



Invisning med elektronisk karta

Betydelsen av skärmstorlek och tillgänglig tid för invisning

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

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

Invisning med elektronisk karta

Betydelsen av skärmstorlek och tillgänglig tid för invisning

Titel	Invisning med elektronisk karta – Betydelsen av skärmstorlek och tillgänglig tid för invisning
Title	Indication of direction with electronic map – Effects of display size and available time
Rapportnr/Report no	FOI-R--3685--SE
Månad/Month	Juni
Utgivningsår/Year	2013
Sidor/Pages	38 p
Kund/Customer	Försvarmakten FoT
FoT område	Ledning & MSI
Projektnr/Project no	E36040
Godkänd av/Approved by	Lars Høstbeck
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 en studie som genomförts med syftet att undersöka betydelsen av displayens storlek och tillgänglig tid för invisning när riktningen till symboler som visas på en elektronisk karta ska pekas ut i terrängen. Det är troligt att enskilda soldater i framtiden kommer att utrustas med någon form av digitalt stöd som omfattar navigationsutrustning där riktningar och positioner till egna enheter/soldater samt hot kan visas. Hur en sådan utrustning ska utformas är ännu inte fastställt och olika föreslagna lösningar varierar avseende displayens storlek, upplösning och beskaffenhet. En större display har fördelen att den ger en tydlig och översiktlig bild, men nackdelen att den är svårare att bära med sig. En mindre display har fördelen att den är lättare att bära med sig, men nackdelen att bilden blir mindre översiktlig och riskerar bli fylld av symboler så att detaljer kan vara svåra att se, vilket kan göra att det oftare blir nödvändigt att zooma i bilden. Tidigare försök har visat att förmågan att göra invisningar med elektronisk karta på en liten display är relativt god när invisningen görs utan tidsbegränsning. I detta försök varierades därför tillgänglig invisningstid för att undersöka hur precisionen påverkades när invisningstiden begränsades. Dessutom undersöktes om precisionen vid invisningarna kunde ökas genom användning av en större display.

Studien genomfördes med 16 deltagare som fick göra invisningar i terrängen av symboler som visades på en elektronisk karta. Invisningarna gjordes med två olika displayer, en liten (3,5 tum) och en stor display (9,7 tum). Tillgänglig tid för invisningarna begränsades till 5, 10, 15 och 20 sekunder. Dessutom undersöktes sambandet mellan spatial förmåga, som uppmättes med tre olika vedertagna spatiala test, och precisionen på invisningsuppgiften.

Resultaten visade att precisionen med den stora skärmen var signifikant bättre än med den lilla displayen. Skillnaden i precision var dock relativt liten (1,6 grader) och uppväger knappast de praktiska nackdelarna med att hantera en stor display. Tillgänglig tid för invisning påverkade inte precisionen vid invisning för någon av de två displayerna. Tidpress, uppgiftens svårighet och mental arbetsbelastning upplevdes dock som högre när invisningstiden minskades. Det spatiala testet PTSOT visade relativt starkt samband med precision på invisningsuppgiften och i synnerhet för invisningar med den lilla displayen och vid kort tillgänglig invisningstid. Det är sannolikt också dessa förutsättningar som ställer störst krav på spatial förmåga.

Nyckelord: invis riktning, peka ut riktning, GPS, elektronisk karta, mental arbetsbelastning, spatial lägesuppfattning, spatiala test, PTSOT

Summary

This report presents a study performed with the purpose of investigating the effects of display size and available performance time on the task of indicating the direction in the terrain to symbols that are shown on a digital map. In the future soldiers will most likely be equipped with some type of digital support, including a navigational aid where directions and positions of own units/soldiers and threats will be displayed. At present, the design of this type of equipment is not decided, and several solutions have been suggested with various sizes of displays and resolutions. The advantage with a larger display is that it provides a clear picture that is easy to grasp, but the drawback is that it is more difficult to handle and carry. The advantage with a smaller display is that it is easier to handle and carry, but the drawback is that the picture may be filled with symbols and thus perceived as messy and less easy to grasp, and therefore it may be necessary to zoom the picture. Previous experiments have shown relatively good precision of indication of direction with an electronic map on a small display when the indications are performed without time pressure. Therefore, in this experiment the time available to perform the indication task was varied, with the purpose of investigating the effects on precision when the available time was limited. In addition, it was investigated if the precision of the indication task could be further improved if a larger display was used.

This study was performed with 16 participants who performed the task of indicating the direction in the terrain to targets presented on an electronic map. Two displays were used for the indication task, one small (3.5-inches) and one large display (9.7-inches). The time available for the indication task was limited to 5, 10, 15, and 20 seconds. In addition, the relation between spatial ability, as measured with three different established spatial tests, and the precision on the indication task was investigated.

