

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



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.

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

Gruppens informationshantering

Lägesuppfattning vid förflyttning

Titel	Lägesuppfattning vid förflyttning
Title	Situation awareness on the move
Rapportnr/Report no	FOI-R--3561--SE
Månad/Month	December
Utgivningsår/Year	2012
Antal sidor/Pages	45 p
ISSN	1650-1942
Kund/Customer	FoT
FoT område	Ledning & MSI
Projektnr/Project no	E36020
Godkänd av/Approved by	Christian Jönsson
Ansvarig avdelning	Informations- och Aerosystem

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

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

Sammanfattning

Denna rapport redovisar två studier av individers förmåga att skapa och bibehålla spatial lägesuppfattning under förflyttning. Med spatial lägesuppfattning avses här förmågan att på uppmaning kunna genomföra *invisning*, dvs peka ut riktningen till ett antal olika positioner (objekt i terrängen). Två studier har genomförts, en i stadsterräng med begränsat tekniskt stöd av GPS-mottagare vid invisning och en i skogsterräng med fullt tekniskt stöd av GPS-mottagare vid invisning. I skogsterräng uppmättes en signifikant skillnad i prestation mellan de som fick invisna med hjälp av GPS-mottagare och de som fick invisna utan, enbart med hjälp av sin individuella spatiala lägesuppfattning. Prestation vid invisning innebär i denna studie avvikelsen i grader från korrekt bäring till ett avlägset objekt utom synhåll, t.ex. en byggnad skymd av ett skogsparti. I bebyggelse var skillnaden mellan grupperna med och utan tekniskt stöd obetydlig, men i det fallet var också tillgången till det tekniska stödet begränsad då försöksdeltagarna bara hade tillgång till stödet under förflyttningsmomentet, inte under själva invisningen. Deras precision vid invisning var alltså lägre än för de som haft tillgång till det tekniska stödet även under invisning, vilket indikerar att tillgång till tekniskt stöd för lägesuppfattning under navigering inte är tillräckligt för en bra prestation – för att lyckas invisna noggrant behövs tekniskt stöd även under själva invisningen. En negativ effekt av tillgång till det tekniska stödet var att det tog signifikant längre tid att peka ut punkterna i terrängen med, jämfört med utan det tekniska stödet. Det exakta sambandet mellan tid och precision bör undersökas ytterligare.

Utan tekniskt stöd fanns en tydlig effekt av att precisionen försämrades under loppet av förflyttningen. En felvisning mellan 30 och 50 grader var vanlig. Tre olika typer av spatiala test utfördes för att undersöka om det fanns något samband mellan testerna och precision vid invisning. Testen var Santa Barbara Sense of Direction (SBSOD; självskattning), ett mentalt ”pappersvikningstest” och ett spatialt orienteringstest. Ett starkt samband mellan det spatiala orienteringstestet och precision vid invisning kunde fastställas.

Sammanfattningsvis kan det konstateras att den mänskliga förmågan att korrekt kunna skapa och bibehålla spatial lägesuppfattning rörande flera riktningar under förflyttning är mycket begränsad och individuellt varierande. Ett tekniskt stöd av typen GPS-mottagare med en bra kompass ger mycket goda effekter i termer av minskad avvikelse från korrekt riktning vid utpekning av mål.

Nyckelord: Spatial lägesuppfattning, navigering, Santa Barbara Sense of Direction test, arbetsbelastning, tekniskt stöd, spatiala test.

Summary

This report presents two studies of individuals' ability to create and maintain spatial orientation during movement. Spatial orientation is here referred to as the ability to estimate the direction to various positions (objects in the terrain). Two studies were conducted, one in urban terrain with limited support of a GPS-receiver when estimating the direction to different positions and one in wooded terrain where the participants received full support from the GPS-receiver when estimating the direction to different positions. In wooded terrain there was a significant difference in performance between those who got to estimate directions using a GPS-receiver, and those who did it without support. Performance is in this report the calculated error of indicated bearing in the relation to correct bearing, measured in degrees. In urban terrain the difference between the groups performance was insignificant. In the urban study, the participants had access to the GPS-receiver during navigation but not during the direction estimation task. This indicates that technical support for spatial orientation during navigation is not enough for a good performance – to succeed, technical support is needed during the actual direction estimation. A negative effect of having full access to the technical support was that it took significantly longer time to estimate the direction with than without the technical support. The relationship between task time and precision should be investigated further.

Without the technical support the performance deteriorates over distance. A mean error between 30 and 50 degrees was common. Three different types of paper-and-pencil spatial tests were performed to investigate whether there was any connection between any of the tests and performance. The three tests were the Santa Barbara Sense of Direction (SBSOD; self-assessment), a spatial visualization test (the Paper Folding Test) and a spatial orientation test (the Perspective Taking Test). A strong correlation between the spatial orientation test and performance could be established.

In summary it can be stated that the human ability to correctly maintain spatial orientation regarding multiple directions during movement is very limited and individually varied. A technical support like a GPS-receiver with a good compass provides very good effects in terms of reduced deviation from the correct bearing when estimating directions.

Keywords: Spatial awareness, navigation, Santa Barbra Sense of Direction test, workload, technical support, spatial test

Innehållsförteckning

1	Inledning	7
1.1	Navigation och Spatial lägesuppfattning.....	7
1.2	Tekniska hjälpmedel	9
1.3	Metoder för att mäta spatial förmåga.....	10
1.4	Arbetsbelastning	12
2	Studie 1	13
2.1	Syfte och frågeställningar	13
2.2	Metod	13
2.2.1	Deltagare.....	14
2.2.2	Utrustning.....	14
2.2.3	Design/Förutsättningar.....	15
2.2.4	Procedur.....	15
2.2.5	Prestationsmått	16
2.2.6	Tid, plats och väder.....	17
2.2.7	Dataanalys	17
2.3	Resultat	17
2.3.1	Deltagarnas bakgrund.....	17
2.3.2	Prestation	19
2.3.3	Mental arbetsbelastning, NASA-TLX	21
2.3.4	Egenskattning av spatial förmåga, SBSOD	21
2.3.5	Övriga subjektiva skattningar.....	22
2.4	Diskussion.....	24
3	Studie 2	26
3.1	Syfte och frågeställningar	27
3.2	Metod	27
3.2.1	Utrustning.....	27
3.2.2	Design/Förutsättningar.....	28
3.2.3	Prestationsmått	29
3.2.4	Tid, plats och väder.....	30
3.2.5	Procedur.....	30
3.2.6	Dataanalys	31
3.3	Resultat	31
3.3.1	Deltagarnas bakgrund.....	32
3.3.2	Prestation	32
3.3.3	Tilltro till GPS	34
3.3.4	Mental och fysisk belastning	35
3.3.5	Spatiala test och egenskattning av spatial förmåga.....	36
3.4	Diskussion.....	38

3.5	Slutsatser	39
4	Övergripande diskussion	40
5	Slutsatser	41
6	Referenser	42
	Bilaga A – Papperskarta Studie 1	44
	Bilaga B – Papperskarta Studie 2	45

1 Inledning

Under förflyttning med förväntad stridskontakt måste enskilda soldater kunna hålla reda på riktningen till ett antal positioner dvs. behålla sin spatiala lägesuppfattning. Dessa positioner kan, exempelvis, utgöras av brytpunkter för navigering, stridsparskamrater, sidogrupper, fordon, anfallsmål, mineringar eller någon annan form av hot. I nuläget förmedlas sådan information inom en grupp främst genom tal och/eller tecken. Tidigare studier har visat att olika typer av tekniska stöd (laserpekare, digitala kartor, tal, auditiva stöd för riktningssinvisning) för invisning har stor effekt på förmågan att peka ut mål (Hörberg & Sandberg, 2003; Andersson m.fl., 2005). Dessa studier har dock enbart tittat på hur väl olika former av tekniska stöd fungerar när det gäller att hitta och peka ut mål som är möjliga att upptäcka visuellt. Under förflyttning är det minst lika viktigt att kunna bibehålla sin lägesuppfattning gällande riktningar i händelse av t.ex. en sammanstöt. Studier från olika forskargrupper (se t.ex. Liben, Myers & Christensen, 2010 eller Magnusson, Rasmussen-Gröhn & Szymczak, 2011) och allmänna erfarenheter har påvisat svårigheter att behålla den spatiala lägesuppfattningen över längre tid och förflyttningar. Marknaden erbjuder idag ett flertal olika system som påstås kunna stötta sådan lägesuppfattning (t.ex. tyska Infanterist der Zukunft¹ eller franska FELIN²). Många av de påståenden som görs rörande systemens positiva inverkan på lägesuppfattning saknar dock 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. I denna rapport presenteras två olika studier som undersökt effekten av att ha olika grader av tillgång till ett tekniskt stöd i form av GPS-mottagare för att uppnå och bibehålla den spatiala lägesuppfattningen under ett förflyttningsmoment.

1.1 Navigation och Spatial lägesuppfattning

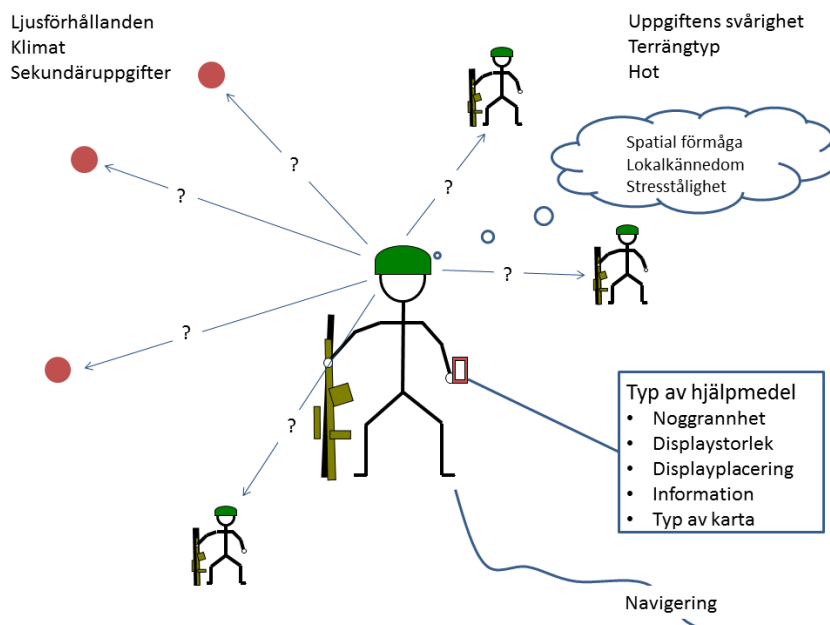
Denna rapport fokuserar på förmågan att uppnå och bibehålla lägesuppfattning gällande ett antal riktningar till platser/objekt under förflyttning mellan olika punkter i terrängen. Uppgiften kan alltså sägas vara indelad i två moment, förmågan att *navigera* och förmågan att bibehålla *spatial lägesuppfattning*. Att navigera handlar om att först orientera sig (vart är jag nu och åt vilket håll tittar jag) för att sedan bestämma sig för en rutt för att ta sig till ett mål (Ishikawa, Fujiwara, Imai & Okabe, 2008). Till hjälp för navigering har vi vår kunskap om omgivningen (interna representationer) och hjälpmedel som kartor eller GPS (externa representationer) (ibid.). För att kunna navigera framgångsrikt krävs en viss spatial lägesuppfattning. Spatial lägesuppfattning avser förmågan att orientera sig i förhållande till andra föremål eller platser (Wolbers & Hegarthy, 2010). I sin mest rudimentära form inbegriper det rumsliga riktningar som upp, ner, höger, vänster osv. I det fall vi avser här handlar det om att kunna skapa och upprätthålla en ”kognitiv karta” (Tolman, 1948) och omsätta den till verkligheten. För att kunna navigera räcker det i regel att kunna fastställa en riktning (måldestinationen) och sedan bibehålla denna till dess att målet är nått. Det är dock inte tillräckligt i de flesta militära situationer där det gäller att även kunna fastställa och bibehålla andra riktningar, som egna och fiendliga enheters positioner. Rent kognitivt är problemet att kunna hålla ordning på ett antal riktningar under förflyttning, något som ställer höga krav på spatial förmåga och förmåga att tolka och omsätta information i olika former av kartor (digitala såväl som analoga). Erfarenhet från tidigare studier vid FOI (Hörberg & Sandberg, 2003; Andersson m.fl., 2005; Andersson, Hörberg & Sandberg, 2006, 2007; Hellgren m.fl., 2011) och annan forskning (se t.ex. Downs, 1981; Thorndyke & Hayes-Roth, 1982; Wolbers & Hegarthy, 2010; Ishikawa m.fl., 2008; Liben m.fl., 2010; Prestopnik & Roskos-Ewoldsens, 2000; Waller, Montello,

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

Richardson & Hegarty, 2002) har gjort det möjligt att skapa en arbetsmodell av faktorer som kan tänkas påverka en individs förmåga att navigera och samtidigt vara medveten om riktningen till flera positioner. Dessa kan kopplas till tre olika områden (Figur 1):

- Individens förmåga
 - Spatial lägesuppfattning. Individens förmåga att förstå hur fysiska objekt i omgivningen relaterar till varandra (och individen) på ett korrekt sätt.
 - Lokalkännedom. Hur väl individen är bekant med området som denne vistas i.
 - Stresstålighet. Hur påverkad individen blir av att sköta olika uppgifter under hög arbetsbelastning (t.ex. navigera samtidigt som denne letar efter hot).
- Det tekniska stödet
 - Typ av hjälpmedel. Typen av stöd, t.ex. papperskarta och kompass, GPS, GPS med koppling till andra ledningsstödsystem osv. Här går det också att tänka sig ett stort antal varianter för informationspresentation i former av t.ex. haptiska givare, ljud osv. *I detta projekt avgränsar vi stödet till olika former av displayer för visuell presentation.*
 - Noggrannhet. Hur exakt det tekniska stödet kan positionera och ange riktningar.
 - Displaystorlek och upplösning. Hur stor display stödet har för att presentera information och hur tydligt det går att göra detta.
 - Displayplacering. Var displayen är placerad (t.ex. på armen, på vapnet, vid ögat eller helt fritt).
 - Information. Vilken typ av information går att få från stödet?
 - Typ av karta. Vilken typ av karta finns att tillgå? Satellitbild, terrängkarta, fastighetskarta osv. Tillgängliga skalor. Olika kartor har olika fördelar beroende på i vilken miljö individen verkar.
- Kontexten
 - Uppgiftens svårighet. Hur komplex är navigeringsuppgiften och hur många riktningar måste individen hålla reda på samtidigt?
 - Terrängtyp. Vilken typ av terräng rör sig individen i? Sikt och hinder som måste passeras har troligen avgörande betydelse för behovet av tekniskt stöd. Stadsterräng kan eventuellt vara en faktor som underlättar navigation då gator och landmärken i stadsmiljön kan göra det lättare att uppfatta vädersträck och egen position relativt olika punkter.
 - Ljushöjdhållanden där totalt mörker (0,0001–0,001 Lux) är den svåraste förutsättningen och att normalt dagsljus motsvarande en lätt mulen dag (10000–250000 Lux) är det enklaste.
 - Klimat. Regn, snö, blåst, sol, extrema temperaturer osv påverkar troligen hur svårt det är att navigera, både pga. att siktpöbel kan uppstå men även pga. det påverkar de fysiska förutsättningarna för att hantera utrustning mm.
 - Hot. Det upplevda hotet mot individen kan påverka förmågan att koncentrera sig på navigationsuppgiften.
 - Sekundäruppgifter. Om individen måste hantera flera uppgifter som kräver uppmärksamhet samtidigt finns det risk att navigationsuppgiften blir lidande.



Figur 1: Grundläggande modell för problematiken gällande lägesuppfattning.
De röda cirkarna föreställer mål och gubbarna stridskamrater.

