skärm har kunnat påvisas när det gäller just att ange enskilda riktningar (se Avsnitt 4.3). Framförallt deltagare med uppmätt låg spatial förmåga presterade sämre med liten skärm. Detta ska dock inte tolkas som att det inte kan finnas andra fördelar med att nyttja en större skärm, t.ex. för planeringsuppgifter, målangivelse mm.

7.2 Sambandet med spatiala tester

Av de tre använda spatiala testerna (Perspektivtagningstestet PTSOT, pappersvikningstestet och självskattningstestet SBSOD) uppvisar perspektivtagningstestet PTSOT det starkaste sambandet med deltagarnas prestation på de invisningsuppgifter som genomförts. Pappersvikningstestet visar också ett positivt, men svagare, samband med prestationsuppgifterna. Självskattningstestet SBSOD visar dock inte något samband med prestationsuppgifterna, trots att det framtagits för studier med liknande scenario som vid dessa försök. Detta kan tyda på att de försök som genomfördes inte är utformade så att de frågor som ställs i självskattningstestet reflekteras i uppgiften som genomförts. Oavsett orsak visar resultaten att PTSOT i första hand kan användas för att mäta spatial förmåga avseende den typ av uppgifter som genomförts i inom detta projekt. Det kan tilläggas att pappersvikningstestet också uppvisar ett relativt högt samband med prestation, något som kan tolkas som att egocentrisk och exocentrisk spatial förmåga delvis kan ha en gemensam grund (se kapitel 3 ovan.).

7.3 Synpunkter på utformning av stödsystem

Nedanstående synpunkter baseras på vad som kommit fram i enkäter, fokusgrupper samt litteratur. En mer utförlig sammanställning hittas i kapitel 5. Det bör beaktas att rekommendationerna främst avser ett stöd för navigation och stöd för spatial lägesförståelse. Generellt har vi identifierat följande egenskaper som viktiga för ett soldatstödsystem:

- Funktioner för orientering/navigation, blue force tracking och målangivelse/målhantering.
- Robust positioneringsfunktion som med god noggrannhet anger egenposition och riktningar från denna.
- Väga lite, ta lite plats och vara strömsnålt.
- Kunna drivas av samma typ av batterier som övrig utrustning, t.ex. radio.
- Kunna hanteras med handskar/vantar. Detta medför att systemet inte enbart kan styras via en pekskärm eller tryckkänslig skärm. Det måste finnas "hårda" knappar genom vilka man kan hantera alla viktiga funktioner.
- Systemet måste vara tåligt och "ruggat" enligt militär standard. Detta gäller även kablar. Systemet ska kunna användas i alla väder typer av väder och temperaturer i enlighet med krav på annan elektronisk militär utrustning som t.ex. radio.
- Ett system som ska användas i mörker måste vara designat så att det inte emitterar för mycket ljus därmed riskerar att röja soldaterna. Samtidigt måste displayen vara läsbar med NVG.

7.4 Metodologiska utmaningar

Det är svårt att skapa försökssituationer med hög ekologisk validitet. Träning krävs för att kunna utföra uppgifterna på ett bra sätt. De deltagare som medverkar i försöken måste vara motiverade och väl införstådda med syftet. Om soldater deltar samtidigt som de genomför ordinarie övningsverksamhet måste denna anpassas så att de får tillräcklig med tid för ett reliabelt genomförande av försökssuppgifterna.

7.4.1 Försökssituationer

Det är svårt att skapa realistiska användarsituationer, både på grund av att det är svårt att få tillgång till faktiska slutanvändare (militär personal) och för att kraven på mätbarhet och jämförbarhet i experimentella studier gör att själva mättillfällena måste kontrolleras av försöksledarna. Att objektivt mäta prestation i den typ av situationer som projektet avsett undersöka har krävt att försöksdeltagarna antingen enbart utfört försökssuppgiften, eller att annan verksamhet avbrutits då försökssuppgifter ska genomföras. Uppgifterna är också i sig något konstruerade i den bemärkelsen att försöksdeltagarna genomför ett antal moment som de annars inte skulle genomfört. Alternativet hade varit rent subjektiva skattningar av nyttan med den utrustning som testats.

Då samtliga försök genomförts utomhus har förhållanden varierat. Årstider har varierat mellan de olika försöken, från vinter med låga temperaturer till sommar (höga temperaturer). Alla former av väder har förekommit, från snöfall till strålende sol. För de försök som genomförts med inomgruppsdesign, vilket innebär att varje deltagare testat samtliga displayer eller förutsättningar, har detta dock inte medfört metodologiska problem. Det beror på att variationer i väder inte har påverkat jämförelsen mellan displayer och förutsättningar som testats, eftersom om en deltagare har presterat sämre pga. dåligt väder så har det drabbat samtliga displayer och förutsättningar för denna deltagare. Det vill säga, den enda effekten om deltagare skulle ha presterat sämre är att

gruppens medelvärde för samtliga displayer och betingelser skulle öka, men inte skillnaden mellan displayer och betingelser. Det bör dock påpekas att vi under försöken noterat väder och temperatur och inte kunnat identifiera något samband med prestation. I det sista försöket i försöksserien (se Avsnitt 4.5) medförde dock problem med balansering att samtliga deltagare genomförde invisningar utan GPS stöd i dagsljus då det hade börjat skymma, vilket kan ha påverkat resultatet.