The results showed that the precision with the large display was significantly better compared to the small screen. However, in practice the difference was relatively small (1.6 degrees) and most likely it does not outweigh the disadvantages of carrying and handling a large display. Time available for the indication task did not affect the precision on the task for any of the two displays. However, time pressure, task difficulty, and mental workload were rated higher when the time available for the indication task was shortened. The relation between the spatial test PTSOT and the precision on the indication task was relatively strong. In particular this was true when the indications were performed with the small display and with short time available for the indication task. This is also most likely a situation which puts high demands on spatial ability.

Keywords: indicate direction, point out direction, GPS, electronic map, mental workload, spatial awareness, spatial tests, PTSOT

Innehållsförteckning

1	Inledning	7
1.1	Bakgrund invisningsproblematik	7
1.2	Experimentserie	8
1.2.1	Allmän beskrivning av experimentserien	8
1.3	Påverkan av storlek på skärm och tillgänglig tid för invisning	10
1.3.1	Hypoteser.....	10
1.4	Metoder för att mäta spatial förmåga	10
1.4.1	Spatialt orienteringstest (PTSOT).....	11
1.4.2	Pappersvikningstest.....	11
1.4.3	Santa Barbara Sense of Direction (SBSOD)	12
2	Metod	13
2.1	Deltagare.....	13
2.2	Utrustning.....	13
2.2.1	Displayer	13
2.2.2	Mjukvara och presentation av symboler	14
2.2.3	PLRF – instrument för vinkelmätning.....	16
2.3	Procedur och design	16
2.3.1	Uppgift.....	17
2.3.2	Procedur	18
2.4	Datainsamling	18
2.4.1	Prestationsmått	19
2.4.2	Subjektiva skattningar.....	19
3	Resultat	20
3.1	Prestationsdata	20
3.1.1	Avvikelse vid invisning	20
3.1.2	Prestationstid vid invisning	21
3.2	Spatiala test	21
3.2.1	Resultat på spatiala test.....	21
3.2.2	Samband mellan spatiala test och avvikelse vid invisning.....	22
3.3	Subjektiva skattningar.....	25
3.3.1	Belastning under invisning.....	25
3.3.2	Uppfatta förstå och utföra invisningsuppgiften	27
3.3.3	Storlek på display och mängd information på kartan	29
3.3.4	Träning och information	32

3.4	Synpunkter på displayerna	32
4	Diskussion	33
5	Slutsatser	36
6	Referenser	37

1 Inledning

Att kunna skapa och upprätthålla en adekvat lägesuppfattning är kanske den mest centrala delen av en stridande soldats förmåga. För att kunna verka mot fientliga mål och samtidigt undvika vådabekämpning måste soldaten ständigt ha uppmärksamhet på omgivningen och förstå fienders och kamraters positioner relativt sin egen. Detta benämns vanligen *spatial lägesuppfattning*, dvs. förmågan att förstå sin egen orientering i rummet relativt andra objekt (Wolbers & Hegarthy, 2010). För att kunna navigera från A till B, eller förstå var en kamrat är i förhållande till sig själv, behövs en god spatial förmåga. Idag använder marksoldater i huvudsak traditionella kartor, röstkommunikation och olika former av tecken (pekningar m.m.) för att skapa spatial lägesuppfattning. Detta gör att den enskilde soldaten måste lägga en relativt stor del av sina kognitiva resurser på att omsätta information från kartor och andra källor till riktningar och positioner i verkligheten samt minnas och transformera dessa under förflyttning.

En trolig utveckling inom soldatdomänen är att enskilda soldater i framtiden kommer att utrustas med någon form av digitalt ledningsstöd som omfattar navigationsutrustning som även har förmåga att presentera riktningar till egna enheter/soldater samt förmåga att presentera hot. Detta är gällande i den svenska ansatsen MARKUS (Markstridsutrustad soldat), där man planerar att anskaffa ett digitalt ledningsstödsystem.