I detta arbete undersöks effekten av att ha ett tekniskt stöd vid utpekning av riktningar till olika objekt som inte kan ses från utpekningsplatsen. Övriga faktorer har i möjligaste mån hållits konstanta eller mätts med så stor noggrannhet som möjligt för att relationen mellan prestation och faktorer skall kunna fastställas. De övergripande frågeställningarna har varit:

- Med vilken noggrannhet går det att peka ut riktningen till ett antal positioner enbart utifrån en minnesbild under förflyttning med navigeringsuppgift?
- På vilket sätt påverkar tillgång till tekniskt stöd (GPS + elektronisk kompass) hur noggrant det går att peka ut riktning till olika objekt eller positioner?
- Hur påverkas precision vid invisning och den mentala arbetsbelastningen av att antalet positioner som ska pekas ut ökar?
- Hur påverkas precisionen vid invisning och den mentala arbetsbelastning av tillgång till tekniskt stöd vid invisning jämfört med utan stöd?
- Finns det något spatialt test som kan fungera som prediktor för förmågan att peka ut riktningar till ett antal positioner?

För att besvara dessa frågor har två studier genomförts i olika typer av terräng (stadsterräng och skogsterräng) med varierande grad av tekniskt stöd. Analys av sambandet mellan resultatet på ett antal olika test på spatial förmåga (förmåga att korrekt orientera sig i rummet) och försöksdeltagarnas precision vid invisning gjordes..

1.2 Tekniska hjälpmedel

Ett möjligt problem vid användande av tekniska navigationshjälpmedel är att de tar fokus från omgivningen eller att navigeringsuppgiften tar överhand. Detta kan leda till att användaren inte skapar sig en lika god bild av området som den rör sig igenom, som den skulle ha gjort utan hjälpmedlet. Detta kan dels bero på att de litar överdrivet mycket på hjälpmedlet och dels på att deras egen förmåga inte behövs i lika stor utsträckning när navigeringsinformationen ges i en display. Krüger, Aslan och Zimmers (2004) tester visar att vid användning av ett mobilt navigationssystem fick alla försöksdeltagare svårt att i

efterhand bygga upp en egen mental karta av omgivningen för att avgöra hur objekt förhåller sig till varandra. I ett försök som genomfördes vid FOI hösten 2011 (Hellgren m.fl., 2011) leddes deltagarna fram till olika stationer där de skulle peka ut riktningar till olika platser. I det försöket trodde deltagarna att det hade varit lättare att peka ut riktningar om de själva fått navigera med en karta eller GPS. Detta antagande tycks dock inte vara berättigat. Ishikawa m.fl. (2008) testade just detta i en studie för att se skillnader i personers navigeringsbeteende och erhållen spatial kunskap (kunskap om rutten de precis vandrat) om de fick en GPS, en papperskarta eller direkt erfarenhet (leddes runt banan). Deltagarna fick vid målet peka ut sin startposition. Det fanns ingen skillnad mellan de tre grupperna när det gällde att nå fram till målet. När det gäller utpekning av startplatsen presterade de med GPS signifikant sämre än deltagarna med direkt erfarenhet. Även om deltagarna i Ishikawa m.fl. (2008) studie aldrig uttalade sig om vilken metod som skulle vara bättre för att kunna minnas riktningarna så pekar resultatet i deras studie emot vad deltagarna i 2011 års försök trodde (Hellgren m.fl., 2011). Willis, Hölscher, Wilbertz och Lis (2009) studie visade att personer som använde mobila kartor och hade direkt erfarenhet av miljön presterade sämre än papperskartanvändare (som bara studerat en karta och inte besökt omgivningen) när det gällde uppskattning av ruttens längd samt att deras prestation vad det gällde utpekning av platser varierade mer än vad prestationen gjorde hos deltagare som använde papperskarta. De som studerat papperskartan fick troligen ett annat perspektiv över miljön än de som vandrat genom området, där fågelvyn var till fördel mot direkt erfarenhet.

1.3 Metoder för att mäta spatial förmåga

Sense of direction (SOD) är ett mått på vår spatiala förmåga i omgivningen, mer eller mindre ekvivalent med vad vi i Sverige kallar lokalsinne. Redan på 1970-talet utvecklade Kozlowski & Bryant (1977) ett självskattningsmått av SOD. Deras studie visade att egenskattad SOD visade på samband med spatial orienteringsförmåga. Personer som skattat ett bra SOD presterade bättre än de som skattat ett lågt SOD när det gällde att peka ut byggnader (som inte var synliga för deltagarna) i en välbekant miljö. Hegarty, Richardson, Montello, Lovelace & Subbiah (2002) utförde under flera år studier för att ta fram en självskattningskala av SOD. Det resulterade i Santa Barbara Sense of Direction Scale (SBSOD) en skala som relaterar till uppgifter som kräver en uppdatering av position efter förflyttning. Skalan korrelerar med prestation på uppgifter så som att orientera sig i omgivningen snarare än att uppskatta avstånd eller att rita kartor. Skattningar med SBSOD korrelerar även högre med spatial kunskap som är inhämtad genom direkt erfarenhet i omgivningen än spatial kunskap inhämtad från kartor.

Självskattningsstudier rörande spatial förmåga har i flera fall varit ett bra prediktionsmått för objektiva mått av lokalsinne/orienteringsförmåga (Hegarty m.fl., 2002; Kozlowski & Bryant, 1977). Prestopnik & Roskos-Ewoldsens (2000) studie av skattningar med SBSOD och invisning av startplats efter en mental navigering visade att SBSOD predicerade orienteringsförmåga men att precisionen i utpekningen predicerades av kön och hur välbekant miljön var. I en studie med kartnavigering, GPS-navigering och direkt erfarenhet presterade deltagare med hög spatial förmåga som navigerade med hjälp av karta bättre genom att de navigerade kortare rutter och gjorde mindre felskattningar mot sin startposition än deltagare med lägre spatial förmåga, ingen skillnad fanns för de två andra grupperna (Ishikawa m.fl., 2008). Heth, Cornell och Flood (2002) argumenterar dock för att SBSOD kanske kan predicera prestation i välbekanta omgivningar, men inte när det gäller okänd omgivning.

Hegarty m.fl. (2002) fann en väldigt liten skillnad beroende på om försökspersoner skattade SBSOD före eller efter försöket. Heth m.fl. (2002) studie på både barn och vuxna visade istället en signifikant skillnad i skattning av SBSOD före och efter ett navigeringsexperiment. Män skattade sin egen spatiala förmåga högre före experimentet än efter, medan kvinnor och barn skattade sin spatiala förmåga högre efter experimentet.

Pappersvikningstestet (The Paper Folding Test; Ekstrom, French & Harman, 1976) är ett papperstest av spatial visualiseringsförmåga. Testet består av 20 uppgifter. Varje uppgift visar en serie bilder hur ett papper viks flera gånger på den sista bilden visas ett hål som slagits genom det vikta pappret (se till vänster i Figur 2). Försöksdeltagaren får se fem svarsalternativ som visar det utvikta pappret med olika många hål och positioner för hålen (se till höger i Figur 2). Försöksdeltagarens uppgift är att avgöra vilket av alternativen som är korrekt. Testet har visat sig kunna predicera prestation under användning av karta för att lokalisera egen position samt peka ut byggnader som inte var synliga från den position som försöksdeltagaren pekade från (Liben m.fl., 2010).



Figur 2: En av uppgifterna i pappersvikningstestet. Svarsalternativ B är korrekt. (Ekstrom, French & Harman, 1976)

The *Perspective Taking Test* (Kozhevnikov & Hegarty, 2001; Hegarty & Waller, 2004) är ett test av spatial orientering. Testet består av 12 uppgifter. I varje uppgift får deltagaren en instruktion om att den står vid ett visst objekt, tittar mot ett annat och deltagaren ska avgöra vinkeln till ett tredje objekt. För varje uppgift visas samma sju objekt, bara platserna deltagarna ska föreställa sig vid ändras. Deltagarens uppgift är att rita in vinkeln från den tänkta plats som deltagaren står på mot det angivna objektet i en cirkel (Figur 3). Utfallet av varje uppgift är differensen mellan den ritade riktningen och den korrekta vinkeln angett i grader.



Figur 3: En bild över hur testet ser ut. Från (Kozhevnikov & Hegarty, 2001; Hegarty & Waller, 2004)

1.4 Arbetsbelastning

NASA-TLX (Task Load Index) (Hart & Staveland, 1988) är en subjektiv metod där försökspersoner själva skattar följande sex olika dimensioner av sin mentala belastning på en skala från 0–100: mentala krav, fysiska krav, tidspress, prestation, ansträngning och frustration. Beräkningen av den mentala arbetsbelastningen baseras på viktade medelvärden av respektive dimension, där vikten för varje enskild dimension utgår från den studerade personens subjektiva skattning av respektive dimensions betydelse för den specifika situationen (Hart & Staveland, 1988). Genom att använda samma vikt för samtliga dimensioner vinner man dock i enkelhet och tydlighet och förlorar inte mycket i exakthet. Dessutom kan dimensionen prestation utlämnas, med motiveringen att den inte är relaterad till övriga dimensioner (Castor m.fl., 2003; Alfredson, Oskarsson, Castor & Svensson, 2003, 2004). Trots att skalan är välanvänd och ansedd är det få studier som har försökt att definiera ett tröskelvärde för när arbetsbelastningen är för hög (Bowman & Thomas, 2009; Hart, 2006). Skalan kan med fördel användas för att jämföra om grupperna upplevt olika hög belastning i olika uppgifter.

Självskattad mental arbetsbelastning innebär att försökspersonerna helt enkelt skattar hur mentalt belastade de känner sig på en skala 1 – 7. Denna metod är enkel och har god korrelation med övriga metoder och används därför ofta på FOI (Nählinder & Berggren, 2002).

2 Studie 1

Studie 1 syftade till att undersöka hur väl det är möjligt att visa in riktning till olika positioner bortom synfältet under förflyttning med eller utan tekniskt stöd. I denna studie varierades både graden av tekniskt stöd och antalet objekt som skulle visas in. Försöksdeltagarna fick i samtliga fall titta på en papperskarta med de olika positionerna som skulle invisas innan de började navigera. Därefter navigerade de mellan olika stationer där de skulle peka ut riktningen till olika positioner. I en av förutsättningarna fick de under själva förflyttningen tillgång till en GPS-mottagare (från och med nu GPS) som visade egen position, riktning till nästa station, samt de olika positionerna som skulle visas in. I den andra förutsättningen fick de endast tillgång till GPS som visade egen position och riktning till nästa station. Skillnaden låg alltså i den information som visades för dem under själva förflyttningen. De fick de inte använda GPS:en under själva invisningstillfället, bara under förflyttningen. Detta för att simulera t.ex. en sammanstötning i ett militärt sammanhang. Vid ett sådant tillfälle kommer soldaten på grund av tidspress, stress och behovet av att behålla fokus på omgivningen troligen inte hinna använda sitt tekniska stöd utan måste förlita sig på sin egen spatiala förmåga och minnesbild av hur omgivningen ser ut. En annan viktig faktor är hur antalet positioner som skall visas in påverkar prestationen – är det så att flera positioner som ska pekas ut leder till sämre prestation? Som prestationsmått användes avvikelse från korrekt riktning i grader. Totalt användes tre olika förutsättningar i studien:

1. Utan GPS 3-punkter: Invisning av tre punkter vid sex stationer utan information om punkterna i GPS.
2. Med GPS 3-punkter: Invisning av tre punkter vid sex stationer med information om punkterna i GPS.
3. Med GPS 5-punkter: Invisning av fem punkter vid sex stationer med information om punkterna i GPS.

2.1 Syfte och frågeställningar

Det övergripande syftet med studien var att undersöka lägesuppfattning vid förflyttning, hur den påverkas av tillgång eller icke-tillgång till GPS, samt om prestationen försämras när antal positioner som skall hanteras ökas. Mer specifikt har frågeställningarna varit:

- Med vilken noggrannhet går det att ange riktningen till ett antal positioner enbart utifrån en minnesbild under förflyttning med navigeringsuppgift?
- Påverkas prestationen av att positionerna visas på navigeringshjälpmedlets karta under förflyttningsmomentet?
- Påverkas prestationen av att antalet positioner ökar?
- Påverkas den mentala arbetsbelastningen av att mer information finns tillgänglig i navigeringshjälpmedlet under förflyttning?
- Finns samband mellan självskattat "lokalsinne" SBSOD och prestationen på invisningsuppgiften?

2.2 Metod

Försöket genomfördes i tätbebyggt område med 18 deltagare. *Försöksdeltagarnas uppgift var att navigera med den primära uppgiften att minnas och vid kommando uppge riktning till tre eller fem positioner beroende på förutsättning.* Deltagarna delades in i tre grupper/förutsättningar om sex personer i varje grupp i enlighet med förutsättningarna beskrivna i 2.2.3 nedan.

2.2.1 Deltagare

I försöket medverkade 18 personer, fem kvinnor och tretton män. Åldern varierade mellan 21-48 år med en medelålder på 30,7 år. Försöksdeltagarna rekryterades både genom annonsering på campus Valla i Linköping eller var anställda vid FOI, Linköping, s.k. *convenience sample*. För deltagande gavs ett arvode på 350 kr inklusive skatt.

2.2.2 Utrustning

En papperskarta från Linköpings kommun användes för att deltagarna skulle kunna skapa sig en bild av området. En GPS (Garmin GPSmap 60 CSx) användes för navigering, samt som stöd under två av förutsättningarna. En avstånds- och vinkelmätare med inbyggd elektronisk kompass (PLRF) från Vectronix AG användes för att mäta den riktning deltagarna pekade åt.

2.2.2.1 Papperskarta

Papperskartan som användes vid startplatsen för att deltagarna skulle få möjlighet att orientera sig och få en överblick av området (för att senare kunna minnas och peka ut positionerna) var framtagen med hjälp av Linköpings kommuns kartdatabas³ (Figur 6). Deltagarna fick dock aldrig se sin navigeringsrutt på papperskartan). Kartan skrevs ut från databasen och bilder på positionerna limmades fast på kartan i efterhand.

2.2.2.2 PLRF

Ett avstånds- och vinkelmätande instrument från Vectronix AG, kallat PLRF 15C, användes för att få kompassriktningen på deltagarnas invisning. Instrumentets laseravståndsmätare användes inte. Baringen mättes genom att försöksdeltagarna riktade hårkorset i siktet mot en referenspunkt i terrängen, tryckte på en knapp på instrumentets ovansida och sedan släppte den direkt. I siktet ses då kompassriktningen (se Figur 4). Deltagarna fick före start träna på detta så länge de önskade. Instrumentets noggrannhet är cirka 4 grader.

2.2.2.3 GPS

För att navigera till de sex olika brytpunkterna (härifrån benämnt som stationer) blev alla deltagare utrustade med en Garmin GPSmap 60CSx (Figur 5). Som kartunderlag användes "Friluftskartan PRO V2". Deltagarna fick studera GPS-kartan stillastående och överlämna den till försöksledaren under färd. När deltagarna kände sig osäkra kunde de be försöksledaren att få titta på GPS:en. Det fanns ingen begränsning för hur ofta eller hur länge de fick studera GPS:en men de var rekommenderade att använda den vid behov, samt förutsättning 2 och 3 (där punkterna som skulle visas presenterades på GPS:ens display) för att uppdatera sin lägesbild av riktningen till positionerna som skulle pekas ut.

³ <http://kartan.linkoping.se/> - inhämtad 2012-05-08.



Figur 4: Bild tagen genom sikte på PLRF som är riktad i Sydöstlig riktning (171°).



Figur 5: Bild på Garmin GPSmap 60CSx.

2.2.3 Design/Förutsättningar

Försöket genomfördes med mellangrupsdesign. Sex deltagare ingick i varje förutsättning. Tre olika förutsättningar som handlade om hur mycket information som visades på GPS-displayen och olika många positioner att minnas testades. Alla deltagare fick navigera samma sträcka bestående av startplatsen och sex stationer. Försöksdeltagarna ombads att peka ut riktningen till de olika punkterna vid varje station samt startplatsen. Sträckan var 2800 meter fågelvägen och cirka 4000 meter till fots.