Två försök har medvetet utförts i mörker med syftet att undersöka möjligheterna att använda GPS under mörkerförhållanden och att undersöka hur prestation på uppgifterna påverkas av skillnaden mellan dagsljus och mörker.

7.4.2 Databortfall

Databortfall är vid fältmässiga försök ett generellt problem även om detta inte har varit omfattande i de försök som genomförts för detta projekt. Enstaka data har fallit bort, som i fallet utpekning i mörkerförhållande (Se Avsnitt 4.4).

Det största databortfallet skedde i en studie som genomfördes på övningsfältet i Tåme i juni 2014. En pluton jägarsoldater under utbildning genomförde sin slutövning, varvid en plutonschef, en ställföreträdande plutonschef, tre gruppchefer och tre ställföreträdande gruppchefer utrustades med GPS:er och sändare av samma typ som i försöket beskrivet i Avsnitt 4.5 för att vi i efterhand skulle kunna analysera deras förflyttning och deras invisningar till varandra och positioner i terrängen.

Där var databortfallet så stort att meningsfulla analyser inte kunde göras. När avståndet blev för stort tappade GPS:erna vid ett antal tillfällen signalen från sändarna. Anledningen till det stora databortfallet var att endast ett fåtal deltagare genomförde invisningar, och då endast för ett begränsat antal positioner. Detta berodde på att invisningsuppgifterna var relativt tidskrävande och att därför i stället var tvungna att prioritera sina huvudsakliga uppgifter i slutövningen. Den viktigaste slutsatsen från invisningsuppgiften är därför troligen att denna typ av uppgift under en skarp övning utgör ett för stort ingrepp i deltagarnas pågående verksamheter. För att undersöka precisionen på denna typ av invisningsuppgift är det därför nödvändigt att genomföra ett försök under mer experimentella betingelser, där invisningsuppgiften är huvudsyftet med deltagarnas aktiviteter och inte som i detta fall där deltagarnas huvuduppgift är att genomföra övning.

Försöket var värdefullt i den mening att det visade att det var möjligt att använda GPS-utrustningen på tänkt sätt och gav också insikt kring vilka avstånd som var praktiskt användbara. Deltagarna gav också värdefulla synpunkter på utformning av ett buret stödssystem i de enkäter som de besvarade, vilka har tagits till vara. Studien gav framförallt viktig information om försöksmetodik och användning av utrustning, vilket var till stor nytta vid planering och genomförande av försöket på Amfibieregementet vid Berga senare under hösten 2014 (se Avsnitt 4.5).

7.5 Vetenskaplig publicering

Merparten av studierna som genomförts inom projektet har publicerats och presenterats på erkända konferenser inom området, vilket innebär att de genomgått vetenskaplig granskning (se Kapitel 6). Detta säkerställer att de studier som genomförts håller god vetenskaplig standard och står sig bra i ett internationellt sammanhang.

7.6 Nyttan för försvarsmakten

Projektet ”Gruppens informationshantering” härstammar från projektet ”Soldatens informationshantering”, vilket i sin tur kan härledas tillbaka till MARKUS-studierna (Markstridusutrustad Soldat). De tidigare projekten har framförallt fokuserat på individens förmåga att navigera och invisa mål/objekt som funnits inom visuellt avstånd. Gruppens

informationshantering har huvudsakligen fokuserat på invisning av mål bortom visuellt avstånd och guppens/plutonens förmåga att under fältmässiga förhållanden hålla reda på varandras positioner och viktiga fasta positioner i terrängen. Projektet har även undersökt hur displaystorlek, ljusförhållanden och tidspress påverkar prestationen. Projektet har gett viktiga insikter kring nyttan av att införa någon form av stödsystem för soldater och befäl. Försöken har visat att det med stöd av GPS/kompassbaserad teknologi är möjligt att snabbt (på 5 sekunder) ta ut en riktning till ett avlägset objekt med en noggrannhet av ca 10 grader. Utan stöd är uppgiften mycket utmanande och därtill minskar noggrannheten kraftigt om uppgiften utförs i samband med förflyttning. De resultat som presenteras i denna och tidigare rapporter kan användas som stöd vid eventuella upphandlingar av soldatsstödsystem eller positionerings-/navigationsstöd.

Projektet har även undersökt sambandet mellan tre spatiala test och prestation vid invisning av riktning/bäring med olika typer av teknikstöd. Framförallt har testet PTSOT identifierats som relevant för denna typ av uppgifter. Detta test kan användas både för att fastställa relevant spatial förmåga hos militär personal och bidra med förståelse för vilket behov av stöd som kan föreligga. Vidare har ett antal riktlinjer för utformning av ett stöd för spatial lägesuppfattning kunnat identifieras, vilka också kan användas vid formulering av krav vid t.ex. en upphandling eller utvecklingsarbete (se Kapitel 5, samt Avsnitt 7.3).