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

1.1 Bakgrund invisningsproblematik

Det råder osäkerhet kring hur väl det är möjligt att omsätta information från en digital karta till en utpekad riktning i terrängen. Det bör därför undersökas vilka aspekter som påverkar hur man lyckas med denna uppgift, t.ex. om storleken på den skärm som används har betydelse för förmågan att peka ut riktningen i terrängen till en position som visas på kartbilden på skärmen. Små skärmar (under 3 tum diagonal) i kombination med behovet av att se kartinformationen kräver kompromisser i designen, vilket påverkar handhavandet då flera punkter som ligger långt ifrån varandra ska presenteras. Det kan bli svårt att se detaljer rörande t.ex. kartinformation utan att panorera eller zooma in så mycket att helhetsuppfattningen förloras. En större skärm (över 8 tum diagonal) kan underlätta detta då denna gör det möjligt att se både sin egen position och andra punkter på ett större område. Nackdelen med en större skärm är att den inte enkelt kan bäras på ett sådant sätt att den alltid är tillgänglig. En mindre skärm kan fästas på t.ex. underarmen likt en klocka och på så sätt alltid vara lättåtkomlig. Självfallet är detta beroende på faktorer som kartans skala, skärmens upplösning och det fysiska avståndet till de objekt som presenteras. En grundläggande fråga är om skärmstorlek är avgörande för förmågan att med exakthet kunna bedöma riktningen till en punkt i terrängen. I denna studie undersöks effekten av två olika skärmstorlekar med avseende på förmågan att med noggrannhet kunna visa in riktning till objekt som presenteras på en digital karta.

I tidigare studier har försökspersoner fått invisa platser med hjälp av kartstöd så noggrant som möjligt utan tidsbegränsning. Under försöken 2012 framgick det att det tog relativt lång tid att peka ut riktningar (ca 200 sekunder för 5 punkter) när försöksdeltagarna använde en vanlig GPS-mottagare (skärmstorlek under 3 tum), även om precisionen var god (10-15 grader) (Hellgren, Johansson, Oskarsson & Svensson, 2012). I denna studie undersöks hur mycket det går att minska tiden utan att precisionen försämras alltför mycket. Detta görs genom att invisningarna med de två skärmstorlekarna varieras mellan 5, 10, 15 och 20 sekunder.