De tre olika förutsättningarna var:

- Utan GPS 3-punkter: Innan navigeringen fick deltagarna se sin startposition samt två positioner (Kyrkan & Undergången vid E4) på en papperskarta (Bilaga A). De fick sedan hålla positionerna i minnet och navigera med hjälp av GPS:n.
- Med GPS 3-punkter: Innan navigeringen fick deltagarna se sin startposition samt de två positionerna (Kyrkan & Undergången vid E4) på papperskartan (Bilaga A). De fick en GPS till navigeringshjälp och på kartan i GPS:n var positionerna utmärkta.
- Med GPS 5-punkter: Innan navigeringen fick deltagarna se sin startposition samt fem positioner att hålla reda på. På papperskartan fick de innan navigeringen se sin startposition samt fyra positioner (Kyrkan, Undergången vid E4, Avfarten och Bussrondellen).

2.2.4 Procedur

Deltagarna fick initialt fylla i en bakgrundsenkät, en sammanfattning av deras förmågor och erfarenheter samt självskattningsenkäten av lokalsinne, SBSOD (se 2.2.5.1 nedan).

De fick sedan se en papperskarta över Malmslätt (se bilaga A) med markerade positioner som de skulle minnas. De fick studera kartan i några minuter för att skapa sig en förståelse för området och de punkter som de skulle kunna peka ut. Sedan fick de lämna ifrån sig kartan och peka ut riktningen till positionerna, först med handen och sedan fick de själva mäta riktningen med PLRF. De fick svara på hur säkra de kände sig över sin egen invisning på skalan 1-7, där 1 betyder "Mycket osäker" och 7 betyder väldigt säker.

Därefter fick de se ett fotografi av stationen för att lättare kunna känna igen den när de närmade sig. De fick studera GPS:en under en kort stund för att se rutten till den första stationen av sex. När de studerat rutten gav de tillbaka GPS:en till försöksledaren och började gå mot stationen. När de kände sig osäkra stannade de och fick då tillbaka GPS:en från försöksledaren så att de kunde titta på displayens karta. I samband med detta gjorde

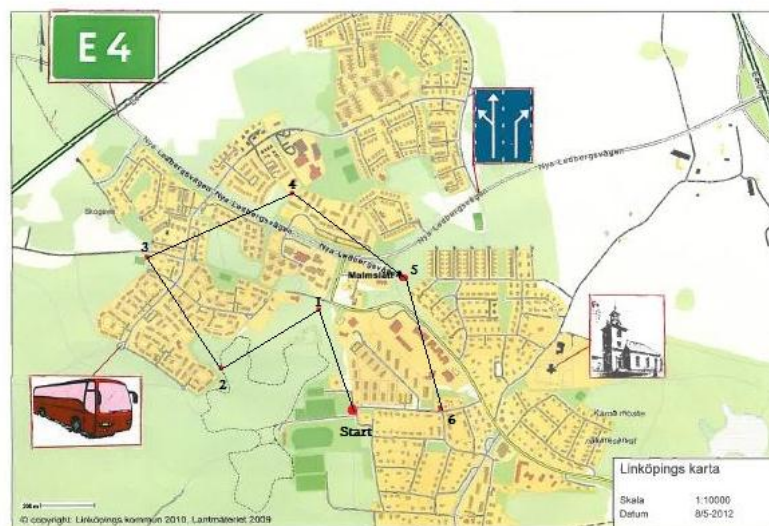
försöksledaren en notering om att de tittade på kartan. När de tittat klart gav de tillbaka GPS:en till försöksledaren och fortsatte att gå.

När deltagarna meddelade att de hittat stationen visade försöksledaren var de skulle stå för att peka ut riktningen (dvs. alla deltagare stod vid invisning på samma positioner). Där återupprepades samma procedur, de fick peka ut riktningen till positionerna först med handen och sedan med PLRF. De fick sedan se ett fotografi av nästa station och studera rutten i GPS:en. När de pekat ut samtliga punkter fick de besvara en fråga rörande hur säkra de kände sig vid invisningstillfället. Skalan som användes gick från 1 till 7 där 1 var "Mycket osäker" och 7 var "Väldigt säker".

När den sjätte och sista stationen nåddes fick de en avslutande enkät, innehållande frågor om sin egen prestation, svårigheter samt arbetsbelastning.

2.2.4.1 Navigeringsrutt

I alla tre förutsättningarna användes samma navigeringsrutt. Navigeringen startade vid idrottsplatsen och fortsatte genom ett skogsparti samt genom ett bostadsområde. Sträckan korsade den stora genomfartsleden två gånger och gick genom olika bostadsområden (Figur 6). Deltagarna instruerades att prioritera att komma ihåg positionerna de skulle peka ut vid stationerna. Innan deltagarna började navigera fick de information om och se en bild av varje station, ett slags kännetecken för att lättare kunna känna igen stationen.



Figur 6: Navigeringsrutten samt alla positioner.

2.2.5 Prestationsmått

Själva navigeringen var inte av forskningsintresse utan fokus var att undersöka hur deltagarna använde sig av kartan i GPS:en för att kunna peka ut riktningen till positionerna (invisning). För varje försöksdeltagare samlades data in för:

- Deras uppskattade riktning till positionerna (invisning). Vid varje station beräknades ett medelfel för deras avvikelse. Den korrekta riktningen till punkterna från respektive station beräknades i programmet Garmin Basecamp. stationernas koordinater mättes in med samma GPS som försökspersonerna använde, samt verifierades på karta.
- Hur ofta de tittade på kartan.
- Hur säkra de var på sina invisningar.

2.2.5.1 Enkäter

Innan försöket startade fick deltagarna fylla i en enkät om sig själva, sina färdigheter och tidigare erfarenheter vad det gäller navigering, kartläsning samt vistelse i skog och mark samt skatta sitt eget lokalsinne (Santa Barbara Sense of Direction Scale; Hegarty m.fl., 2002). Efter försöket fick de skatta hur de upplevt informationen som presenterats i GPS-displayen och hur de hade resonerat under tiden de navigerat (genom prioriteringar bland uppgifter samt fritextsvar). De fick även fylla i en enkät om hur de upplevde sin mentala arbetsbelastning, för detta användes en validerad enkät NASA TLX (Hart & Staveland, 1988) där man först får skatta sin mentala arbetsbelastning på sex olika skalor och sedan vikta vad som haft den största inverkan på den mentala arbetsbelastningen. Det beräknade värdet ger en mental arbetsbelastning från obefintlig till extremt hög (på skalan: 0 – 100).

De två engelska enkäterna (SBSOD och NASA-TLX) var översatta till svenska.

2.2.6 Tid, plats och väder

Försöket genomfördes i Malmslätt, ett villasamhälle i Linköping. Det är ett tätbebyggt område som består av en blandning av parhus, villor, hyreshus, park- och skogsmark. Försöken genomfördes under maj och juni 2012. Under försöken varierade vädret längs hela skalan från strålande sol till ösregn, men vädret tycks inte haft någon större inverkan på försökspersonernas prestation.

2.2.7 Dataanalys

Prestationsdata avseende avvikelse vid invisning i grader från korrekt riktning, antal gånger de tittat på displayen, samtliga enkätsvar på skalan 1-7, NASA-TLX (0-100) samt kontinuerliga svar i enkäten (ålder och tjänstgöringstid) har analyserats med variansanalys (ANOVA). Design för variansanalys anges separat för respektive analys. Vid brott mot sfäriskhet anges Greenhouse-Geisser korregerat p-värde. För eftertest av mellangruppskillnader avseende huvudeffekter har Tukey HSD använts och för övriga eftertest har Sidaks test använts.

Eftersom försöket genomfördes med små grupper krävs relativt stora skillnader för att visa statistiskt signifikanta resultat, därför anges även tendenser till skillnader i resultatredovisningen ($0,05 \leq p \leq 0,10$).

Vid korrelationsanalys rapporteras Pearsons korrelationskoefficient. Vid korrelationsanalys av precision av invisning och övriga prestationsmått och enkätdata har medelvärden av invisningarna vid station 2 till station 6 använts. Detta eftersom avvikelsen vid start var signifikant lägre och till viss del även prestationen vid station 1 även om denna skillnad inte var signifikant. Invisningarna från station 2 till station 6 ansågs också mest representativa eftersom deltagarna inte längre kunde lita till initial information om riktningen till de positioner de skulle peka ut, utan nu i större utsträckning behövde lita till sin spatiala förmåga.

2.3 Resultat

Företsättningarna redovisas nedan som Med GPS 3-punkter, Med GPS 5-punkter och Utan GPS 3-punkter. Nedan presenteras deltagarnas bakgrundskunskaper, prestation och subjektiva skattningar.

2.3.1 Deltagarnas bakgrund

Eftersom försöket genomfördes med mellangrupsdesign, dvs. en grupp för respektive förutsättning, gjordes analys av bakgrundsdata för att undersöka om det fanns skillnader mellan individerna i de tre grupperna. T.ex. kan militär erfarenhet eller erfarenhet av

orientering vara faktorer som påverkar förmågan att orientera sig. Detta gjordes primärt för att kunna identifiera deltagare som kan ha påverkat resultatet kraftigt genom att de avviker från deltagarnas genomsnittliga erfarenhet på ett markant sätt.

2.3.1.1 Militär tjänstgöring

Av de 18 personer som deltog hade åtta genomgått militär tjänstgöring. Fördelningen av hur många i respektive försöksgrupp som gjort militär tjänstgöring visas i Tabell 1.

Tabell 1. Antal deltagare i respektive försöksgrupp som genomgått militär tjänstgöring.

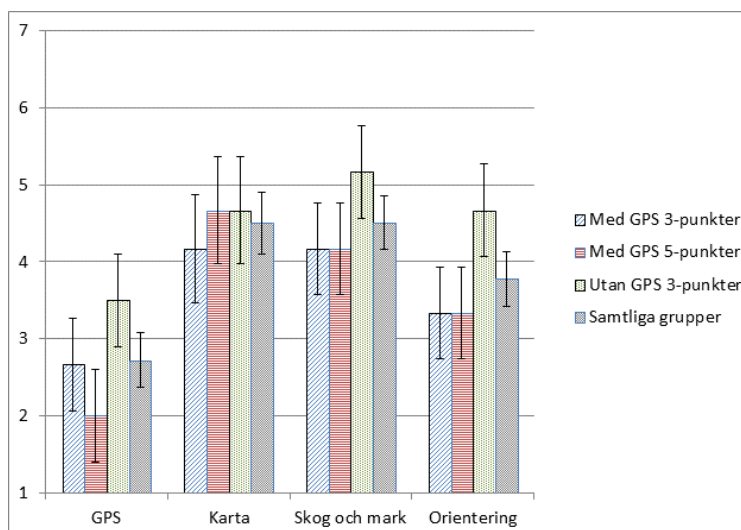
		Tjänstgjort	
		Nej	Ja
Med GPS 3-punkter	Antal	5	1
Med GPS 5-punkter	Antal	3	3
Utan GPS 3-punkter	Antal	2	4
Totalt antal		10	8

Av de deltagare som hade genomgått militär tjänstgöring var den genomsnittliga tjänstgöringstiden 23,3 månader. Medelvärde när även de som inte gjort militär tjänstgöring inkluderas var 10,3 månader. Medelvärde och standardavvikelse för tjänstgöringstid för respektive försöksgrupp var (inklusive dem som inte gjort militärtjänst): Med GPS 3-punkter: $1,7 \pm 4,1$ månader; Med GPS 5-punkter: $5,2 \pm 6,3$ månader; Utan GPS 3-punkter: $24,2 \pm 47,2$ månader. En envägs ANOVA visade inte någon signifikant skillnad mellan grupperna. Anledningen till att variansanalys inte visar signifikant skillnad trots det betydligt högre medelvärdet för förutsättningen Utan GPS 3-punkter är att det endast var en individ i denna grupp, med tjänstgöringstid på 23,3 månader som bidrog till denna skillnad. Eftersom detta innebär brott mot normalfördelning gjordes även icke-parametrisk testning med Kruskal-Wallis test, vilket inte heller visade någon signifikant skillnad mellan de tre grupperna. Plottning av data på individnivå visade dock att deltagaren med större militär erfarenhet inte presterade bättre än övriga deltagare.

2.3.1.2 Erfarenhet av liknande uppgifter

En ANOVA mixad design (3 försöksgrupper $\times$ 4 frågor) av deltagarnas skattningar av sin erfarenhet av GPS, vana vid karta, vana vid skog och mark och vana vid orientering (1 = Obefintlig – 7 = Hög) visade signifikant huvudeffekt av fråga, $F(3, 45) = 19,2$; $p < 0,001$, men ingen signifikant huvudeffekt av försöksgrupp eller interaktionseffekt mellan försöksgrupp och fråga.

Dvs. det fanns inte någon signifikant skillnad mellan de tre försöksgrupperna. Eftersom skillnaden mellan de tre frågorna är mindre intressant redovisas inte eftertest avseende dessa.



Figur 7. Skattningar av erfarenhet av GPS, karta, skog och mark, samt orientering och navigering (1 = låg – 7 = hög). Grafen visar medelvärde och standardfel för var och en av frågorna för respektive försöksgrupp, samt för samtliga deltagare på respektive fråga.

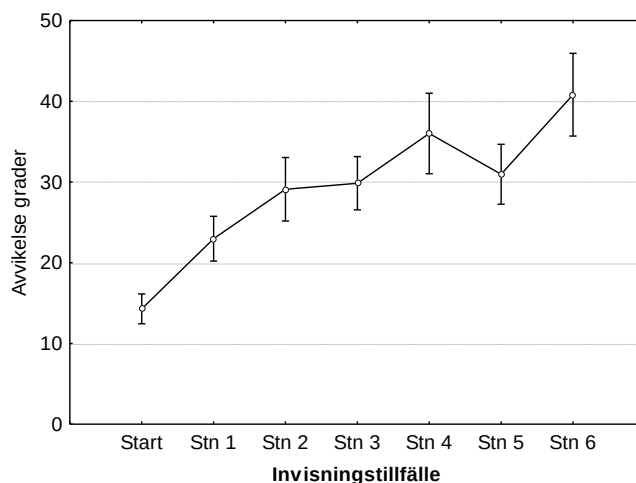
Deltagarnas kännedom om Malmslätt (1 = Obefintlig – 7 = Hög) var låg, totalt medel och standardavvikelse var: $2,2 \pm 0,9$. En Univariat ANOVA visade inte någon signifikant skillnad mellan försöksgrupperna.

2.3.2 Prestation

Deltagarnas prestation vid invisning i avvikelse från korrekt riktning, hur ofta de använde kartan, skattnings av den egna precisionen, hur ofta de tänkte på positionerna och vad de prioriterade presenteras nedan.

2.3.2.1 Avvikelse vid invisning

Deltagarnas prestation avseende avvikelse vid invisningen anges som medelfel i grader vid varje station. Resultaten analyserades med tvåvägs ANOVA mixad design (3 försöksgrupper $\times$ 7 invisningstillfällen), med försöksgrupper som mellangrupsvariabel och invisningstillfälle som inomgruppsvariabel. ANOVA visade signifikant huvudeffekt av invisningstillfälle, $F(6, 90) = 5,6$; $p = 0,001$, men varken signifikant huvudeffekt av försöksgrupp, eller signifikant interaktionseffekt mellan försöksgrupp och invisningstillfälle. Sidak eftertest avseende huvudeffekten av invisningstillfälle visade att: avvikelserna på invisningarna var signifikant lägre vid start jämfört med station 3 – 6 ($p < 0,05$) och tendens till lägre jämfört med station 1 ($p = 0,098$) och station 2 ($p = 0,070$). Inga övriga skillnader var signifikanta. De tre försöksgruppernas gemensamma medelvärde vid respektive invisningstillfälle visas i Figur 8.



Figur 8. Prestation vid invisning, mätt som avvikelse i grader från korrekt invisning. Grafen visar de tre försöksgruppernas gemensamma medelvärde och standardfel för vid respektive invisningstillfälle.