Därtill har projektet fungerat som en plattform för att kunna upprätthålla FOI:s kompetens inom soldatsystemområdet.

7.7 Förslag på fortsatta studier

Ett antal viktiga resultat har kunnat presenteras under projektets gång. De studier som bedrivits inom projektet har uteslutande haft formen av fältförsök i syfte att undersöka specifika frågeställningar. I och med detta har flera försök kunnat genomföras under relativt tillämpade förhållanden med realistiska uppgifter vilket innebär goda möjligheter att generalisera resultaten till verkliga förhållanden. En begränsning med den experimentella ansatsen är dock att försöken i regel genomförs under en begränsad tidsrymd, dvs. att deltagarna endast har använt utrustningen under en kortare tid och att de har genomfört tydligt specificerade uppgifter. Det finns därför ett antal frågor som inte har kunnat besvaras under projektet, som t.ex. hur soldater och befäl skulle använda utrustningen om de fick tillgång till den över en längre period. Att få stöd för navigation och Blue Force Tracking bör rimligen ha stor påverkan på det sätt om en pluton skulle kunna agera i termer av metod och taktik. Det kan också finnas andra konsekvenser som är svåra att förutse. Det vore därför önskvärt att genomföra en longitudinell studie av användandet av stödsystem för att kunna fånga upp erfarenheter och fenomen som inte kan upptäckas vid korta försök. En metod för att göra detta är att identifiera en försöksgrupp och tilldela dem utrustning, t.ex. den utrustning som använts i försöket vid Amfibieregementet i Berga (se Avsnitt 4.5). Dessa skulle sedan använda utrustningen under en längre tid. Utvärdering av positiva och negativa erfarenheter skulle kunna ske löpande under studiens gång, genom observationsstudier, fokusgruppsdiskussioner och enkäter.

En annan fråga att undersöka är hur olika typer av tekniker för informationspresentation kan användas, t.ex. kombinationer av auditiva och visuella displayer, samt förbättrade metoder för informationspresentation i mörker, t.ex. i NVG. Försöksdeltagare i de genomförda studierna har bland annat anmärkt på att det är besvärligt att ändra fokus på mörkerutrustning mellan långt avstånd (vilket normalt används) och kort avstånd (vilket används när de interagerar med displayer som de bär med sig).

8 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: FOI, Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Andersson, P., Hörberg, U. & Sandberg, S. (2007). *Felkällor vid invisning och målpositionsbestämning.* (FOI-R--2392--SE). Linköping: FOI, Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Bloor, M., Frankland, J., Thomas, M. & Robson, K. (2001) *Focus groups in social research.* The Cromwell Press, Wiltshire.
- Bos, J. C. & Tack, D. (2005). *Investigation: Visual display alternatives for infantry soldiers - A literature review* (DRDC CR 2005-027). Toronto, Canada: Department of National Defence.
- Bruyer, R. & Scaillquin, J.-C. (1998). The visuospatial sketchpad for mental images: Testing the multicomponent model of working memory. *Acta Psychologica*, 98, 17-36.
- Burte, H. & Hegarty, M. (2012) Revisiting the Relationship between Allocentric-Heading REcaill and Self-Reported Sense of Direction. *Proceedings of Cogsci 2012*, 1-4 August, Sapporo, Japan.
- 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., Richardsson, A.E., Montello, D., Lovelace, K. & Subbiah, I. (2002). Development of a self-report measure of environmental spatial ability. *Intelligence*, 30, 425-447.
- Hegarty, M. & Waller, D. (2004). A dissociation between mental rotation and perspective-taking spatial abilities. *Intelligence*, 32, 175-191.
- Hellgren, C., Hörberg, U. & Sandberg, S. (2011). *Soldatens Informationshantering – Förmåga att minnas bäring och avstånd.* (FOI-R-3325—SE). Linköping: FOI Totalförsvarets Forskningsinstitut.
- Hellgren, C., Johansson JE. B., Oskarsson, P.-A. & Svensson, J. (2012). *Gruppens informationshantering - Lägesuppfattning vid förflyttning* (FOI-R--3561--SE). Linköping: FOI Totalförsvarets Forskningsinstitut.
- Hörberg, U. & Sandberg, S. (2003). *Målinvisning.* (FOI-R--1066--SE). Linköping: FOI 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, B.J.E., Hellgren, C., Oskarsson, P-A. & Svensson, J. (2012). Supporting situation awareness on the move – the role of technology for spatial orientation in the field. *Proceedings of ISCRAM 2013*, 12-15 May, Baden-Baden, Germany.
- Johansson, B. J., Hellgren, C., Oskarsson, P. A. & Svensson, J. (2014). Hand-Held Support for Spatial Awareness for the Dismounted Soldier. In HCI International 2014-Posters' Extended Abstracts (sid. 335-340). Springer International Publishing