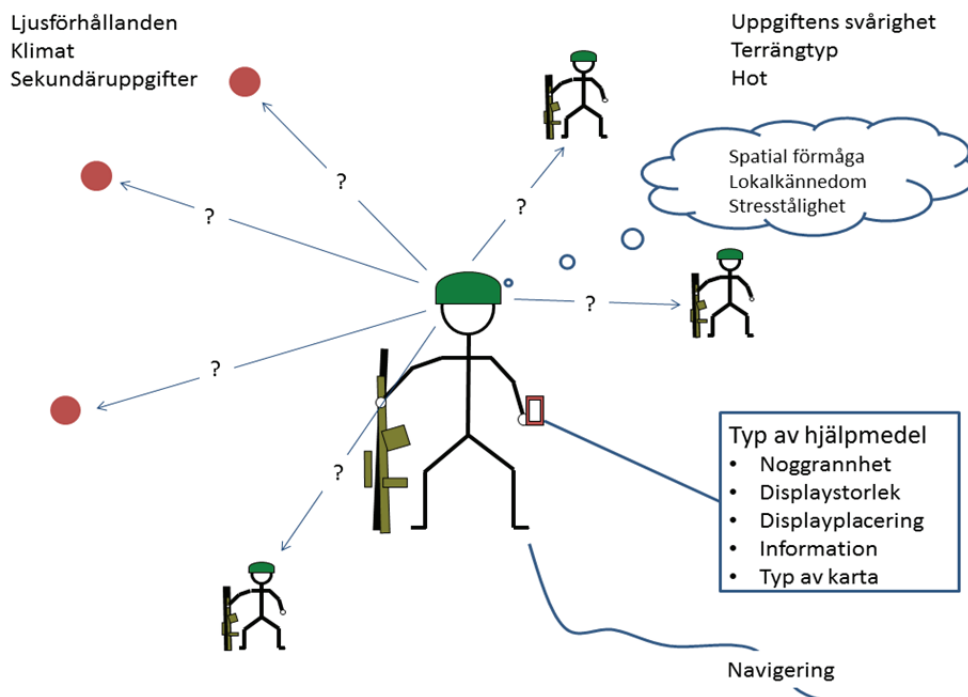
1.2 Experimentserie

1.2.1 Allmän beskrivning av experimentserien

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

- Individens förmåga
 - *Spatial förmåga*. Avser individens förmåga att förstå hur fysiska objekt i omgivningen relaterar till varandra och individen på ett korrekt sätt.
 - *Lokalkännedom*. Hur väl individen är bekant med området som han/hon vistas i.
 - *Stresstålighet*. Hur individen påverkas av att utföra olika uppgifter under hög mental arbetsbelastning (t.ex. navigera samtidigt som att söka efter hot).
- Det tekniska stödet
 - *Typ av hjälpmedel*. Vilken typ av stöd som används, t.ex. papperskarta och kompass, enskild GPS-enhet, GPS med koppling till andra ledningsstödsystem osv. Ett stort antal varianter av presentationsformer existerar, t.ex. taktil information genom vibrationer, ljud osv. Detta projekt avgränsas dock till olika former av visuella displayer för informationspresentation.
 - *Noggrannhet*. Hur exakt det tekniska stödet kan positionera och ange riktningar.
 - *Displaystorlek och upplösning*. Hur stor display det tekniska stödet har för att presentera information och hur tydligt det går att presentera informationen.
 - *Placering av display*. Var displayen är placerad (t.ex. på armen, på vapnet, vid ögat eller helt fritt).
 - *Information*. Vilken typ av information det går att få från stödet. Observera dock att en större mängd information inte alltid är av godo.
 - *Typ av karta*. Vilken typ av karta som används, t.ex. satellitbild, terrängkarta, fastighetskarta etc. Olika kartor har olika fördelar beroende på i vilken miljö individen verkar.

- Kontexten
 - *Uppgiftens svårighet.* Hur komplex navigeringsuppgiften är och hur många riktningar individen samtidigt måste hålla reda på.
 - *Typ av terräng.* Vilken typ av terräng individen rör sig i. Sikt och hinder som måste passeras har troligen avgörande betydelse för behovet av tekniskt stöd. Stadsterräng kan eventuellt underlätta navigation då gator och landmärken i stadsmiljön kan göra det lättare att uppfatta väderstreck och egen position relativt olika punkter.
 - *Ljusförhållanden.* Vi antar att totalt mörker (0,0001-0,001 Lux) är den svåraste förutsättningen och att normalt dagsljus motsvarande en lätt mulen dag (10 000-25 0000 Lux) är det enklaste.
 - *Klimat och väder.* Regn, snö, blåst, extrema temperaturer osv. påverkar troligen hur svårt det är att navigera, både pga. att siktpproblem kan uppstå men även pga. att det påverkar de fysiska förutsättningarna för att hantera utrustning mm.
 - *Hot.* Det upplevda hotet mot individen kan påverka förmågan att koncentrera sig på navigationsuppgiften.
 - *Sekundäruppgifter.* Om individen måste hantera flera uppgifter som kräver uppmärksamhet samtidigt finns det risk att den mentala arbetsbelastningen ökar och att navigationsuppgiften blir lidande.



Figur 1. Grundläggande modell för soldatens spatiala lägesuppfattning.

1.3 Påverkan av storlek på skärm och tillgänglig tid för invisning

Som nämnts ovan har tidigare genomförda försök visat att det är möjligt att peka ut riktning med god noggrannhet (10-15 graders avvikelse) med hjälp av en GPS-enhet utrustad med elektronisk kompass och ett noggrant kartunderlag (Hellgren m.fl., 2012; Johansson, Hellgren, Oskarsson & Svensson, 2012; Hellgren, Hörberg & Sandberg, 2011). I dessa försök användes en kommersiell GPS-mottagare med en skärmdiagonal på under 3 tum. Det råder dock osäkerhet kring vilken betydelse skärmens storlek har när det gäller att omsätta informationen på kartan till en utpekad riktning. Tillgänglig tid för att lösa uppgiften har troligen också betydelse, vilket inte undersöktes i de tidigare försöken. I dessa försök var försöksdeltagarna visserligen instruerade att utföra uppgiften så snabbt som möjligt, men eftersom det inte fanns någon tidsgräns så hade de i praktiken obegränsat med tid på sig. Detta kan ha bidragit till att försöksdeltagarna behövde relativt lång tid för att peka ut riktningen med hjälp av GPS i förhållande till att lösa uppgiften utan tillgång till tekniskt stöd. En av de tidigare studierna (Hellgren m.fl., 2012) visade också på ett tydligt samband mellan prestation på ett spatialt test (PTSOT, Perspective taking/spatial orientation test, Hegarthy, Richardson, Montello, Lovelace & Subbiah, 2002) och precision vid invisning utan stöd av GPS/elektronisk kompass. Däremot fanns det inte något samband mellan prestation på det spatiala testet och precisionen vid invisning när GPS/elektronisk kompass användes. Dock användes endast en typ av skärm och ingen tidsbegränsning. Eftersom begränsningar i tid och mindre skärmstorlek sannolikt ställer högre krav på förmågan att snabbt kunna omvandla spatial lägesinformation till en invisad riktning så är det intressant att undersöka om det finns samband mellan prestationen på motsvarande spatiala test och precisionen på invisning när skärmstorlek och tid varierar.