En korrelationsanalys gjordes mellan medelvärdet för avvikelse vid invisning (station 2 – station 6) och samtliga subjektiva skattningar. Den enda korrelation som var signifikant var förmågan att omsätta kartan till verkligheten, $r = -0,48$; $p = 0,042$. Det vill säga att ju lättare de ansåg att det var att omsätta kartan till verkligheten desto lägre var avvikelsen i invisningarna.

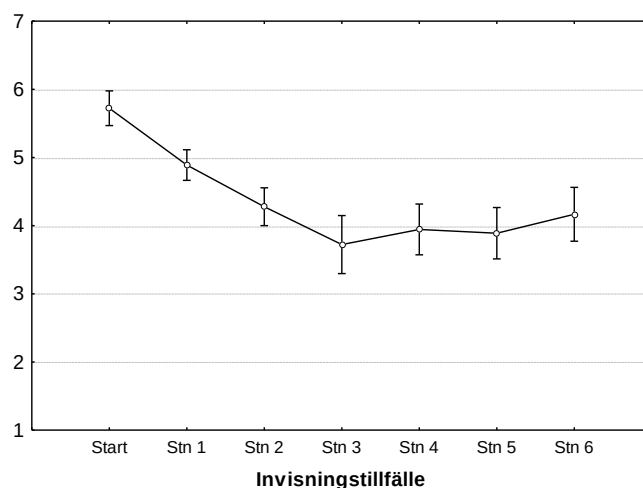
2.3.2.2 Skattning av egen precision

Deltagarna skattade hur säkra de var på sin invisning vid start, samt efter respektive station där invisning gjordes (1 = mycket osäker – 7 = Mycket säker). Resultaten analyserades med tvåvägs ANOVA mixad design (3 försöksgrupper $\times$ 7 invisningstillfällen), med försöksgrupper som mellangrupsvariabel och invisningstillfälle som inomgruppsvariabel.

ANOVA visade signifikant huvudeffekt av invisningstillfälle, $F(6, 90) = 10,0$; $p < 0,001$; men varken signifikant huvudeffekt av försöksgrupp eller signifikant interaktionseffekt mellan försöksgrupp och invisningstillfälle.

Sidak eftertest med avseende på huvudeffekten av invisningstillfälle visade att deltagarna skattade sin säkerhet vid start som signifikant högre än vid station 2 – station 6 ($p < 0,05$) och skattningarna vid station 1 var signifikant högre än vid station 3 ($p = 0,25$), och vid station 5 ($p = 0,038$). De tre gruppernas gemensamma medelvärden för säkerheten på sin invisning vid respektive invisningstillfälle visas i Figur 9.

Det fanns inte någon signifikant korrelation mellan deltagarnas precision vid invisningen och hur säkra de var på sin invisning vid någon av stationerna.



Figur 9. Deltagarnas skattningar av hur säkra de var på sin precision vid invisningen vid respektive invisningstillfälle (1 = Mycket osäker – 7 = Mycket säker). Grafen visar de tre försöksgruppernas gemensamma medelvärde och standardfel för respektive invisningstillfälle.

2.3.2.3 Användande av GPS under navigeringen

Antalet gånger som deltagarna i respektive försöksgrupp tittade på displayen under navigeringen analyserades med envägs ANOVA, som inte visade någon signifikant skillnad mellan de tre försöksgrupperna. Medelvärde och standardfel för antal gånger deltagarna i respektive försöksgrupp tittade på displayen var: Med GPS 3 punkter: $17,5 \pm 4,2$; Med GPS 5-punkter: $12,5 \pm 4,2$; Utan GPS 3-punkter: $19,5 \pm 4,2$.

Korrelationsanalys gjordes mellan antal gånger deltagarna tittade på displayen och samtliga subjektiva skattningar. Korrelationen mellan hur ofta de tittade på displayen och procent av tiden som de tänkte på positionerna var signifikant: $r = 0,60$; $p = 0,009$.

2.3.3 Mental arbetsbelastning, NASA-TLX

Univariat ANOVA med mellangrupsdesign visade tendens till skillnad avseende mental arbetsbelastning (NASA-TLX) mellan de tre försöksgrupperna, $F(2, 15) = 2,9$; $p = 0,083$. Eftertestning med Tukey-HSD visade signifikant högre mental arbetsbelastning för gruppen Med GPS 5-punkter jämfört med Utan GPS 3-punkter ($p = 0,031$). Medelvärde och standardfel för respektive försöksgrupp var: Med GPS 3-punkter: $43,6 \pm 5,6$; Med GPS 5-punkter: $56,1 \pm 5,6$; Utan GPS 3-punkter: $37,2 \pm 5,6$.

Korrelationsanalys gjordes mellan skattningarna av mental arbetsbelastning och samtliga subjektiva skattningar. Det fanns endast signifikant korrelation med att omsätta kartan till verkligheten: $r = -0,50$; $p = 0,035$. Det vill säga att ju svårare de ansåg det var att omsätta kartan till verkligheten desto högre skattade de sin mentala arbetsbelastning.

2.3.4 Egenskattning av spatial förmåga, SBSOD

Univariat ANOVA med mellangrupsdesign visade inte någon signifikant skillnad för egenskattat lokalsinne (SBSOD) mellan de tre försöksgrupperna. Totalt medelvärde och standardfel på SBSOD var: $4,9 \pm 0,2$. Medelvärde och standardfel för respektive försöksgrupp var: Med GPS 3 punkter: $4,7 \pm 0,4$; Med GPS 5-punkter: $5,0 \pm 0,4$; Utan GPS 3-punkter: $5,0 \pm 0,4$.

Det fanns inte någon signifikant korrelation mellan deltagarnas resultat på SBSOD och deras precision under invisning (station 2 – station 6). Korrelationsanalys gjordes även mellan resultatet på SBSOD och samtliga subjektiva skattningar. Följande korrelationer var signifikanta: Erfarenhet GPS: $r = 0,55$; $p = 0,018$ Vana vid karta: $r = 0,60$; $p = 0,009$

Vana vid orientering: $r = 0,48$; $p = 0,045$ Navigera med GPS: $r = 0,48$; $p = 0,043$ Omsätta kartan till verkligheten: $r = 0,64$; $p = 0,004$ Uppskatta bäring till positioner: $r = 0,58$; $p = 0,011$.

De som hade skattat högre spatial förmåga (enligt SOD) uppgav att de hade större erfarenhet av GPS, större vana vid karta och orientering, tyckte det var lättare att navigera med GPS och omsätta kartan till verkligheten, samt tyckte att det var lättare att uppskatta bäringen till positionerna.

2.3.5 Övriga subjektiva skattningar

Deltagarna fick även skatta hur de upplevde och genomförde försöket genom att skatta sin resursfördelning, vad som var mest krävande, om de tänkte och tittade på positionerna under navigeringen, hur de prioriterade samt vad de tyckte om gränssnittet.

2.3.5.1 Mest resurskrävande

Deltagarna angav vad som var mest krävande: navigering, positionering, eller lika krävande att navigera och positionera. De flesta tyckte att positionering, dvs. att hålla reda på positionerna var mest krävande. Svartsfördelning för de tre alternativen för respektive försöksgrupp visas i Tabell 2.

Tabell 2. Fördelning av svaren för vad som ansågs som mest krävande i de tre försöksgrupperna.

		Mest krävande		
		Navigering	Positionerr	Lika
Med GPS 3-punkter	Antal	0	5	1
Med GPS 5-punkter	Antal	1	5	0
Utan GPS 3-punkter	Antal	0	5	1
Totalt antal		1	15	2

2.3.5.2 Tänkte på positionerna

Deltagarna angav hur ofta de tänkte på positionerna under tiden som de navigerade enligt följande alternativ: ja ofta, ja ibland, eller nej. De flesta angav att de tänkte på positionerna ibland. Svartsfördelning för de tre alternativen för respektive förutsättning visas i Tabell 3.

Tabell 3. Fördelning av svaren för hur ofta deltagarna i de tre förutsättningarna tänkte på positionerna under tiden som de navigerade.

		Tänkte på positioner		
		Ja, ofta	Ja, ibland	Nej
Med GPS 3-punkter	Antal	0	4	2
Med GPS 5-punkter	Antal	1	4	1
Utan GPS 3-punkter	Antal	1	5	0
Totalt antal		2	13	3

2.3.5.3 Tittade på positionerna på kartan

Deltagarna angav hur ofta de tittade på positionerna på kartan under tiden som de navigerade enligt följande alternativ: ja ofta, ja ibland, eller nej. Alla grupper fick svara på

denna fråga, även gruppen som saknade markering på sin GPS-karta, då det var möjligt för dem att själva minnas och översätta den positionen till kartan.

De flesta angav att de ibland tittade på positionerna när de använde GPS-kartan. Svartsfördelning för respektive försöksgrupp visas i Tabell 4. Observera att det är en deltagare i gruppen Utan GPS 3-punkter som inte har besvarat frågan. Deltagarnas precision vid invisning och antal tittar på displayen visade inget samband.

Tabell 4. Fördelning av svaren för hur ofta deltagarna i de tre förutsättningarna tittade på positionerna på kartan under tiden som de navigerade.

		Tittade på positioner		
		Ja, ofta	Ja, ibland	Nej
Med GPS 3-punkter	Antal	0	4	2
Med GPS 5-punkter	Antal	0	6	0
Utan GPS 3-punkter	Antal	0	4	1
Totalt antal		0	14	3

2.3.5.4 Prioritering

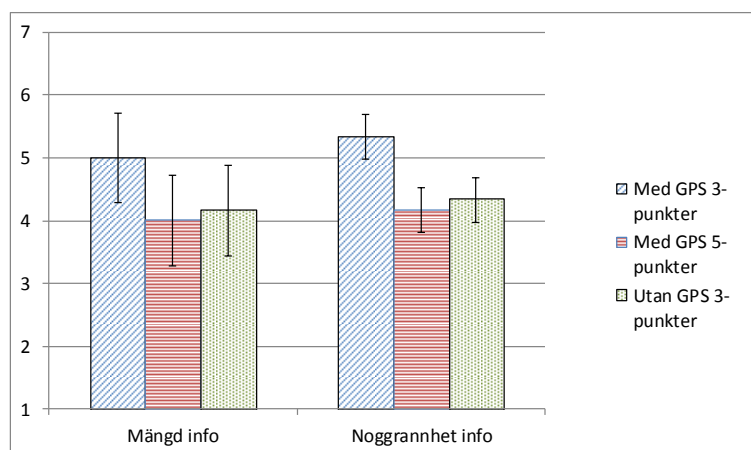
Deltagarna angav vilket de prioriterade: navigering eller positionering. Svartsfördelning för de tre alternativen för respektive invisningsmetod visas i Tabell 5. De flesta angav att de prioriterat navigering. Observera att det är en deltagare i gruppen Med GPS 5-punkter som inte har besvarat frågan.

Tabell 5. Fördelning av svaren för hur ofta deltagarna i de i de tre förutsättningarna tittade på positionerna på kartan under tiden som de navigerade.

		Prioriterat	
		Navigering	Positionering
Med GPS 3-punkter	Antal	6	0
Med GPS 5-punkter	Antal	3	2
Utan GPS 3-punkter	Antal	6	0
Totalt antal		15	2

2.3.5.5 Gränssnitt och GPS

Deltagarna besvarade två frågor om vad de tyckte om GPS:ens gränssnitt: 1) Mängden information och 2) Noggrannheten på informationen (1 = Mycket dålig – 7 = Mycket bra). Resultaten analyserades med tvåvägs ANOVA mixad design (3 försöksgrupper × 2 frågor), med försöksgrupper som mellangrupsvariabel och frågor som inomgrupsvariabel. ANOVA visade varken signifikans för huvudeffekt av försöksgrupp, huvudeffekt av fråga eller interaktionseffekt mellan försöksgrupp och fråga. Medelvärde för respektive försöksgrupps skattningar på de två frågorna visas i Figur 10.



Figur 10. Skattningar på två frågor om GPS:ens gränssnitt (1 = Mycket dåligt – 7 = Mycket bra). Grafen visar medelvärde och standardfel på frågorna för respektive försöksgrupp.

Deltagarna besvarade en fråga om hur stor tilltro de hade till GPS:en (1 = Mycket liten – 7 = Mycket hög). Envägs ANOVA med mellangrupsdesign visade inte någon skillnad mellan de tre försöksgrupperna. Medelvärde och standardfel för respektive försöksgrupp var: Med GPS 3-punkter: $5,3 \pm 0,5$; Med GPS 5-punkter: $5,7 \pm 0,5$; Utan GPS 3-punkter: $5,2 \pm 0,5$.

2.4 Diskussion

Försöket visade inte på några skillnader i prestation mellan de tre förutsättningarna. Varken antal punkter som skulle pekats ut eller stödet i form av att ha tillgång till de punkter som skulle pekats ut i GPS:en tycks ha påverkat prestationen. Den största observerbara effekten är att prestationen gällande invisningen försämrades med avståndet från startpunkten. Att ha tillgång till GPS:en och samtidigt behöva peka ut fem punkter skattades av försöksdeltagarna som mer mentalt belastande än att peka ut tre punkter helt utan stöd.

Då försöksgrupperna var små (sex personer) finns det en risk att avsaknaden av signifikanta mätningar beror på individuella skillnader mellan försöksdeltagarna. Att deltagarna inte kunde uppskatta sin egen utpekningssmåga kan tyda på en viss slumpmässighet i deras invisningar eller att det helt enkelt var för svårt att avgöra/veta hur man hade presterat, vilket i sin tur kan tyda på att invisningarna ibland gjordes spontant utan att deltagarna var säkra på åt vilket håll de pekade.

Det fanns ett samband mellan arbetsbelastning och att omsätta kartan till verklighet. De som ansåg att det var svårt att omsätta GPS-kartan till verklighet upplevde sin arbetsbelastning som högre, vilket är rimligt. Får man arbeta med att försöka omsätta kartan så tas mer mental kapacitet i anspråk och arbetsbelastningen ökar därmed.

Självskattningstestet SBSOD visade inga signifikanta samband med prestation. Försöket genomfördes i en relativt obekant miljö där den spatiala kunskapen inhämtades från kartor, tvärtemot vad Hegarty m.fl. (2002) förespråkade och resultatet stämmer mer överens med studien av Heth m.fl. (2002). Studien av Heth m.fl. visade att SBSOD-testet gav svaga samband i miljöer som var obekanta för försöksdeltagarna, men bättre samband i miljöer som var väl bekanta. I denna studie användes ändå SBSOD-skalan för att kontrollera om skattningarna av lokalsinnet har något samband med precisionen i utpekningen, då försöksdeltagarnas uppgift var likvärdig med den som Hegarty m.fl. (2002) använde sig av.

Att deltagarna själva inte fick bära sin GPS utan var tvungna be om att få den från försöksledaren kan ha varit en bidragande faktor till att GPS:en inte nyttjades fullt så mycket som behövts för att kunna upprätthålla spatial lägesuppfattning i de förutsättningar

där den möjligheten fanns. Genom att försöksledaren bar GPS:en kan det ha funnits ett motstånd mot att be om den varje gång de blev osäkra. Detta kan i sin tur ha gjort att hjälpen för målhantering knappt brukades och kan vara en del i förklaringen till varför det inte fanns någon signifikant skillnad avseende hur ofta deltagarna tittade på displayen under de olika förutsättningarna. Det fanns dock ett samband som visade att ju större andel av tiden som de uppgav att de tänkte på positionerna ju mer tittade de på displayen.