- Kozlowski, L.T. & Bryant, K.J. (1977). Sense of Direction, Spatial Orientation, and Cognitive Maps. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4, 590-598.
- 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.
- Lif, P., Oskarsson, P.-A., Hedström, J., Andersson, P. & Lindahl, B. (2014). *Intuitiva gränssnitt - Slutrapport* (FOI-R--3943--SE). Linköping: FOI Totalförsvarets Forskningsinstitut.
- Magnusson, C., Molina, M., Rassmus-Gröhn, K. & Szymczak, D. (2010). Pointing for non-visual orientation and navigation. *Proceedings of NordiCHI 2010*, 16-20 October, Reykjavik, Island.
- Oskarsson, P.-A., Eriksson, L., & Carlander, O. (2012). Enhanced perception and performance by multimodal threat cueing in simulated combat vehicle. *Human Factors*, 54(1), 122-137.
- 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* (FOI-R--3685--SE). Linköping: FOI Totalförsvarets Forskningsinstitut.
- Oskarsson, P.-A., Svensson, J. & Allberg, H. (2013). *Målangivelse och målutpekning i mörker - Jämförelse mellan att använda GPS och muntliga utgångspunkter* (FOI-R--3803--SE). Linköping: FOI Totalförsvarets Forskningsinstitut.
- Oskarsson, P.-A., Johansson, B. J. E. & Svensson, J. (2014). Target designation and indication with GPS map in night-op conditions. *Proceedings of the 32nd European Conference on Cognitive Ergonomics (ECCE)*, Vienna, Austria.
- Oskarsson, P.-A., Svensson, J. & Johansson, B. J. E. (2014). Indication of direction with digital map – Effects of display size and time constraints . *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 58th Annual Meeting, Chicago, IL* (sid 36-364). Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society.
- 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.
- Sandberg, S. & Hörberg, U. (2004). Sammanfattning av MARKUS studieförsök 2004. FOI arbetspapper, 2004-11-29.
- 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.
- Wibeck, V. (2000). *Fokusgrupper: Om fokuserade gruppintervjuer som undersökningsmetod*. Studentlitteratur, Lund.
- Wickens, C. D., Hollands, J. G., Banbury, S. & Parasuraman, R. (2013). *Engineering psychology and human performance* (fourth ed.). New Jersey: Pearson.
- Wolbers, T. & Hegarty, M. (2010). What determines our navigational abilities? *Trends in Cognitive Science*. 14(13): 138-146.

Appendix A. Redovisning av statistiska analyser

Analyser har gjorts med variansanalys för upprepad mätning. Vilken design som används beskrivs separat för respektive analys. Vid brott mot antagandet mot sfäriskhet har det Greenhouse-Geisser korregerade p -värdet rapporterats. Samtliga post hoc test har utförts med Sidaks korregeringsmetod. Värden som anges inom parentes avser (medelvärde ± 1 standardfel). Vid beräkning av effektstorlek med Cohens d avseende skillnader mellan medelvärden har medelvärdenas poolade standardavvikelse använts.

Det var en deltagare som inte utförde skattningarna direkt efter invisning av mental arbetsbelastning, svårigheten och säkerheten på invisningarna. Analys av dessa skattningar har därför gjorts för 7 deltagare. Samtliga övriga analyser är gjorda för samtliga 8 deltagare.

Trots att de prestationsmått som analyserades för respektive deltagare utgjordes av medelvärdet av tre invisningar vid en till tre invisningstillfällen (för antal invisningstillfällen se balansering) så var det några deltagare som hoppade över invisningar för vissa betingelser. Sammanlagt saknades 7 av 96 prestationsmått för avvikelse från korrekt riktning respektive korrekt avstånd (8 deltagare \times 3 tekniska betingelser \times 2 typer av positioner \times 2 ljusförhållanden = 96). För att analys med upprepad mätning skulle kunna göras ersattes saknade värden med gruppens medelvärde för respektive betingelse.

När statistiska analyser görs på endast 8 deltagare krävs relativt stora medelvärdesskillnader för att resultaten ska bli statistiskt signifikanta. Därför redovisas även tendenser till skillnader ($0,05 \leq p < 0,10$) för prestationsmått.

ⁱ Avvikelse från korrekt riktning

Data analyserades med trevägs variansanalys för upprepad mätning: 3 tekniska förutsättningar (fullt GPS stöd, begränsat GPS stöd, inget GPS stöd) \times 2 typer av positioner (rörliga positioner, fasta positioner) \times 2 ljusförhållanden (dagsljus, mörker).

ANOVA visade signifikant huvudeffekt av ljusförhållanden, $F(1, 7) = 17,21$; $p = 0,004$; $\eta_p^2 = 0,71$; signifikant huvudeffekt av typ av position, $F(1, 7) = 21,69$; $p = 0,002$; $\eta_p^2 = 0,76$; samt signifikant interaktionseffekt mellan ljusförhållanden och teknisk förutsättning, $F(2, 14) = 7,26$; $p = 0,007$; $\eta_p^2 = 0,51$; samt stark tendens till huvudeffekt av teknisk förutsättning, $F(2, 14) = 3,62$; $p = 0,054$; $\eta_p^2 = 0,34$. Det fanns inga fler signifikanta effekter eller tendenser till signifikanser.