1.3.1 Hypoteser

Syftet med föreliggande studie är att undersöka hur förmågan att visa in riktning i terrängen till objekt som visas på en elektronisk karta påverkas av skärmens storlek och tillgänglig tid för invisning. Följande hypoteser formulerades.

- a) Med en större display kommer försöksdeltagarna att peka ut riktningen till objekten med större precision.
- b) Precisionen vid invisning kommer att minska när tillgänglig tid minskar.
- c) Mental arbetsbelastning kommer att skattas högre med liten skärm än med stor.
- d) Mental arbetsbelastning kommer att skattas högre när tillgänglig tid minskas.

1.4 Metoder för att mäta spatial förmåga

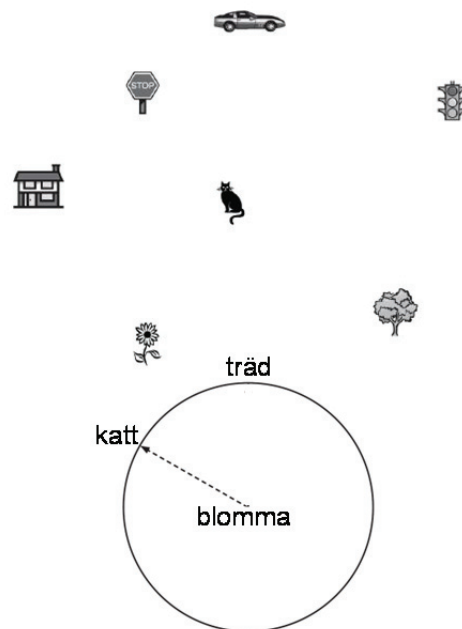
I ett tidigare försök har tre olika test använts för att undersöka sambandet mellan spatial förmåga och prestation vid invisning: Sense of Direction (SOD), Paper Folding Test, Perspective Taking/Spatial Orientation Test (PTSOT). För att resultaten från denna studie skulle bli jämförbara användes samma tester som i det tidigare försöket (Hellgren m.fl., 2012). Syftet var att undersöka om det finns något samband mellan något av de tre spatiala testen och prestationen på invisningsuppgiften under någon av förutsättningarna, och i synnerhet när invisningstiden minimeras eftersom det då sannolikt krävs större spatial förmåga för att snabbt kunna översätta symbolernas positioner på displayen till positioner i verkligheten. Denna fråga var inte en del av de huvudsakliga frågeställningarna i studien, men en ytterligare hypotes kan formuleras som lyder:

- e) Deltagare med bättre spatial förmåga kommer att peka ut riktningarna med större precision, jämfört med de med lägre spatial förmåga, när invisningstiden minskas.

Nedan följer en kort beskrivning av de tre spatiala test som använts i studien.

1.4.1 Spatialt orienteringstest (PTSOT)

Det spatiala orienteringstestet PTSOT (The Perspective Taking/Spatial Orientation Test, Kozhevnikov & Hegarty, 2001; Hegarty & Waller, 2004), är ett test av spatial orienteringsförmåga. Testet består av 12 uppgifter. Vid varje uppgift får deltagaren instruktionen att han/hon står vid ett visst objekt, tittar mot ett annat och uppgiften att bedöma vinkeln till ett tredje objekt. För varje uppgift visas samma sju objekt, bara platserna deltagarna ska föreställa sig ändras vid respektive uppgift. Deltagarens uppgift är att rita in vinkeln från den tänkta plats som deltagaren står på mot det angivna tredje objektet i en cirkel (Figur 2). Resultatet på respektive uppgift är differensen mellan den riktningen som deltagaren ritar och den korrekta vinkeln anggett i grader. Resultatet beräknas som deltagarens genomsnittliga differens på de 12 uppgifterna och kan därmed variera mellan 0 – 360 grader, där ett lägre värde innebär en högre korrekthet i precisionen och därmed ett bättre resultat.



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

1.4.2 Pappersvikningstest

Pappersvikningstestet (The Paper Folding Test; Ekstrom, French & Harman, 1976) är ett test på 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 3). Försöksdeltagaren får se fem svarsalternativ som visar det utvikta pappret med olika många hål och positioner för hålen (se till höger i Figur 3). Försöksdeltagarens uppgift är att avgöra vilket av alternativen som är korrekt. Testet har visat sig kunna prediktera prestation under användning av karta för att lokalisera egen position, samt för att peka ut byggnader som inte var synliga från den position som försöksdeltagaren pekade från. Resultatet på testet beräknas som andelen korrekta svar på de 20 uppgifterna och kan därmed variera mellan 0 – 1, där ett större värde innebär ett bättre resultat (Liben m.fl., 2010).