3 Studie 2

Även Studie 2 utfördes för att undersöka prestationen vid invisning med och utan stöd av GPS. I Studie 1 kunde inga skillnader mellan förutsättningarna mätas, dvs det fanns ingen mätbar effekt av att försöksdeltagarna fick tillgång till information om positionerna som de skulle peka ut samtidigt som de förflyttade sig. Detta var förvånande då vi väntat oss att grupperna med tillgång till positionsinformationen skulle prestera bättre än gruppen utan tillgång till positionsinformationen. Med erfarenheter från Studie 1 förändrades försöksdesignen på flera olika sätt och Studie 2 skiljer sig från Studie 1 i sju viktiga avseenden:

1. Försöket genomfördes i skogsterräng istället för i stadsterräng.
2. Vid invisning med stöd av GPS fick deltagarna tillgång till GPS:en även när de ombads peka ut riktningar.
3. Vid navigering fick deltagarna själva bära GPS:en och använda den som navigeringsstöd, både när invisningen gjordes med och utan GPS.
4. Det var lika många punkter att peka ut (fem) för båda invisningsmetoderna (med och utan GPS).
5. Invisningsmetoden ändrades. För att öka precisionen placerades PLRF-instrumentet på ett stativ. Försöksdeltagarna fick sedan rotera instrumentet så att det riktades i den riktning som avsågs istället för att hålla det på "frihand". Försöksledaren läste av riktningen.
6. Ytterligare två spatiala test som antas kunna förutspå prestation vid invisning infördes.
7. Försöket hade en inomgruppsdesign, dvs. samma försöksdeltagare användes i båda förutsättningarna (med och utan GPS).

Punkt 1 infördes för att minska risken att försöksdeltagarna använde fasta objekt (byggnader, gator etc.) som referens vid utpekningen. Punkt 2 infördes då resultaten av Studie 1 antyder att tillgång till GPS under förflyttning inte är tillräckligt för att försöksdeltagarnas prestation ska förbättras. Därför tilläts försöksdeltagarna i Studie 2 använda GPS:en även vid själva invisningsuppgiften i ena förutsättningen. Punkt 3 infördes då erfarenhet från Studie 1 gav anledning att misstänka att försöksdeltagarna inte nyttjade GPS:en så mycket som de skulle vilja om försöksledaren bar den. Punkt 4 infördes då inga effekter avseende prestation på invisningsuppgiften av antal punkter som ska pekas ut kunnat observeras i Studie 1. Det fanns bara en tendens av ökad mentalbelastning med fem punkter Med GPS mot 3-punkter Utan GPS, varför detta enklare experimentella upplägg ansågs kunna användas. Punkt 5 infördes för att öka precisionen i invisningen (stativmonterad PLRF antas ge högre noggrannhet än handhållen) och att minska risken för "fusk" då det finns en risk att försökspersonerna använder PLRF-instrumentets inbyggda kompass för att finjustera sin invisning. Det senare är dock osannolikt då det kräver goda kunskaper i hur man hanterar kompasser och orienterar för att kunna dra nytta av en kompassriktning under förflyttning. Punkt 6 infördes då vi inte fann något samband mellan prestation och testet som användes i Studie 1 (SBSOD). Punkt 7 infördes för att hantera risken att resultaten vid mellangrupsdesign kan påverkas av individuella skillnader mellan försöksgrupperna (vilket kan ha varit ett problem i försök 1).

3.1 Syfte och frågeställningar

Frågeställningarna inför Studie 2 baserades på erfarenheter och obesvarade frågor från Studie 1:

- Hur stor effekt ger det att få använda en GPS vid invisning av positioner i termer av avvikelse från faktisk riktning vid invisning?
- Hur påverkar tillgången till GPS vid invisning känslan av säkerhet i att peka ut rätt riktning (upplevd spatial lägesuppfattning)?
- Tar det längre tid att visa in riktning vid tillgång till GPS?
- Hur påverkas arbetsbelastningen av att få ett tekniskt stöd vid invisning?
- Finns det ett samband mellan självskattat lokalsinne (SBSOD) och prestation vid invisning när försöksdeltagarna inte får använda GPS vid invisning?
- Finns det ett samband mellan testen av spatial orientering (the perspective taking test) eller spatial visualisering (the paper folding test) och prestationen vid invisningen?

3.2 Metod

Försöket genomfördes i skogsterräng i Malmslätt, Linköping, med 16 deltagare. En inomgruppsdesign användes, dvs. samtliga deltagare medverkade i båda förutsättningarna (Med/Utan GPS). Deras uppgift var att först studera en papperskarta med fem olika positioner utmärkta. Från starten navigerade i skogen med hjälp av en GPS till tre stationer. Vid start samt vid varje station skulle de peka ut de fem positionerna. Vid den ena förutsättningen fick de vid respektive station använda GPS:en för att peka ut positionerna. Vid den andra förutsättningen fick de inte använda GPS:en vid utpekningarna utan var tvungna att lita till sitt minne.

I försöket medverkade 16 personer, åtta kvinnor och åtta män. Åldern varierade mellan 19-42 år med en medelålder på 25,4 (standardavvikelse 6,6) år. Försöksdeltagarna rekryterades genom annonsering på campus Valla i Linköping och kontaktnät, s.k. *convenience sample*. För deltagande gavs ett arvode på 350 kr inklusive skatt. Av de 16 deltagarna var det 4 deltagare som genomgått militär tjänstgöring, av dessa hade en tjänstgjort under 11 månader, två under 10 månader och en under 3 månader.

3.2.1 Utrustning

En papperskarta från länsstyrelsen användes för att deltagarna skulle kunna skapa sig en lägesbild. En Garmin GPSmap 62stc användes för navigering samt för att presentera de punkter som skulle pekas ut i ena förutsättningen. Ett PLRF-instrument från Vectronix AG användes för att mäta den exakta riktningen deltagarna pekade åt.

3.2.1.1 Papperskarta

Papperskartan som användes vid startplatsen för att deltagarna skulle få en översikt över området (för att senare kunna minnas och peka ut positionerna) var framtagen i länsstyrelsens kartdatabas WebbGIS⁴ (Bilaga B).

3.2.1.2 PLRF

Samma avstånds- och vinkelmätande instrument som i Studie 1 användes (ett avtånds- och vinkelmätande instrument från Vectronix AG, s.k. PLRF). Bärningen mättes genom att

⁴ <http://ext-webbgis.lansstyrelsen.se/Ostragotaland/Ostgotakartan/> – skapad 2012-09-05

försöksdeltagaren riktade hårförskaret i siktet mot en referenspunkt i terrängen, försöksledaren tryckte på en knapp på instrumentets ovansida och släppte den direkt. I siktet läste försöksledaren av kompassriktningen (Figur 4). Instrumentets noggrannhet är cirka 4 grader. Instrumentet var monterat på ett kamerastativ (Manfrotto 190B) för bästa möjliga precision.

3.2.1.3 GPS

För att navigera blev alla deltagare utrustade med en Garmin GPSmap 62 stc (Figur 11). Deltagarna fick studera GPS:en stillastående och stoppa den i fickan medan de gick. När de kände att de behövde tog de upp sin GPS. Det fanns ingen begränsning för hur ofta eller hur länge de fick studera sin GPS men de var rekommenderade att använda den vid navigeringsbehov samt för att uppdatera sin lägesbild av riktningen till positionerna som skulle pekats ut. Grundinformationen i GPS:en var Friluftskartan PRO V2 (Figur 12), på kartan visades en kompassnål som pekade mot norr och guidningen visade fågelvägen samt avståndet till nästa station. Deltagarna kunde även se i vilken riktning GPS-antennen riktades. De var fria att zooma in och ut på kartan för att både kunna navigera och överblicka området. På GPS-kartan fanns vissa större stigar utritade, men i skogen fanns fler stigar än vad kartan visade.

För att få en så korrekt bäring som möjligt till station ombads deltagarna att både stå stilla samt att hålla GPS:en i våg under tiden de orienterade sig på kartan.



Figur 11: Bild på Garmin GPSmap 62stc.

3.2.2 Design/Förutsättningar

Försöket genomfördes med inomgruppsdesign med två förutsättningar. En viktig skillnad mot Studie 1 är att försökspersonerna i detta fall fick bära sin GPS själva, något som försöksledaren gjorde i Studie 1.

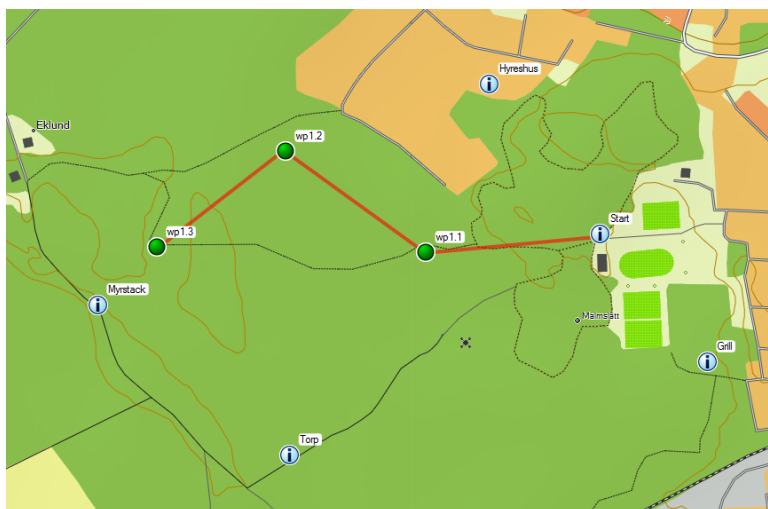
De två förutsättningarna var:

1. Utan GPS. Deltagarna navigerade med en GPS, men positionerna var inte utmärkta på GPS-kartan. De fick heller inte använda GPS:en när de pekade ut positionerna, så de var tvungna att hålla riktningarna till positionerna i minnet (eller föreställa sig dem på GPS-kartan och titta på dem under navigeringen).
2. Med GPS. Deltagarna navigerade med en GPS samt att samtliga positioner fanns markerade på GPS-kartan och vid varje station fick de använda GPS-kartan när de invisade positionerna.

3.2.2.1 Navigeringsrutter

Det fanns två navigeringsrutter och försöket genomfördes med motbalanserad design på så sätt att varannan deltagare fick starta med respektive utan GPS vid invisningen och i varje förutsättning startade varannan deltagare söder- respektive norrut.

Navigeringsrutterna var fågelvägen 1,1 km respektive 1,2 km, och deltagarna fick själva välja om de ville gå på de stigar/vägar som fanns eller om de ville gå rakt genom terrängen. Fokus för deltagarna var inte att navigera utan att kunna peka ut riktningen till nämnda positioner vid varje station. Innan deltagarna började navigera fick de se en bild av stationen, för att de lättare skulle känna igen sig när de kom fram.



Figur 12: Ett kartexempel på navigeringsrutt 1, positionerna att peka ut markeras med i och stationerna att gå till är gröna punkter. (Utdrag från GPS-enheternas kartprogram för datorer Garmin BaseCamp v. 4.0.2.).

3.2.3 Prestationsmått

Eftersom fokus för denna studie var att se hur deltagarna använde sig av kartan i GPS:n för att kunna peka ut riktningen till positionerna (invisa) samt hur väl de kunde peka ut punkterna utan stödet gjordes ingen datainsamling avseende prestation på navigeringsuppgiften. De mått som användes var:

- Avvikelsen från korrekt riktning vid utpekning av mål (i grader).). För varje station och försöksperson beräknades medelvärde av avvikelsen för de 5 punkter som pekades ut (4 vid start). Den faktiska riktningen till punkterna från respektive station beräknades i programmet Garmin Basecamp. Stationernas koordinater mättes in med samma GPS som försökspersonerna använde, samt verifierades på karta.
- Antal gånger deltagarna tittar på sin GPS-display/karta.
- Hur lång tid invisningen tog.
- Hur säkra de var på sina invisningar.

3.2.3.1 Enkäter

Innan själva försöket startade fick deltagarna fylla i en enkät om sig själva, sina färdigheter och tidigare erfarenheter vad det gäller navigering, kartläsning samt vistelse i skog och mark samt en självskattning av det egna lokalsinnet (SBSOD). De fick också genomföra två olika tester:

- Pappersvikningstest. Ett test av spatial visualisering. Översatt version av *The Paper Folding Test* (Ekstrom m.fl., 1976). Resultatet var en procentsats av hur många rätt de uppnådde.
- Test av spatial lägesuppfattning. Översatt version av *The Perspective Taking Test* (Kozhevnikov & Hegarty, 2001; Hegarty & Waller, 2004). Resultatet på testet var deras medelfel av alla gissningar (för obesvarade frågor gavs ett fel på 45°).

Efter försöket fick de skatta hur de upplevt informationen som presenterats i GPS-displayen och hur de resonerat under tiden de navigerat. De fick också besvara frågor kring mental och fysisk arbetsbelastning.

3.2.4 Tid, plats och väder

Försöken genomfördes i ett motions- och strövområde i närheten av bebyggelse i Malmslätt, Linköping. Försöken utfördes under september månad och första veckan i oktober 2012. Vädret var växlande mellan ytterligheterna strålende sol och regn, men till största del rådde sol/soldis.

3.2.5 Procedur

Innan varje försök kalibrerades PLRF-instrumentet och GPS:en.

Försöksdeltagarna fick först utföra det spatiala visualiseringstestet (*the Paper folding test Vz-2-BRACE*; Ekstrom m.fl., 1976) och testet av spatial orientering (*Perspective Taking Test*; Kozhevnikov & Hegarty, 2001; Hegarty & Waller, 2004)samt SBSOD. De fick också fylla i en bakgrundsenkät.

Efter detta fick deltagarna en instruktion om hur försöket skulle gå till och sedan bekanta sig med GPS:en för att förstå hur den fungerade samt för att förstå information om vägval och olika symbolers betydelse. De fick också information om PLRF-instrumentet samt instruktion om hur de skulle först peka ut riktningen med handen och sedan rikta PLRF-instrumentet i den riktningen. Försöksdeltagarna ombads också att stänga av sina mobiltelefoner alternativt låta försöksledaren bära telefonen då dessa möjligen kan störa den elektroniska kompassen i GPS:en.

Därefter fick deltagarna studera papperskartan med positionerna utmärkta för att skapa sig en lägesuppfattning (

Figur 13) i 3-5 minuter. De fick sedan återlämna kartan och, beroende på förutsättning, antingen peka ut riktningarna till de fyra positionerna från minnet eller invisera med hjälp av GPS:en. Försöksledaren mätte vid respektive station hur lång tid det tog att genomföra invisningarna.

Deltagarna fick sedan se en bild av första stationen de skulle navigera till. Därefter fick de GPS:en vilken presenterade riktning och avstånd till nästkommande station på kartan. Under navigeringen fick de stanna och plocka fram sin GPS för att titta på displayen/kartan så många gånger de ville. Varje gång de tittade på kartan noterades av försöksledaren. När de nått fram inom en radie av 10 meter från stationen gav GPS:en ifrån sig en pipsignal. Därpå ledde försöksledaren dem till utpekingsplatsen. I den förutsättning då de var utan tekniskt stöd fick de lägga ner GPS:en i en ficka. I den förutsättning där de hade tillgång till tekniskt stöd använde de GPS:en som stöd för invisning (Figur 14). GPS-kartan visade samtliga punkter som skulle invisas. GPS:en var inställd så att kartvyn var egocentrisk, dvs försöksdeltagarens position visades i centrum och kartan roterade i förhållande till hur försökspersonerna riktade den. Vilket innebär att riktningen på GPS-antennen motsvarade ”uppåt” i kartan. Invisningen innebär att de fick peka ut riktningen först med handen och sedan med PLRF-instrumentet, vilket var monterat på stativ. Vid station 1-3 fick de även peka ut riktningen till startplatsen.

Därefter upprepades förfarandet och försöksdeltagarna fick använda GPS:en igen och navigera till de följande två stationerna i samma förutsättning. När de gjort invisningen vid den sista stationen fick de besvara en avslutande enkät innehållande frågor om prestation, svårigheter, GPS:en samt arbetsbelastning.

Eftersom varje försöksperson testades med båda invisningsmetoderna (Med/Utan GPS) så gick de två rundor, en för respektive invisningsmetod. Den sista stationen i navigeringsrutt 1 var startpunkt för Navigeringsrutt 2. Vid Navigeringsrutt 2 fick de se en ny karta över området, med nya positioner utmärkta, den enda skillnaden var att om de hade haft tekniskt stöd i navigeringsrutt 1 fick de inte det i Navigeringsrutt 2 och vice versa.