Post hoc test avseende interaktionseffekten mellan tekniskt stöd och typ av position visade att avvikelserna vid invisning av rörliga positioner var signifikant lägre med fullt GPS stöd ($13,5 \pm 3,1$ grader) både jämfört med begränsat GPS stöd ($26,6 \pm 3,7$ grader) ($p = 0,034$; $d = 1,35$) och inget GPS stöd ($26,6 \pm 5,4$ grader) ($p = 0,022$; $d = 1,64$), men att det inte var någon skillnad mellan de tre tekniska förutsättningarna vid invisning av fasta positioner. Post hoc testet visade också signifikant större avvikelser vid invisning av rörliga jämfört med fasta positioner både för begränsat GPS stöd (fasta: $11,4 \pm 2,6$ grader) ($p = 0,027$; $d = 1,67$) och för inget GPS stöd (fasta: $8,4 \pm 1,6$ grader) ($p < 0,001$; $d = 3,00$), men ingen skillnad för fullt GPS stöd.

Huvudeffekten av ljusförhållanden berodde på signifikant mindre avvikelse i dagsljus ($14,7 \pm 1,1$ grader) jämfört med i mörker ($18,0 \pm 1,5$ grader) ($d = 0,88$). Huvudeffekten av typ av position berodde på signifikant mindre avvikelser vid invisningar mot fasta ($10,5 \pm 1,4$ grader) jämfört med rörliga positioner ($22,2 \pm 2,1$ grader) ($d = 2,33$)

Post hoc test med avseende på tendensen till huvudeffekt av teknisk förutsättning visade endast tendens till mindre avvikelse vid fullt GPS stöd ($12,6 \pm 2,3$ grader) jämfört med begränsat GPS stöd ($19,0 \pm 1,7$ grader) ($p = 0,080$; $d = 1,14$), och inte någon signifikant skillnad eller tendens jämfört med inget GPS stöd ($17,5 \pm 1,8$ grader).

ii **Avvikelse från korrekt avstånd**

Data analyserades med tvåvägs variansanalys för upprepad mätning: 3 tekniska förutsättningar (fullt GPS stöd, begränsat GPS stöd, inget GPS stöd) \times 2 typer av positioner (rörliga positioner, fasta positioner) \times 2 ljusförhållanden (dagsljus, mörker).

ANOVA visade signifikant huvudeffekt av teknisk förutsättning, $F(2, 14) = 4,5$; $p = 0,031$; $\eta_p^2 = 0,39$; signifikant huvudeffekt av ljusförhållande, $F(1, 7) = 6,46$; $p = 0,039$; $\eta_p^2 = 0,48$; samt stark tendens till huvudeffekt av typ av position, $F(1, 7) = 5,39$; $p = 0,053$; $\eta_p^2 = 0,44$; och stark tendens till interaktionseffekt mellan teknisk förutsättning och position, $F(2, 14) = 3,51$; $p = 0,058$; $\eta_p^2 = 0,33$.

Post hoc test avseende huvudeffekten av teknisk förutsättning visade endast tendens till mindre avvikelse med fullt GPS stöd ($123,9 \pm 20,8$ m) jämfört med delvis GPS stöd ($190,3 \pm 21,6$ m) ($p = 0,074$; $d = 1,11$), men inte någon signifikant skillnad, eller tendens till skillnad, mellan inget GPS stöd ($179,3 \pm 21,6$ m) och de övriga två tekniska förutsättningarna.

Huvudeffekten av ljusförhållande berodde på signifikant mindre avvikelse i mörker ($135,8 \pm 7,8$ m) jämfört med dagsljus ($193,2 \pm 22,3$ m) ($d = 1,22$).

Tendensen till huvudeffekt av position berodde på lägre avvikelse mot rörliga ($149,4 \pm 13,5$ m) jämfört med mot fasta positioner ($179,6 \pm 14,3$ m) ($d = 0,77$).

Post hoc test avseende tendensen till interaktionseffekt mellan teknisk förutsättning och position visade följande signifikanta skillnader:

- Med fullt GPS stöd var det signifikant lägre avvikelse mot rörliga ($92,1 \pm 19,4$ m) jämfört med fasta positioner ($155,7 \pm 25,8$ m) ($p = 0,012$; $d = 0,98$), medan det inte var någon signifikant skillnad mellan typ av position för delvis eller inget GPS stöd.
- Vid invisning av rörliga positioner var avvikelsen med fullt GPS stöd ($92,1 \pm 19,4$ m) signifikant mindre än med inget GPS stöd ($194,1 \pm 10,2$ m) ($p = 0,002$; $d = 2,33$) och tendens till mindre jämfört med delvis GPS stöd ($162,1 \pm 24,5$ m) ($p = 0,060$; $d = 1,12$).