Figur 3: En av uppgifterna i pappersvikningstestet. Till vänster visas hur pappret vikts och på den sista bilden var hålet stansas. Till höger visas svarsalternativen, där B är korrekt svar (Ekstrom, French & Harman, 1976).

1.4.3 Santa Barbara Sense of Direction (SBSOD)

Sense of Direction (SOD) är ett självskattningstest som ger ett mått på spatial förmåga i omgivningen, mer eller mindre synonymt med vad som i vardagligt språk brukar kallas för lokalsinne. Kozlowski & Bryant (1977) har genomfört en studie som visade ett positivt samband mellan resultatet på SOD och spatial orienteringsförmåga. Hegarty m.fl. (2002) har vidareutvecklat testet till Santa Barbara Sense of Direction Scale (SBSOD), en skala som relaterar till den typ av uppgifter som kräver en uppdatering av position efter förflyttning. Testet fungerar så att försöksdeltagarna besvarar 15 olika frågor på en sjugradig skattningsskala. Frågorna kan t.ex. vara ”Jag är duktig på att bedöma avstånd” eller ”Jag går lätt vilse i en ny stad”. Innan resultatet beräknas så vänds skalan på frågor där ett högt värde innebär något negativt, som för den sista frågan ovan. Resultatet på testet beräknas som medelvärdet på de 15 frågorna och kan således variera mellan 1 – 7, där ett högt värde innebär ett bättre resultat.

2 Metod

Syftet med föreliggande studie var att undersöka hur displayens storlek och tillgänglig tid för att utföra uppgiften påverkar prestationen vid utpekning av riktningen till en punkt i terrängen som visas på en elektronisk karta. Försöket genomfördes i ett friluftsområde i Linköping. Området bestod av både skog, hagmark och bebyggelse. En försöksstation upprättades i en skogsdunge. På ena sidan av dungen fanns antal utspridda byggnader på mellan 200 till 400 meters avstånd. Sikten från platsen begränsades av vuxen barrskog, varför endast vissa byggnader var delvis synliga. Flertalet objekt som presenterades på kartan var positionerade så att de skymdes av skogen, varför endast ett fåtal synliga landmärken kunde användas som referens. Försöksdeltagarna var därför i princip tvungna att helt förlita sig på den information som presentation på displayens karta för att bedöma riktningen till de objekt som presenterades.

2.1 Deltagare

I försöket medverkade 16 personer, 7 kvinnor och 9 män. Deras ålder varierade mellan 19-43 år med en medelålder på 25,1 år. Försöksdeltagarna rekryterades genom annonsering på campus Valla. För deltagande gavs ersättning i form av två biobiljetter (värde ca 100 SEK styck). För att höja motivationen fick den deltagare som hade bäst resultat, dvs. minst avvikelse, vid utpekningssuppgiften dessutom en extra biobiljett i efterhand. Av de 16 deltagarna var det 2 deltagare som genomgått militär tjänstgöring.

2.2 Utrustning

2.2.1 Displayer

Två displayer med olika storlek användes. För den display som benämns som liten display användes en iPhone 4S med 3,5-tums skärm och för den display som benämns stor display användes en iPad generation 4 med 9,7-tums skärm (Figur 4).



Figur 4. De två displayerna som användes i försöket, iPad gen. 4 överst och iPhone 4s underst.