Figur 13: En deltagare som läser kartan med utritade mål.



Figur 14: En deltagare som använder GPS för att rikta in PLRF.

3.2.6 Dataanalys

Prestationsdata avseende avvikelse vid invisning i grader från korrekt riktning vid, antal gånger de tittat på displayen, tid för invisningsuppgiften, samtliga enkätsvar på skalan 1-7 samt kontinuerliga svar i enkäten (ålder och tjänstgöringstid) har analyserats med variansanalys (ANOVA). Design för variansanalysen anges separat för respektive analys. Vid brott mot sfäriskhet anges Greenhouse-Geisser korregerat p-värde. För eftertest av mellangruppskillnader har Tukey HSD använts, för eftertest av inomgruppskillnader har Sidaks test använts.

Vid korrelationsanalys rapporteras Pearsons korrelationskoefficient. Vid korrelationsanalys av precision av invisning och övriga prestationsmått och enkätdata har medelvärden av invisningarna vid Station 1 till Station 3 använts. Detta eftersom avvikelsen vid start var signifikant lägre än vid övriga invisningstillfällen. Invisningarna från 2 till Station 3 ansågs också mest representativa eftersom deltagarna inte längre kunde lita till initial information om riktningen till de positioner de skulle peka ut, utan nu i större utsträckning behövde lita till sin spatiala förmåga.

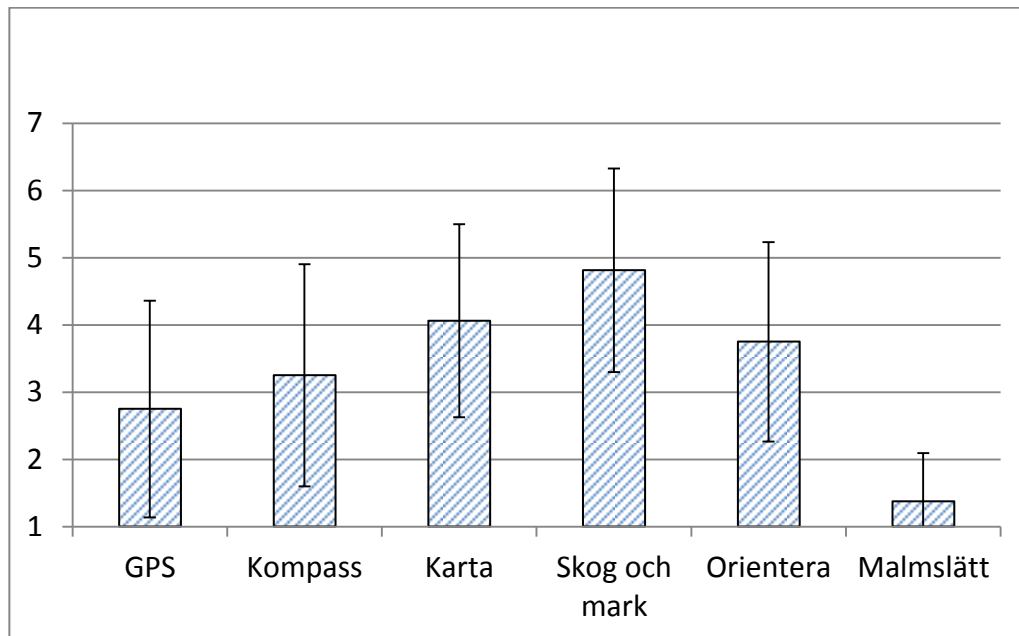
Ett fåtal saknade värden har ersatts med förutsättningens medelvärde, t.ex. tre deltagare där försöksledaren glömde att ta tiden för en av utpekningarna i en förutsättning, och enstaka enkätfrågor som någon deltagare inte besvarat.

3.3 Resultat

Alla deltagare fick genomföra samma uppgifter och nedan presenteras deras bakgrundskunskaper, prestation, mental och fysisk belastning samt de tre spatiala testen. Förutsättningen då GPS fick användas under invisningen benämns nedan som Med GPS och invisningar utan stöd av GPS benämns som Utan GPS.

3.3.1 Deltagarnas bakgrund

Här redovisas deltagarnas skattningar av sin erfarenhet av att hantera GPS:en, vana vid karta, vana vid skog och mark och vana vid orientering (1 = Obefintlig – 7 = Hög). Deltagarna skattade också sin kännedom om skogen i Malmslätt. För medelvärde och standardavvikelse se Figur 15.



Figur 15: Skattningar av erfarenhet av GPS, kompass, karta, skog och mark, orientering, samt kännedom om skogen i Malmslätt (1 = låg – 7 = hög). Grafen visar medelvärde och standardavvikelse för var och en av frågorna.

3.3.2 Prestation

Deltagarna prestation avseende avvikelse vid invisning i grader från korrekt riktning, hur ofta de tittade på displayen, tid för utförande av invisningsuppgiften och hur säkra de var på sin egen precision direkt efter invisningarna presenteras nedan.

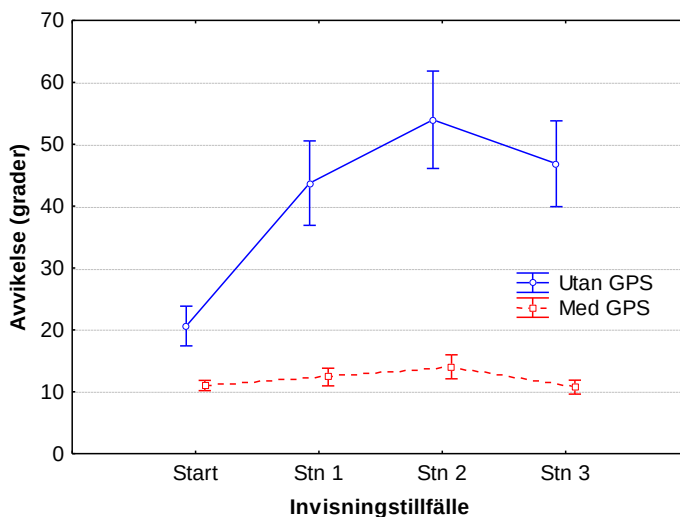
3.3.2.1 Avvikelse vid invisning

Avvikelsen från korrekt invisning för respektive förutsättning analyserades med tvåvägs ANOVA för upprepad mätning (2 invisningsmetoder × 4 invisningstillfällen).

ANOVA visade signifikant huvudeffekt av invisningsmetod, $F(1, 15) = 33,6$; $p < 0,001$; signifikant huvudeffekt av invisningstillfälle, $F(3, 45) = 9,1$; $p < 0,001$ och signifikant interaktionseffekt mellan tillgång till GPS vid invisningstillfället och invisningstillfälle, $F(3, 45) = 6,9$; $p = 0,001$.

Eftertest avseende interaktionseffekten mellan invisningsmetod och invisningstillfälle (vilket också förklarar huvudeffekterna av invisningsmetod och invisningstillfälle) visade att avvikelsen vid invisning Med GPS var signifikant mindre än vid invisning Utan GPS vid samtliga invisningstillfällen ($p < 0,01$). Eftertestet visade också att vid invisning Utan GPS var avvikelsen signifikant mindre vid start jämfört med samtliga tre stationer ($p < 0,05$) och att det inte fanns några signifikanta skillnader mellan invisningstillfällen när man använde GPS.

Medelvärden avseende avvikelse från korrekt invisning för respektive invisningsmetod vid respektive invisningstillfälle visas i Figur 16. Som synes är avvikelsen (felaktigheten) för invisningarna vid station 1 -3 drygt 30 grader mindre när GPS används.



Figur 16. Prestation vid invisning, mätt som avvikelse i grader från korrekt invisning. Grafen visar medelvärde och standardfel för respektive invisningsmetod (Med/Utan GPS) vid respektive invisningstillfälle.

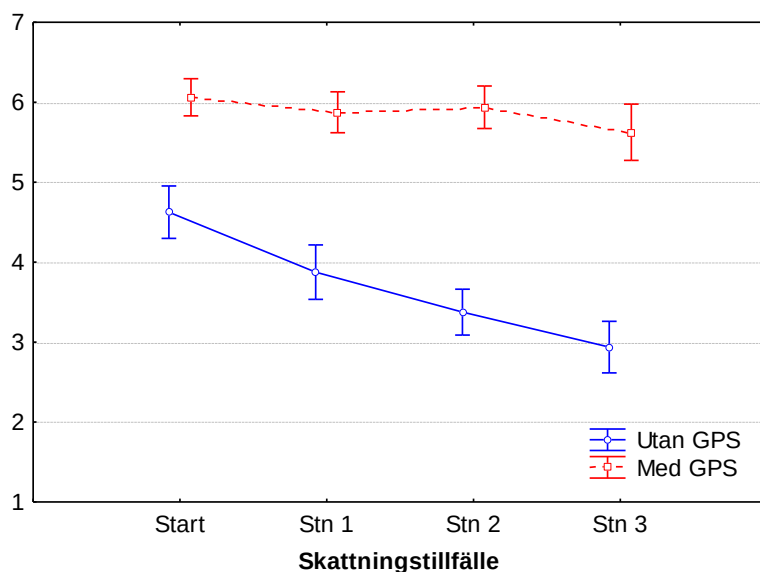
3.3.2.2 Skattning av egen precision

Deltagarna skattade hur säkra de var på sin precision efter varje invisning (1 = Mycket osäker – 7 = Mycket säker). Skattningarna analyserades med tvåvägs ANOVA för upprepad mätning (2 invisningsmetod $\times$ 4 invisningstillfällen).

ANOVA visade signifikant huvudeffekt av invisningsmetod, $F(1, 15) = 61,3; p < 0,001$, signifikant huvudeffekt av invisningstillfälle, $F(3, 45) = 17,5; p < 0,001$ och signifikant interaktionseffekt mellan invisningsmetod och invisningstillfälle, $F(3, 45) = 11,0; p = 0,001$.

Eftertest visade att säkerheten med tillgång till GPS vid invisningen skattades som signifikant högre än Utan GPS vid samtliga fyra invisningstillfällen ($p < 0,001$). Utan GPS skattades säkerheten vid start signifikant högre än vid samtliga invisningstillfällen ($p < 0,01$) och säkerheten vid Station 1 signifikant högre än vid Station 3 ($p = 0,006$). Med GPS fanns ingen signifikant skillnad i skattad säkerhet mellan invisningstillfällena.

Medelvärden och standardfel avseende skattad säkerhet vid invisning för de båda invisningsmetoderna vid respektive invisningstillfälle visas i Figur 17.



Figur 17: Deltagarnas skattningar av hur säkra de var på sin precision vid invisningen vid respektive invisningstillfälle (1 = Mycket osäker – 7 = Mycket säker). Grafen visar medelvärde och standardfel för respektive invisningsmetod (Med/Utan GPS) vid respektive invisningstillfälle.

Det fanns inte någon korrelation, vid något invisningstillfälle, vare sig med eller utan stöd av GPS vid invisning, mellan hur säkra deltagarna skattade att de var på sin invisning (1 – 7) och hur de lyckades med invisningsuppgiften.

3.3.2.3 Användande av GPS under navigering

Antalet gånger som deltagarna vid respektive invisningsmetod tittade på displayen under navigeringen analyserades med envägs ANOVA för upprepad mätning med två mättillfällen (Med/Utan GPS). ANOVA visade inte någon signifikant skillnad mellan de två invisningsmetoderna, Med och Utan GPS.

Medelvärde och standardfel för antal gånger deltagarna i respektive förutsättning tittade på displayen var: Med GPS: $15,3 \pm 1,6$; Utan GPS: $16,6 \pm 1,4$.

3.3.2.4 Tid för utförande av invisningsuppgift

Den tid som det tog deltagarna för respektive invisningsmetod att genomföra själva invisningsuppgiften analyserades med envägs ANOVA för upprepad mätning med två mättillfällen (Med/Utan GPS).

ANOVA visade signifikant skillnad mellan de två invisningsmetoderna, $F(1, 15) = 44,8$; $p < 0,001$. Medelvärde och standardfel för tid för invisning var Med GPS: $13,1 \pm 0,8$ min och Utan GPS: $6,9 \pm 0,5$ min. Det vill säga att det tog längre tid att visa in positionerna med hjälp av GPS än när invisningen utfördes från minnet Utan GPS.

Det fanns ett samband mellan avvikelse vid invisning och tid för invisning när GPS användes ($r = 0,50$; $p = 0,049$), vilket innebär att ju bättre de klarade invisningsuppgiften desto kortare tid behövde de på sig. Utan GPS fanns endast tendens till korrelation mellan invisning och tid för invisning ($r = 0,44$; $p = 0,089$).

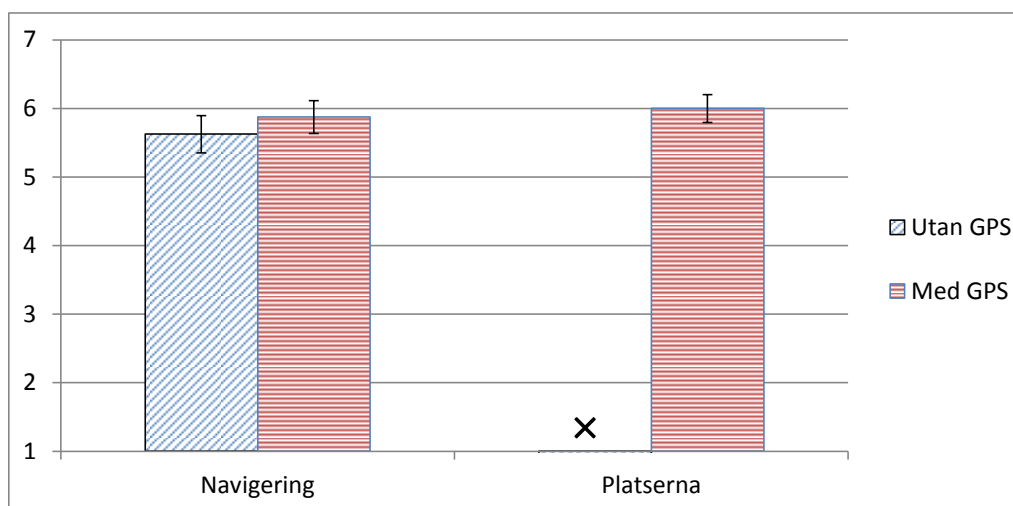
3.3.3 Tilltro till GPS

Deltagarna skattade sin tilltro till GPS avseende navigering (1 = Låg – 7 = Hög) för respektive invisningsmetod (Med/Utan GPS). Vid invisningsmetoden Med GPS skattade de också sin tilltro till GPS avseende positionerna (1 = Låg – 7 = Hög).

Tilltro analyserades med två variansanalyser: 1) För analys av tilltron till GPS avseende navigering användes envägs ANOVA för upprepad mätning med två mättillfällen (Med/Utan GPS). 2) För analys av tilltro till GPS avseende navigering respektive positioner vid invisningsmetoden Med GPS användes envägs ANOVA för upprepad mätning med två mättillfällen (navigering resp. positioner).

ANOVA visade ingen signifikant skillnad mellan de två invisningsmetoderna (Med/Utan GPS) när det gäller tilltro till GPS avseende navigering. Inte heller ANOVA:n mellan de två frågorna för invisningsmetoden Med GPS visade någon signifikant skillnad mellan tilltro för navigering och positioner.

Medelvärden och standardfel för skattningarna på de två frågorna för respektive invisningsmetod (Med/Utan GPS) visas i Figur 18.



Figur 18. Skattningar av tilltro till GPS avseende navigering och avseende positionerna (Låg – Hög). Grafen visar medelvärden och standardfel för skattningarna under de båda invisningsmetoderna (Med/Utan GPS). Krysset visar att frågan om positionerna inte besvarades under förutsättningen Utan GPS.