Vid invisning av fasta positioner var det inte någon signifikant skillnad mellan de tekniska förutsättningarna.

iii **Mental arbetsbelastning och svårighet**

Deltagarna skattade vid varje invisningstillfälle sin mentala arbetsbelastning och svårigheten (1= Låg – 7 = Hög). Skattningarna analyserades med tvåvägs variansanalys för upprepad mätning: 2 frågor (mental arbetsbelastning, svårighet) \times 3 tekniska förutsättningar (fullt GPS stöd, begränsat GPS stöd, inget GPS stöd) \times 2 ljusförhållanden (dagsljus, mörker).

ANOVA visade signifikant huvudeffekt av teknisk förutsättning, $F(2, 12) = 11,30$; $p = 0,002$; $\eta_p^2 = 0,65$; signifikant huvudeffekt av fråga, $F(1, 6) = 29,84$; $p = 0,002$; $\eta_p^2 = 0,83$;

samt signifikant interaktionseffekt mellan teknisk förutsättning och fråga, $F(2, 12) = 40,57$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,87$. Inga övriga effekter var signifikanta.

Post hoc test med avseende på interaktionseffekten mellan teknisk förutsättning och fråga visade att svårigheten skattades som signifikant högre än den mentala arbetsbelastningen både vid begränsat GPS stöd (mental arbetsbelastning: $3,4 \pm 0,4$; svårighet: $4,8 \pm 0,3$) ($p = 0,008$; $d = 1,30$) och vid inget GPS stöd (mental arbetsbelastning: $3,6 \pm 0,4$; svårighet: $5,8 \pm 0,4$) ($p < 0,001$; $d = 1,86$), medan det inte var någon signifikant skillnad vid fullt GPS stöd (mental arbetsbelastning: $3,3 \pm 0,3$; svårighet: $3,5 \pm 0,3$). Post hoc testet visade också att svårigheten skattades som signifikant lägre vid fullt GPS stöd jämfört med både vid begränsat ($p = 0,017$; $d = 1,28$) och inget GPS stöd ($p = 0,005$; $d = 2,10$); medan skattningarna av mental arbetsbelastning inte skiljde sig signifikant mellan de tre tekniska förutsättningarna.

Post hoc test med avseende på huvudeffekten av teknisk förutsättning visade att mental arbetsbelastning och svårighet skattades signifikant lägre för fullt GPS stöd ($3,4 \pm 0,3$) jämfört med inget GPS stöd ($4,7 \pm 0,4$) ($p = 0,032$; $d = 1,27$), men endast tendens till lägre jämfört med begränsat GPS stöd ($4,1 \pm 0,3$) ($p = 0,084$; $d = 0,73$).

Huvudeffekten av fråga berodde på att svårigheten ($4,7 \pm 0,3$) skattades som signifikant högre än den mentala arbetsbelastningen ($3,4 \pm 0,3$) ($d = 1,36$).

iv Upplevd säkerhet på gjorda invisningar Deltagarna skattade vid varje invisningstillfälle hur säkra de kände sig på sin bedömning av riktning och avstånd (1 = Låg – 7 = Hög). Skattningarna analyserades med tvåvägs variansanalys för upprepad mätning: 3 tekniska förutsättningar (fullt GPS stöd, begränsat GPS stöd, × inget GPS stöd) 2 ljusförhållanden (dagsljus, mörker).

ANOVA visade signifikant huvudeffekt av teknisk förutsättning, $F(2, 12) = 43,03$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,88$. Inga övriga effekter var signifikanta.

Post hoc test med avseende på huvudeffekten av teknisk förutsättning visade att säkerheten på invisningarna skattades signifikant högre vid fullt GPS stöd ($4,6 \pm 0,3$) både jämfört med delvis GPS stöd ($2,7 \pm 0,3$) ($p = 0,003$; $d = 2,69$) och inget GPS stöd ($2,0 \pm 0,3$) ($p = 0,001$; $d = 3,02$). Dessutom skattades säkerheten vid delvis GPS stöd signifikant högre än vid inget GPS stöd ($p = 0,043$; $d = 0,79$).

v Hålla koll på positioner under navigering

Deltagarna skattade hur de upplevde att det var att hålla koll på riktning och avstånd till rörliga positioner samt till fasta positioner under tiden som de rörde sig i terrängen (1 = Mycket svårt – 7 = Mycket lätt), för var och en av de tre tekniska betingelserna i ljus respektive i mörker. Skattningarna analyserades med fyrvägs variansanalys för upprepad mätning: 2 uppgifter (bedöma riktning, bedöma avstånd) × 3 tekniska förutsättningar (fullt GPS stöd, begränsat GPS stöd, inget GPS stöd) × 2 typer av positioner (rörliga, fasta) × 2 ljusförhållanden (dagsljus, mörker).

ANOVA visade signifikant huvudeffekt av teknisk förutsättning, $F(2, 14) = 14,33$; $p = 0,005$; $\eta_p^2 = 0,67$; signifikant huvudeffekt av typ av position, $F(1, 7) = 16,43$; $p = 0,005$; $\eta_p^2 = 0,70$; signifikant huvudeffekt av typ av uppgift, $F(1, 7) = 5,66$; $p = 0,049$; $\eta_p^2 = 0,45$; samt signifikant interaktionseffekt mellan teknisk förutsättning och typ av position, $F(2, 14) = 8,89$; $p = 0,013$; $\eta_p^2 = 0,56$. Inga andra effekter var signifikanta.