2.2.2 Mjukvara och presentation av symboler

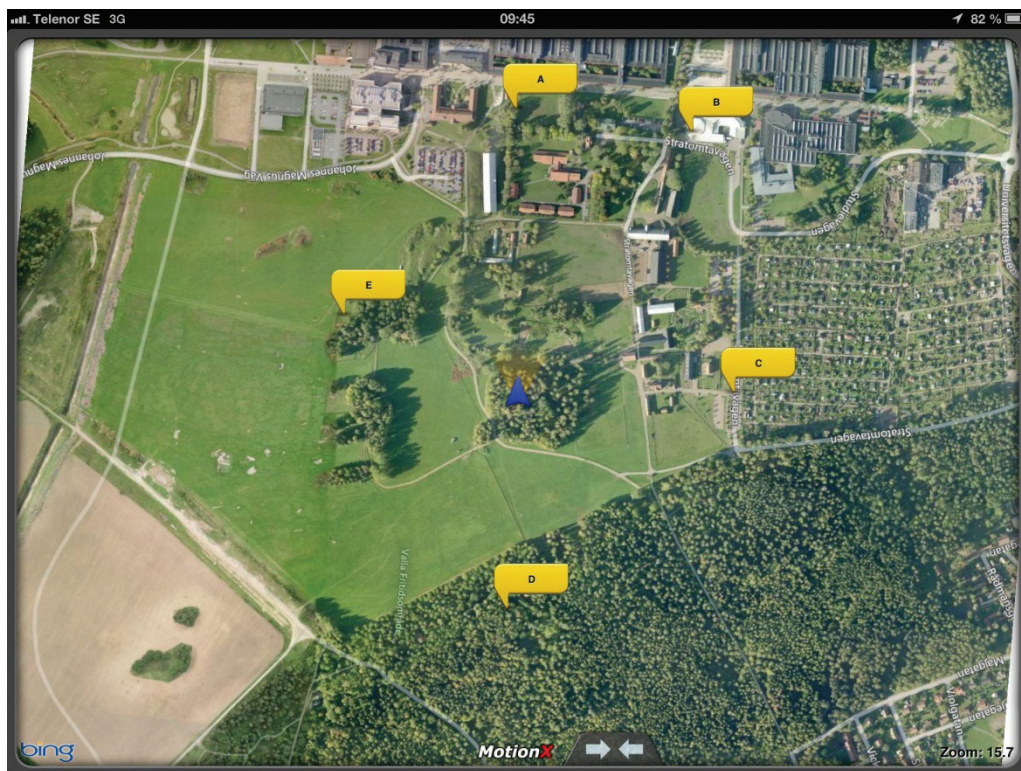
Som mjukvara användes MotionX™ GPS, vilket är en applikation som finns tillgänglig för iPhone och iPad. På Motion X™ visades en karta där egen position och målpunkter som mätts in med GPS visades. I försöket användes en satellitbild i färg från Bing Maps. Mjukvaran fungerar huvudsakligen identiskt på de båda hårdvarorna, bortsett från vissa steg i menyanteringen. Denna skillnad påverkade dock inte försöket eftersom samtliga menyinställningar hanterades av försöksledaren. Den enda skillnad som deltagarna upplevde var därmed, beroende på displayernas olika storlek, kartans skala, kartans storlek och storleken på symbolerna (se nedan). Under experimentet användes fyra olika uppsättningar av symboler på kartan, samt en extra uppsättning med fem symboler som användes under träningen. Var och en av symboluppsättningarna bestod av fem symboler, där varje symbol var namngiven med en bokstav. I var och en av de fyra symboluppsättningarna hade varje symbol en unik position på kartan. Hur symboluppsättning 1, som består av symbolerna: A, B, C, D och E, presenterades på den lilla displayen visas i Figur 5 och hur den presenterades på den stora displayen i Figur 6. Den blå pilen i figurerna visar försöksdeltagarens egen position på kartan och pilens riktning visar att försöksdeltagaren har riktat in displayen mot symbol A. Kartans riktning roterade med när deltagaren ändrade riktning och den blå pilen pekade alltid uppåt på kartan, dvs. i den riktning som deltagaren stod vänd.

Kartans skala på den lilla displayen var cirka 1:28000 (avstånd mellan blå pil och symboler 10-18 mm; höjd på bokstäverna i symbolerna ca 1,1 mm), Kartans skala på den stora displayen var ca 1:8000 (avstånd mellan blå pil och symbolerna 35-62 mm; höjd på

bokstäverna i symbolerna ca 1,7 mm). Dvs. skillnaden mellan displayerna avseende storlek på symbolerna och bokstäverna som namngav dem stod inte i proportion till displayernas storlek, vilket beror på att det var nödvändigt att göra dem större i förhållande till den lilla displayens storlek för att de skulle vara läsbara. Observera att bilderna nedan inte är skalenliga (storleksskillnaden mellan displayerna illustreras i Figur 4).



Figur 5. Symboluppsättning 1 som den presenterades på den lilla displayen.



Figur 6. Symboluppsättning 1 som den presenterades på den stora displayen.

2.2.3 PLRF – instrument för vinkelmätning

PLRF 15C (Pocket Laser Range Finder) är ett avstånds- och vinkelmätande instrument från Vectronix AG, som används inom Försvarsmakten. Instrumentet var monterat på ett kamerastativ av modell Manfrotto 190B, och användes av deltagarna under försöket för att peka ut riktningen till målpunkterna. Försöksledaren avläste sedan den exakta kompassriktningen till genom att titta i instrumentets okular (se Figur 7). Precisionen i instrumentet anges till ± 4 grader. Innan respektive försök påbörjades kontrollmättes precisionen mot en referenspunkt i terrängen. Eventuell avvikelse från denna punkt användes som korrektion i beräkningarna av invisad riktning.