3.3.4 Mental och fysisk belastning

Deltagarna skattade vid respektive invisningsmetod (Med/Utan GPS) sin mentala arbetsbelastning avseende tre aspekter: 1) att navigera till stationerna, 2) att hålla positionerna i minnet, 3) att peka ut positionerna (1 = Låg; 7 = Hög). Skattningarna analyserades med tvåvägs ANOVA för upprepad mätning (2 förutsättningar $\times$ 3 frågor).

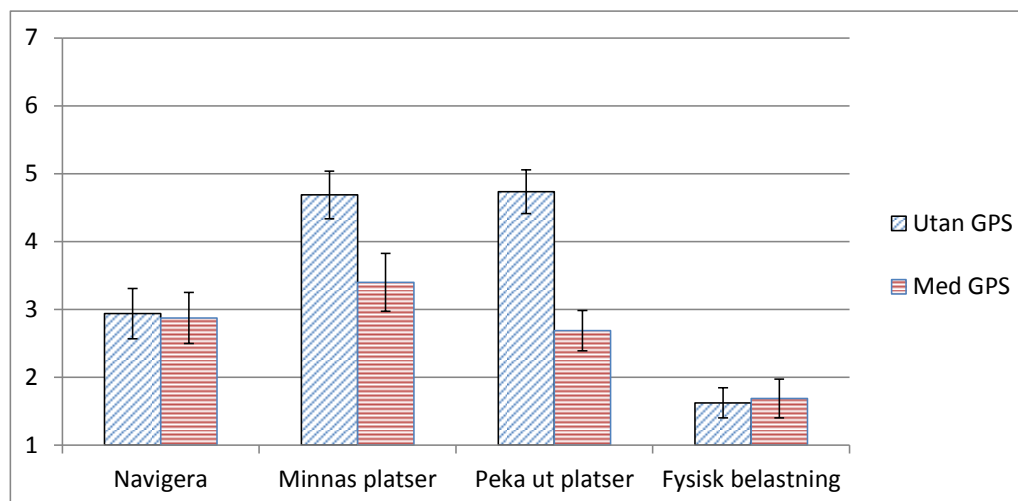
ANOVA visade signifikant huvudeffekt av invisningsmetod (Med/Utan GPS), $F(1, 15) = 15,5$; $p = 0,001$; signifikant huvudeffekt av fråga, $F(2, 30) = 6,0$; $p = 0,06$ och signifikant interaktionseffekt mellan invisningsmetod och fråga, $F(2, 30) = 8,1$; $p = 0,001$.

Eftertest visade att den mentala arbetsbelastningen skattades signifikant högre Utan GPS jämfört Med GPS avseende att hålla positionerna i minnet ($p = 0,019$) och att peka ut positionerna ($p < 0,001$). Utan GPS skattades mental arbetsbelastning signifikant högre avseende både att hålla positionerna i minnet och att peka ut positionerna jämfört med att navigera till stationerna ($p < 0,01$). Med GPS fanns det inte någon skillnad mellan skattningarna på de tre frågorna

Medelvärde och standardfel för samtliga tre frågor för respektive invisningsmetod (Med/Utan GPS) visas i Figur 19.

Deltagarna besvarade en fråga angående sin fysiska belastning under genomförandet av försöket med respektive invisningsmetod (1 = Låg – 7 = Hög). Skattningarna analyserades med envägs ANOVA för upprepad mätning med två mättillfällen (Med/Utan GPS).

ANOVA visade inte någon skillnad mellan de två förutsättningarna. Medelvärde och standardfel för respektive invisningsmetod visas i Figur 19.



Figur 19. Skattningar av tre aspekter av mental arbetsbelastning avseende att navigera till stationerna, hålla positionerna i minnet och att peka ut positionerna, samt fysisk belastning (Låg – Hög). Grafen visar medelvärden och standardfel för respektive invisningsmetod (Med/Utan GPS) för de fyra frågorna.

3.3.5 Spatiala test och egenskattning av spatial förmåga

Två spatiala test och ett självskattningstest av lokalsinne genomfördes av samtliga deltagare. För självskattningstestet SBSOD var medelvärde och standardavvikelsen: $4,3 \pm 1,1$ (1=lågt, 7=högt). För det spatiala orienteringstestet var medelvärdet och standardavvikelsen: $31,6 \pm 18,4$ (under 30° ansågs i denna studie som en bra prestation) och för pappersvikningstestet var medelvärdet och standardavvikelsen: $0,6 \pm 0,2$.

Alla tre test utfördes med syftet att undersöka om kunde predicera prestationen vid invisninguppgiften. Det fanns en signifikant korrelation mellan det spatiala orienteringstestet och pappersvikningstestet ($r = -0,54$; $p = 0,031$). Det fanns däremot inte någon signifikant korrelation mellan SBSOD och de andra två spatiala testen.

När GPS användes vid invisningen fanns inte någon korrelation mellan prestation på invisningsuppgiften och de tre testen. Utan GPS vid invisningen fanns ett starkt positivt samband mellan det spatiala orienteringstestet och prestationen på invisningsuppgiften, $r = 0,64$; $p = 0,008$. Utan GPS fanns också en stark tendens till korrelation. För pappersvikningstestet innebar ett högt värde en bra prestation. Eftersom ett högt värde innebar bra prestation så innebär den negativa korrelationen ($r = -0,49$; $p = 0,052$) en stark tendens till positivt samband mellan pappersvikningstestet och prestationen på invisningsuppgiften. Det fanns inget samband mellan avvikelse vid invisning och SBSOD.

3.3.5.1 Spatialt orienteringstest

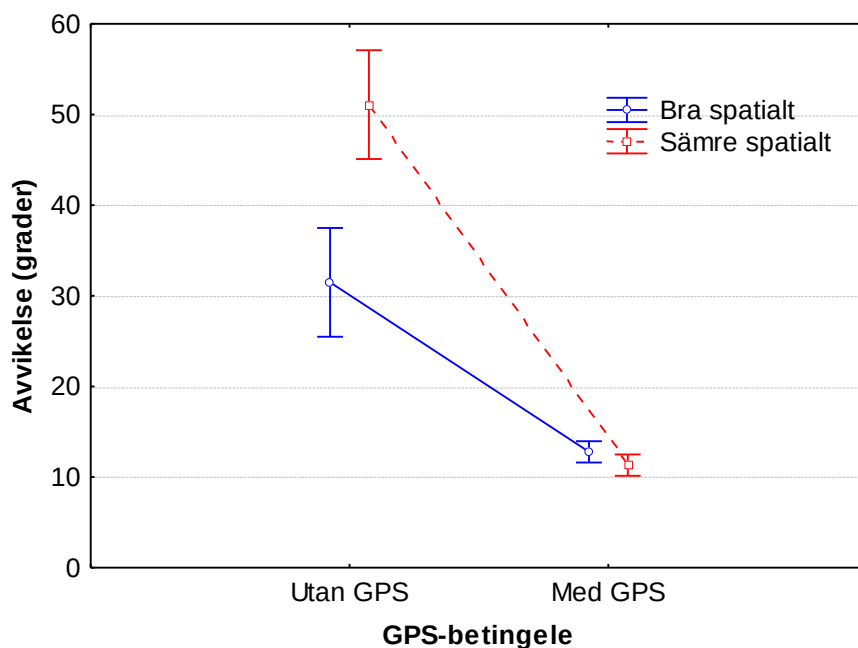
Eftersom det fanns hög korrelation mellan det spatiala orienteringstestet och avvikelse vid invisning ($r = 0,64$) gjordes en kompletterande trevägs variansanalys av avvikelse vid invisning. Eftersom ett riktvärde för det spatiala testet är att 30 grader och mindre är ett bra resultat delades deltagarna in i två grupper med åtta deltagare i varje. I gruppen med bra resultat på spatialt orienteringstest varierade resultaten mellan $8,1$ – $26,6$ grader och i gruppen med sämre resultat mellan $29,7$ – $71,8$ grader. Medelvärde och standardavvikelse för respektive grupp var: Bra resultat på spatialt orienteringstest: $16,8 \pm 7,4$ och Sämre resultat på spatialt orienteringstest: $46,5 \pm 12,9$ grader.

Data analyserades med trevägs ANOVA (2 invisningsmetoder $\times$ 4 invisningstillfällen $\times$ 2 spatialt resultat) med mixad design. Invisningsmetod (Med/Utan GPS) och

invisningstillfällen var inomgruppsvariabler (enl. tidigare analys se Avsnitt 3.3.2) och spatial resultat (lågt/högt avseende resultat på spatialt orienteringstest) mellangrupsvariabel. Huvudeffekter av invisningsmetod och invisningstillfälle samt interaktionseffekt mellan dessa har analyserats med tvåvägs ANOVA för upprepad mätning (2 invisningsmetoder $\times$ 4 invisningstillfällen) (se Avsnitt 3.3.2) och redovisas därför inte här.

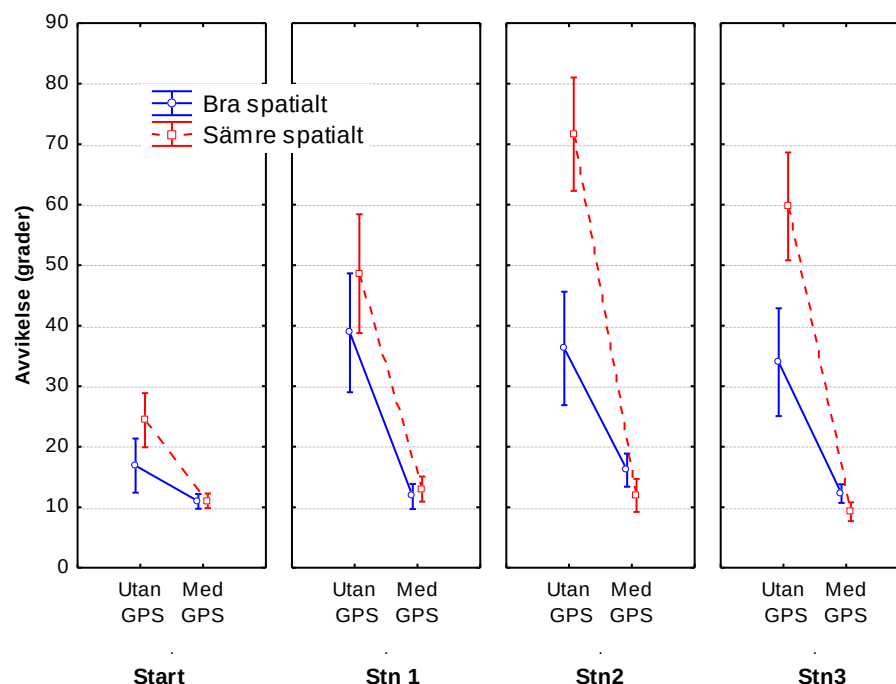
- Stark tendens till huvudeffekt av spatialt orienteringstest, $F(1, 14) = 4,6$; $p < 0,051$
- Signifikant interaktionseffekt mellan spatialt orienteringstest och invisningsmetod (Med/Utan GPS), $F(1, 14) = 5,7$; $p < 0,031$
- Tendens till interaktionseffekt mellan spatialt orienteringstest, invisningsmetod (Med/Utan GPS) och invisningstillfälle, $F(3, 42) = 2,6$; $p < 0,068$
- Ingen signifikant interaktionseffekt mellan spatialt orienteringstest och invisningstillfälle.

Tendensen till huvudeffekt av spatialt orienteringstest berodde på att avvikelsen vid invisning var lägre för gruppen med bättre resultat på det spatiala testet. Eftertest avseende interaktionseffekten mellan invisningsmetod (Med/Utan GPS) och spatialt orienteringstest (vilket också förklarar tendensen till huvudeffekt) visar att gruppen med bra resultat på det spatiala testet hade en lägre avvikelse vid invisning Utan GPS jämfört med de med ett sämre resultat ($p = 0,037$), medan det inte fanns någon skillnad mellan grupperna då invisningen gjordes Med GPS (se Figur 20).



Figur 20. Medelvärden och standardfel för avvikelse vid invisning för respektive invisningsmetod (Med/Utan GPS) för de med bra och sämre resultat på spatialt orienteringstest var för sig.

Eftertest med avseende på tendensen till tvåvägs interaktionseffekt mellan spatialt orienteringstest, invisningsmetod (Med/Utan GPS) och invisningstillfälle visade att de med bättre resultat på det spatiala orienteringstestet hade signifikant bättre resultat på invisningen vid station 2 ($p = 0,018$) och tendens till bättre invisning vid station 3 ($p = 0,060$), medan det inte fanns någon signifikant skillnad vid start och station 1 (se Figur 21).



Figur 21. Medelvärden och standardfel för avvikelse vid invisning för respektive förutsättning vid respektive invisningstillfälle för de med bra och sämre resultat på spatialt orienteringstest var för sig.

Bortsett från det signifikanta sambandet mellan det spatiala orienteringstestet precisionen vid invisning Utan GPS (se Avsnitt 3.3.5), så fanns även signifikant korrelation mellan resultatet på det spatiala orienteringstestet och hur lätt det skattades att peka ut positionerna Utan GPS ($r = -0,54$; $p = 0,031$), hur lätt det skattades att minnas positionerna Utan GPS ($r = -0,57$; $p = 0,020$) samt hur lätt det skattades att omsätta kartan till verkligheten med GPS ($r = -0,55$; $p = 0,027$). Det fanns även signifikant korrelation mellan resultatet på det spatiala testet och skattad säkerhet vid invisning vid station 1-3 Med GPS ($r = -0,64$; $p = 0,008$) och tendens till korrelation Utan GPS ($r = -0,48$; $p = 0,060$). Negativ korrelation betyder i detta fall ett positivt samband.. Det innebär att ju bättre resultat på spatiala orienteringstestet desto lättare upplevdes det att peka ut positionerna och att minnas positionerna Utan GPS vid invisningen och desto lättare att omsätta kartan till verkligheten när GPS användes vid invisningen.

3.4 Diskussion

Invisning av riktning utan tekniskt stöd är mycket svårt, vilket bekräftas av både litteratur och de två studier som presenterats i denna rapport. Vid användningen av GPS under själva invisningen var prestationen i termer av avvikelse från korrekt riktning bra och stabil, med ett medelvärde mellan ca 10-15 grader. När försöksdeltagarna genomförde invisningarna utan stöd av GPS och endast hade sin egen minnesbild att tillgå ökade avvikelsen ju längre från startpunkten försöksdeltagarna kom. Direkt vid starten, efter att de fått studera kartan, klarade de sig bra (ca 20°), men så fort de började förflytta sig försämrades invisningarna till mellan 45-55 grader i medelvärde, vilket inte är en acceptabel prestation. Att få använda GPS under själva invisningen är vad som krävs för att upprätthålla en bra prestation i skogsterräng. Tidsåtgången för invisningarna ökade markant under användning av det tekniska stödet, men detta är något som måste undersökas ytterligare. Det är möjligt att träning och en förenklad metod för invisning med GPS skulle kunna korta ner tiden.

Deltagarna skattade att de upplevde att det var både lättare och att de kände sig mer säkra på sina invisningar Med GPS jämfört med Utan GPS. Utan GPS kände de sig säkrare vid start jämfört med resterande stationer. Detta återspeglas också i deras prestation.

Den mentala arbetsbelastningen avseende både att hålla positionerna i minnet och att peka ut dem skattades som högre Utan GPS jämfört Med GPS vid invisningen. Att de Utan GPS var tvungna att både navigera och försöka vidmakthålla sin spatials lägesuppfattning (minnesbild av kartan i relation till förflyttningen) var sannolikt orsaken till att de upplevde en högre mental belastning under denna förutsättning.

Det starkaste sambandet i Studie 2 fanns mellan prestation på det spatials orienteringstestet och avvikelse vid invisning utan stöd av GPS. SBSOD kunde, liksom i Studie 1 ovan, inte predicera prestation. Däremot fanns det ett samband mellan pappersvikningstestet och avvikelse vid invisning utan stöd av GPS. Inget av testen kunde förspå prestationen när GPS användes som stöd, troligen pga att GPS:en reducerade individuella skillnader mellan olika försöksdeltagare. Detta försök och annan forskning (se ovan) visar alltså att det spatials orienteringstestet är en bra prediktor av invisningsprestation utan tekniskt stöd.