Post hoc testning med avseende på interaktionseffekten mellan teknisk förutsättning och typ av position visade att deltagarna skattade det som signifikant svårare att hålla koll på rörliga jämfört med fasta positioner både vid förutsättningarna med inget GPS stöd (rörliga: $1,5 \pm 0,2$; fasta: $3,2 \pm 0,6$) ($p = 0,010$; $d = 1,48$) och vid begränsat GPS stöd (rörliga: $3,4 \pm 0,4$ fasta $3,8 \pm 0,3$) ($p = 0,021$; $d = 0,42$), men det var inte var någon skillnad vid fullt GPS stöd. Post hoc testet visade också att det var signifikant svårare att hålla koll på rörliga positioner vid förutsättningen med inget GPS stöd ($3,2 \pm 0,6$) både jämfört med begränsat GPS stöd ($3,9 \pm 0,3$) och fullt GPS stöd ($4,8 \pm 0,5$) (båda $p = 0,001$; $d_{begränsat\ GPS\ stöd} = 2,30$; $d_{fullt\ GPS\ stöd} = 3,86$), medan att det inte var någon signifikant skillnad de tre tekniska förutsättningarna när det gällde att hålla koll på fasta positioner.

Post hoc test med avseende på huvudeffekten av teknisk förutsättning visade att det skattades som signifikant svårare att hålla reda på riktning och avstånd med förutsättningen inget GPS stöd ($2,3 \pm 0,3$) både jämfört med begränsat GPS stöd ($3,6 \pm 0,4$) ($p < 0,001$; $d = 1,35$) och fullt GPS stöd ($4,7 \pm 0,5$) ($p = 0,013$; $d = 1,99$), medan det inte var någon signifikant skillnad mellan begränsat och fullt GPS stöd.

Huvudeffekten av typ av position berodde på att det skattades som signifikant svårare att hålla koll på rörliga ($3,2 \pm 0,3$) jämfört med fasta positioner ($3,9 \pm 0,4$) ($d = 0,79$).

Huvudeffekten av typ av uppgift berodde på att det skattades som signifikant svårare att hålla koll på avstånd ($3,3 \pm 0,3$) än riktning ($3,8 \pm 0,3$) till positionerna ($d = 0,54$).

^{vi} **Samverkan inom plutonen**

Deltagarna skattade två moment avseende samverkan inom plutonen under tiden som de rörde sig i terrängen med var och en av de tre tekniska förutsättningarna i ljus respektive i mörker: 1) Hur det var att kommunicera inom plutonen och 2) Hur det var att upprätthålla en gemensam lägesbild inom plutonen (1 = Mycket svårt – 7 = Mycket lätt). Skattningarna analyserades med trevägs variansanalys för upprepad mätning: 2 aspekter av samverkan (kommunicera, upprätthålla gemensam lägesbild) \times 3 tekniska förutsättningar (fullt GPS stöd, begränsat GPS stöd, inget GPS stöd) \times 2 ljusförhållanden (dagsljus, mörker).

ANOVA visade signifikant huvudeffekt av teknisk förutsättning, $F(2, 14) = 24,96$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,78$; signifikant interaktionseffekt mellan teknisk förutsättning och aspekt av samverkan, $F(2, 14) = 12,72$; $p = 0,001$; $\eta_p^2 = 0,65$; samt signifikant interaktionseffekt mellan aspekt av samverkan och ljusförhållanden, $F(1, 7) = 5,67$; $p = 0,049$; $\eta_p^2 = 0,45$. Inga andra effekter var signifikanta.

Post hoc test avseende huvudeffekten av teknisk förutsättning visade att samverkan inom plutonen skattades som signifikant lättare vid både fullt GPS stöd ($4,9 \pm 0,2$) och vid delvis GPS stöd ($4,0 \pm 0,3$) jämfört med vid inget GPS stöd ($3,0 \pm 0,2$) ($p_{delvis\ GPS\ stöd} < 0,001$ $d_{delvis\ GPS\ stöd} = 1,23$; $p_{inget\ GPS\ stöd} = 0,013$; $d_{inget\ GPS\ stöd} = 2,94$). Det var dock endast tendens till lättare vid fullt GPS stöd jämfört med delvis GPS stöd ($p = 0,089$; $d = 1,17$).

Post hoc test avseende interaktionseffekten mellan teknisk förutsättning och aspekt av samverkan visade det var signifikant lättare att upprätthålla en gemensam lägesbild inom plutonen vid fullt GPS stöd ($5,1 \pm 0,3$) både jämfört med begränsat GPS stöd ($3,8 \pm 0,5$) ($p = 0,035$; $d = 1,18$) och med inget GPS stöd ($2,2 \pm 0,3$) ($p < 0,001$; $d = 3,20$), samt signifikant lättare med begränsat GPS stöd jämfört med inget GPS stöd ($p = 0,031$; $d = 1,46$). Att kommunicera inom plutonen skattades dock endast som signifikant lättare med fullt GPS stöd ($4,7 \pm 0,3$) jämfört med inget GPS stöd ($3,8 \pm 0,4$) ($p = 0,043$; $d = 0,96$). Vid förutsättningen utan GPS stöd skattades det dessutom som signifikant lättare att

kommunicera inom plutonen jämfört med att upprätthålla en gemensam lägesbild inom plutonen ($p = 0,031$; $d = 1,51$).