3.5 Slutsatser

Resultatet från prestationen vid invisning stödjer hypotesen att det krävs ett tekniskt stöd för korrekt invisning av riktning i terräng. Även subjektiva skattningar och skattning av mental arbetsbelastning stödjer detta. Tillgång till tekniskt stöd minskade både den genomsnittliga avvikelsen. Invisning med stöd av GPS tog dock längre tid än utan. En orsak till detta kan vara att deltagarna med GPS tog längre tid på sig för att göra en mer exakt invisning. För att undersöka mycket invisningstiden faktiskt förlängs vid användning av GPS, och hur tidsåtgången påverkas av kravet på noggrannhet bör därför vidare undersökas i ytterligare studier.

Det spatials orienteringstestet uppvisade ett starkt samband med deltagarnas invisningsprestation. Även pappersvikningstestet uppvisade ett visst samband med invisningsprestationen. Självskattningstestet av lokalsinne (SBSOD) gav däremot ett dåligt mått på deltagarnas prestation även i denna studie.

4 Övergripande diskussion

Studie 1 och 2 skiljde sig åt på ett antal punkter. Bland annat genomfördes de i olika terräng och med olika försöksupplägg. Den mest markanta skillnaden var att Studie 1 genomfördes med mellangrupsdesign (olika försöksdeltagare i de olika förutsättningarna) och att Studie 2 genomfördes med inomgrupsdesign (samma försöksdeltagare i de olika förutsättningarna). Denna ändring infördes framförallt för att det inte kunde uteslutas att individuella skillnader bidrog till att det inte fanns skillnader i prestation mellan försöksgrupperna i Studie 1. En annan mycket viktig skillnad var att försöksdeltagarna i Studie 2 fick större tillgång till det tekniska stödet (GPS) och även tilläts använda den vid själva invisningen, inte bara som ett stöd under förflyttning som i Studie 1. Detta beslut byggde på att tekniskt stöd inte påverkade prestationen under invisning i Studie 1. Studie 2 visade på tydliga effekter av stödet, varför vi drar slutsatsen att tekniskt stöd behövs även vid själva invisningsmomentet för att nå en god spatial lägesuppfattning. Att få tillgång till tekniskt stöd ökade dock tidsåtgången och detta är något som är negativt för militära syften. Därför skulle ytterligare studier med syfte att utveckla användningsmetod eller förenklad informationspresentation vid invisning behöva genomföras. En annan möjlighet är att undersöka relationen mellan tidsåtgång och precision.

Ett gemensamt resultat av studierna är att prestationen försämras under förflyttning när försöksdeltagarna inte har tillgång till tekniskt stöd vid invisning.

I första försöket användes NASA-TLX för att skatta mental arbetsbelastning. Skalan upplevdes som krånglig av deltagarna och tidskrävande av experimentledarna, därför förändrades skattningen av mental arbetsbelastning till det andra försöket. Kvar blev tre frågor om mental arbetsbelastning och en fråga om fysisk arbetsbelastning. Detta gör att den mentala arbetsbelastningen i de två försöken inte kan jämföras rakt av. Dock fanns den enda signifikanta skillnaden i arbetsbelastning i Studie 2, där även skillnaden i prestation var signifikant.

Det spatiala orienteringstestet visade sig vara en god prediktor på förmågan att klara invisningsuppgiften Utan GPS i detta försök. Särskilt intressant är att de som hade bra resultat på det spatiala orienteringstestet klarade invisningsuppgiften på de två sista stationerna bättre jämfört med de med ett sämre resultat på det spatiala orienteringstestet (se Figur 21). Även pappersvikningstestet uppvisade en stark tendens till samband med invisningsuppgiften, dock inte statistiskt säkerställt. Detta resultat bör därför inte användas som förevändning till att avfärda pappersvikningstestet. Det fanns däremot inte något samband mellan resultatet på SBSOD och prestationen på invisningsuppgiften.

Självskattningsmått av spatial orienteringsförmåga har i tidigare studier (Hegarty m.fl., 2002; Kozlowski & Bryant, 1977) visat sig vara bra prediktorer på lokalsinne. Heth m.fl. (2002) argument att självskattad spatial orienteringsförmåga (SBSOD) inte kan predicera prestation i okända miljöer stämmer dock bättre överens med resultaten från denna studie. Försöksområdet var obekant för i stort sett samtliga försöksdeltagare. Uppgifterna i denna studie och i ursprungsstudien av Hegarty m.fl. (2002) är också snarlika så det borde inte påverka resultatet. En annan möjlig orsak är att SBSOD är översatt från engelska till svenska och att resultaten därför inte helt går att jämföra.

5 Slutsatser

Denna rapport beskriver och presenterar resultat från två olika studier rörande spatial lägesuppfattning under förflyttning och hur denna påverkas av tillgång till tekniskt stöd i form av GPS med elektronisk kompass. I avsnitt 1 presenterades ett antal forskningsfrågor. Nedan följer dessa frågor med svar:

- På vilket sätt påverkar tillgång till tekniskt stöd (GPS + elektronisk kompass) hur noggrant det går att peka ut riktning till olika objekt eller positioner?
 - *Med full tillgång till tekniskt stöd i form av GPS med elektronisk kompass och en digital karta som visar de punkter som ska visas går det att uppnå en precision på 10-15°. Dock tycks det inte finnas någon effekt av att ha tillgång till samma utrustning enbart INNAN utpekning. Utan någon utrustning avviker den utpekade inriktningen 30-50° från korrekt riktning. Stora individuella skillnader finns utan utrustningen men dessa är obefintliga/svåra att mäta när utrustningen används.*
- Hur påverkas prestationen och den mentala arbetsbelastningen av att antalet positioner som ska pekas ut ökar?
 - *I detta arbete har vi inte kunnat uppmäta några skillnader avseende prestation relaterat till antal positioner. Detta kan eventuellt bero på det begränsade antalet försökspersoner i Studie 1. Den mentala arbetsbelastningen skattades dock något högre när fler positioner skulle pekas ut.*
- Hur påverkas den mentala arbetsbelastningen av tillgång till tekniskt stöd vid invisning jämfört med utan stöd?
 - *I Studie 2 skattade försökspersonerna högre mental arbetsbelastning avseende att minnas och peka ut positioner när de inte hade tillgång till det tekniska stödet jämfört med när de hade tillgång till det tekniska stödet. Avseende navigeringsuppgiften fanns det dock inte någon skillnad mellan grupperna som invisade med och utan stöd av GPS.*
- Med vilken noggrannhet går det att peka ut riktningen till ett antal positioner utan stöd av GPS-mottagare efter förflyttning med navigeringsuppgift?
 - *Med fem punkter att minnas i skogsterräng (Studie 2) uppmättes en genomsnittlig avvikelse från korrekt riktning på 42°. Stor individuell variation förekom dock. Utan tekniskt stöd fanns en tydlig effekt av att prestationen försämrades ju längre från startpunkten försöksdeltagarna rörde sig.*
- Finns det något test som kan fungera som prediktor för förmågan att peka ut riktningar till ett antal positioner?
 - *Det spatiala orienteringstestet uppvisade ett starkt samband med prestation. Det fanns även tendens till samband mellan pappersvikningstestet och prestation. Inget samband kunde hittas mellan självskattningstestet SBSOD och prestation.*

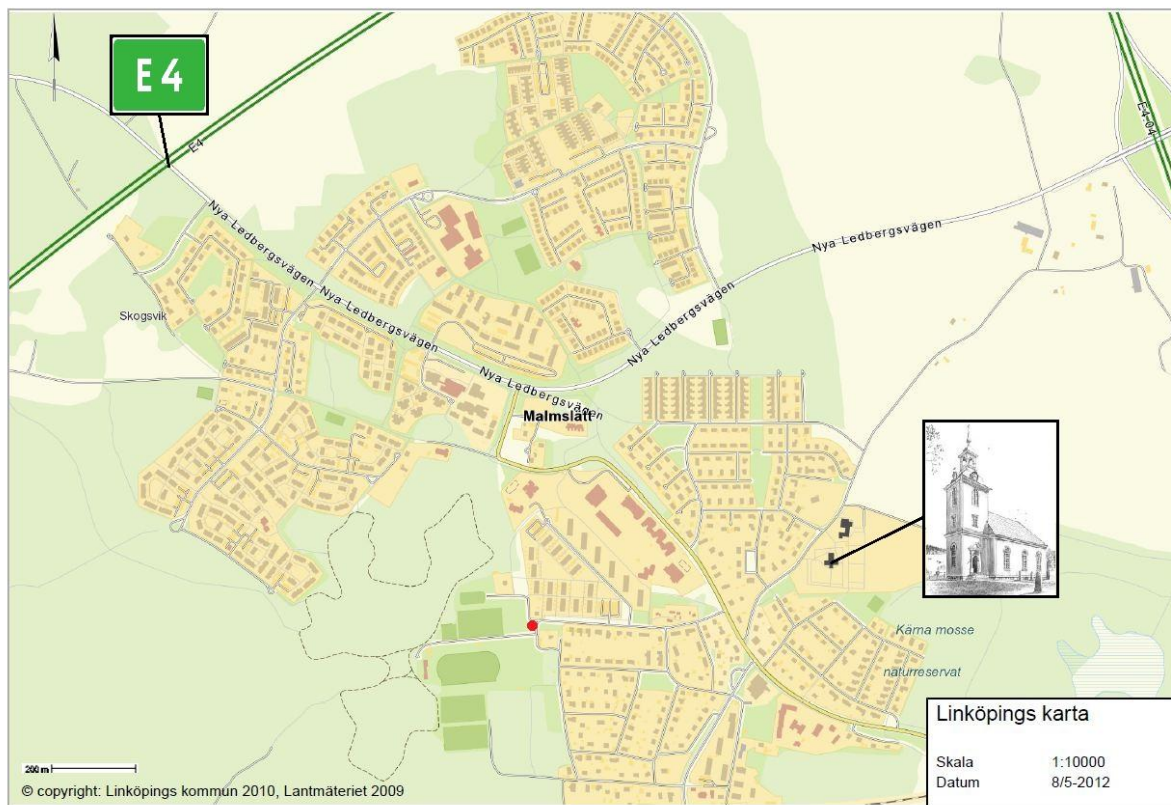
Sammanfattningsvis kan det konstateras att den mänskliga förmågan att korrekt kunna bibehålla spatial lägesuppfattning rörande flera riktningar under förflyttning är mycket begränsad och individuellt beroende. Ett tekniskt stöd av typen GPS med en bra kompass ger mycket goda effekter i termer av minskad avvikelse från korrekt riktning vid utpekning av mål.

6 Referenser

- Alfredson, J., Oskarsson, P.-A., Castor, M., & Svensson, J. (2003). Development of a meta instrument for evaluation of man-system interaction in systems engineering. I G. L. Rafnsdóttir, H. Gunnarsdóttir och ó. Sveinsdóttir (Red.), *Mind and body in a technological world, Nordic Ergonomics Society, 35th Annual Conference*, s. 77-79. Reykjavik: Nordic Ergonomics Society (NES).
- Alfredson, J., Oskarsson, P.-A., Castor, M., & Svensson, J. (2004). *Metodvalsverktyg - Ett hjälpmedel vid planering av MSI-utvärdering* (FOI-R--1225--SE). Linköping: Totalförsvarets Forskningsinstitut.
- Andersson, P., Carlander, O., Hörberg, U., Jander, H., Kindström, M. & Sandberg, S. (2005). *Invisning med fritt tal, bäring och 3D-ljud.*, (FOI-R--1786--SE). Linköping: Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Andersson, P., Hörberg, U. & Sandberg, S. (2006). *Mörkerinvisning.* (FOI-R--2209--SE). Linköping: Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Andersson, P., Hörberg, U. & Sandberg, S. (2007). *Felkällor vid invisning och målpositionsbestämning.* (FOI-R--2392--SE). Linköping: Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Bowman, E.K. & Thomas, J.A. (2009). Cognitive impact of C4ISR tactical network. I *Proceedings of the 14th International Command and Control Research and Technology Symposium (ICCRTS)*, June 15-17, 2009, Washington, DC.
- Castor, M., Hanson, E., Svensson, E., Nählinder, S., LeBlaye, P., MacLeod, I., Wright, N., Alfredson, J., Ågren, L., Berggren, P., Juppet, V., Hilburn, B., & Ohlsson, K. (2003). *GARTEUR Handbook of mental workload measurement* (GARTEUR FM AG13 Final Report - GARTEUR TP 145).
- 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.
- Hart, S. (2006) NASA-Task Load Index (NASA-TLX); 20 years later. I *Proceedings of the Human Factors and Ergonomic Society 50th Annual Meeting*. s. 904-908.
- Hart, S.G., & Staveland, L.E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. I P.A. Hancock och N. Meshkati (Red.), *Human mental workload* (s. 139–183). Amsterdam: North-Holland.
- Hegarty, M., Richardson, 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* (FOI-R-3325--SE). Linköping: Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Hörberg, U. & Sandberg, S. (2003). *Målinvisning.* (FOI-R--1066--SE). Linköping: Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Heth, C.D., Cornell, E.H., & Flood, T.L. (2002). Self-ratings of direction and route reversal performance. *Applied cognitive psychology*, 16, 309-324.

- 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.
- Kozhevnikov, M., & Hegarty, M. (2001). A dissociation between object-manipulation and perspective-taking spatial abilities. *Memory & Cognition*, 29, 745-756.
- 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.
- Krüger, A., Aslan, I., & Zimmer, H. (2004). The effects of mobile pedestrian navigation systems on the concurrent acquisition of route and survey knowledge. I S. Brewster och M. Dunlop (Red.): *Mobile HCI 2004*, LNCS 3160, s. 446-450.
- 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.
- Magnusson, C., Rassmus-Gröhn, K. & Szymczak, D. (2011). Navigation by pointing to GPS locations. *Personal and Ubiquitous Computing*. 1-13.
- Nählinder, S., & Berggren, P. (2002). *Dynamic Assessment of Operator Status*. Paper presented at the Proceedings of the HFES 2002 Conference., Baltimore, MD, USA.
- Pielot, M. & Boll, S. (2010). Tactile wayfinder: comparison of tactile waypoint navigation with commercial pedestrian navigation systems. I P. Floréen, A. Krüger och M. Spasojevic (Red.): *Pervasive 2010*, LNCS 6030, 76-93.
- Prestopnik, J.L. & Roskos-Ewoldsen, B. (2000). The relations among wayfinding strategy use, sense of direction, sex, familiarity, and wayfinding ability. *Journal of Environmental Psychology*, 20, 177-191.
- Thorndyke, P.W. & Hayes-Roth, B. (1982). Differences in spatial knowledge acquired from maps and navigation. *Cognitive Psychology*, 14(4), 560-589.
- Tolman, C.E. (1948). Cognitive maps in rats and man. *Psychol. Rev.* 55, 189–208.
- 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.
- Willis, K.S., Hölscher, C., Wilbertz, G. & Li, C. (2009). A comparison of spatial knowledge acquisition with maps and mobile maps. *Computers, Environment and Urban Systems*, 33, 100-110.
- Wolbers, T. & Hegarty, M. (2010). What determines our navigational abilities? *Trends in Cognitive Science*. 14(13): 138-146.

Bilaga A – Pappersskarta Studie 1



Kartan visades för de deltagare i förutsättning 1 som fick peka ut positionerna från sin minnes bild över området.

Bilaga B – Papperskarta Studie 2



Kartan visades för de deltagare som startade försöket i norrgående riktning från den första navigeringsruttens startplats. De fem positionerna som ska pekas ut var markerade med röda cirklar och förklarande text. Startplatsen var densamma för den södergående navigeringsruten. Kan jämföras med kartan de fick se i sin GPS.