Post hoc test avseende interaktionseffekten mellan aspekt av samverkan och ljusförhållanden visade inte några signifikanta skillnader. Detta kan förklaras av signifikansen ($p = 0,049$) och effektstorleken ($\eta_p^2 = 0,48$) på denna interaktionseffekt var svag.

vii **Att se informationen på GPS:en**

Deltagarna besvarade fyra frågor om hur det var att se informationen på GPS:en: 1) Att se informationen på displayen med avseende på kontrast och ljusstyrka, 2) Att se kartan, 3) Att se symbolerna på kartan, och 4) Att se vilken typ av symbol det var (plutonschef, gruppchef eller UPK) (1 = Mycket lätt – 7 = Mycket svårt). Dessa frågor ställdes både om användning av GPS:en i dagsljus och i mörker. Skattningarna analyserades med tvåvägs ANOVA för upprepad mätning: 4 frågor \times 2 ljusförhållanden (dagsljus, mörker).

ANOVA visade signifikant huvudeffekt av fråga, $F(3, 21) = 11,81$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,63$; samt tendens till interaktionseffekt mellan fråga och ljusförhållanden, $F(3, 21) = 2,79$; $p = 0,066$; $\eta_p^2 = 0,29$. Det fanns inte någon signifikant huvudeffekt av ljusförhållanden.

Post hoc test avseende huvudeffekten av fråga visade att det skattades som signifikant lättare att se kartan ($5,9 \pm 0,4$) både jämfört med att se symboler på kartan ($5,2 \pm 0,5$) ($p = 0,012$; $d = 0,99$) och att se vilken typ av symbol det var ($4,8 \pm 0,5$) ($p < 0,001$; $d_{se\ symboler} = 0,61$; $d_{se\ typ\ av\ symbol} = 0,99$), samt att det skattades signifikant lättare att se informationen på displayen ($5,7 \pm 0,5$) jämfört med att se vilken typ av symbol det var ($p = 0,002$; $d = 0,75$).

Post hoc test avseende tendensen till interaktionseffekt mellan frågor och ljusförhållanden visade att det skattades signifikant lättare att se vilken typ av symbol det var i mörker ($5,2 \pm 0,5$) jämfört med dagsljus ($4,4 \pm 0,5$) ($p = 0,020$; $d = 0,54$), samt tendens till att det skattades som lättare att se kartan i dagsljus ($6,2 \pm 0,3$) än i mörker ($5,8 \pm 0,5$) ($p = 0,080$; $d = 0,35$). Det var inte någon signifikant skillnad mellan skattningarna för att se displayen och symbolerna mellan dagsljus och mörker. Post hoc testet visade också att det i dagsljus skattades som signifikant lättare att se kartan ($6,2 \pm 0,3$) både jämfört med att se symbolerna ($5,0 \pm 0,4$) ($p = 0,010$; $d = 1,09$) och vilken typ av symboler det var ($4,4 \pm 0,5$) ($p = 0,001$; $d = 1,51$), samt tendens för högre skattningar för att se informationen på displayen ($5,6 \pm 0,4$) jämfört med att se vilken typ av symbol det var ($4,4 \pm 0,5$) ($p = 0,065$; $d = 0,96$). Det var inte någon signifikant skillnad mellan de fyra frågorna för skattningarna i mörker.

viii **Ljusstyrka, storlek och mängd information**

Deltagarna skattade hur de upplevde 1) displayens ljusstyrka, 2) displayens storlek, och 3) mängden information på displayens karta (1 = Mycket dåligt – 7 = Mycket bra). Skattningarna analyserades med tvåvägs variansanalys för upprepad mätning, 3 frågor \times 2 ljusförhållanden (dagsljus, mörker).

ANOVA visade signifikant huvudeffekt av fråga, $F(2, 14) = 4,31$; $p = 0,035$; $\eta_p^2 = 0,38$; samt signifikant interaktionseffekt mellan fråga och ljusförhållanden, $F(2, 14) = 4,83$; $p = 0,025$; $\eta_p^2 = 0,41$; men inte någon huvudeffekt av ljusförhållanden.

Post hoc testning med avseende på huvudeffekten av frågor visade inte några signifikanta skillnader mellan skattningarna på de tre frågorna. Post hoc testning med avseende på interaktionseffekten mellan frågor och ljusförhållanden visade att vid användning i

dagsljus skattades displayens storlek ($4,3 \pm 0,7$) som signifikant sämre än dess ljusstyrka ($6,1 \pm 0,3$) ($p = 0,043$; $d = 1,27$) och stark tendens till sämre än mängden information som visades på kartan ($5,3 \pm 0,5$) ($p = 0,054$; $d = 0,60$).