Figur 7. Överst bild på PLRF-en monterad på kamerastativ. Nederst till vänster bild på PLRF:ens framsida och till höger bild genom PLRF:ens okular som visar instrumentets kompassriktning i grader med röda siffror.

2.3 Procedur och design

Experimentet genomfördes med inomgruppsdesign med två förutsättningar: 2 displayer $\times$ 4 tider för invisning. Experimentet genomfördes med motbalanserad design avseende

display, dvs. hälften av deltagarna började med stor display och den andra hälften med liten display. För varje deltagare balanserades ordningen mellan invisningstiderna (5, 10, 15, 20 sekunder) så att samtliga tider kom lika ofta som samma betingelse (1:a, 2:a, 3:e, 4:e betingelsen). Ordningen för symboluppsättningarna balanserades så att varje symboluppsättning användes lika ofta för båda displayerna på samtliga tider. För varje mättillfälle valdes ordningen mellan symbolerna så att aldrig två närliggande symboler inom samma uppsättning invisades efter varandra, dvs. avståndet mellan efterföljande symboler maximerades.

2.3.1 Uppgift

Deltagarens uppgift var att med respektive display (stor, liten) peka ut riktningen i terrängen till en i taget av de fem symboler som samtidigt visades på displayen. Detta genomfördes vid fyra invisningstillfällen med respektive display, dvs. ett invisningstillfälle för var och en av de fyra invisningstiderna: 5, 10, 15 och 20 sekunder.

Deltagaren gjorde invisningen genom att rikta in i displayen så att pilen i kartans mitt pekade mot symbolen så noggrant som möjligt. Under invisningen höll deltagaren i stativets handtag och riktade in PLRF:en i den riktning som han/hon uppfattade att symbolen hade. Dvs. i praktiken gjordes båda momenten samtidigt eftersom deltagaren gick runt PLRF:en samtidigt som displayen riktades in mot symbolen. Deltagaren tittade inte i PLRF:ens okular under invisningen, utan riktade endast in PLRF:en i den riktning som pilen på displayen visade.

För att ange när deltagaren skulle börja med att invisa en symbol så sade försöksledaren tydligt symbolens namn. För att förtydliga så sade försöksledaren "Adam" när deltagaren skulle börja invisa symbol A osv. När det var tre sekunder kvar tills den angivna invisningstiden hade gått ut så började försöksledaren en nedräkning: "3, 2, 1, Stopp". Deltagaren var instruerad att släppa handtaget på PLRF:ens stativ när försöksledaren sa "stopp" och den invisade riktningen gällde då som svar. Om deltagaren blev klar med invisningen innan den angivna invisningstiden hade gått ut så var deltagaren instruerad att tydligt säga "Klar", och försöksledaren antecknade då tiden som använts för invisningen av symbolen. I Figur 8 syns en försöksledare som gör anteckningar när en deltagare besvarar de muntliga frågorna som ställdes efter att ett av invisningsmomenten med den lilla displayen hade genomförts.



Figur 8. Bild av en försöksledare som gör anteckningar när deltagaren besvarar de muntliga skattningsfrågorna efter ett av invisningsmomenten med liten display.

2.3.2 Procedur

Innan experimentet påbörjades så besvarade deltagaren en bakgrundsenkät och gjorde de tre spatiala testen som beskrivs ovan. Efter detta instruerade försöksledaren deltagaren om hur experimentet skulle genomföras och om vilka uppgifter deltagaren skulle utföra. Innan experimentet fick deltagaren träning genom att invisa tre symboler, på tiderna 5, 10 och 15 sekunder med respektive display. Sedan följde experimentet med den första displayen (stor eller liten beroende på balansering). Efter varje invisningstid (utpekning av 5 symboler med displayen) så fick deltagaren muntligt besvara tre skattningsfrågor, på skalan 1-7, om upplevelsen av uppgiftens svårighetsgrad, den mentala arbetsbelastningen och tidspressen. När utpekning hade gjorts med samtliga fyra tider för displayen så fick deltagaren besvara en enkät om displayen. Sedan följde samma uppgift med den andra displayen (stor eller liten beroende på balansering). Proceduren för utpekning med den andra displayen var identisk med procedurerna för utpekning med den första displayen. När utpekningssuppgifterna hade genomförts för båda displayerna så fick deltagaren besvara en avslutande enkät.

Väderleksförhållandena under försökens genomförande varierade enligt följande. Temperaturen varierade mellan -10 °C till +4 °C med en medeltemperatur på -2,1 °C. Under 10 av försökstillfällena var det sol, under 3 soldis, under 1 växlande sol till soldis, under 1 mulet och under 1 molnigt. Under 11 av försöken var det vindstilla, under 4 lätt vind och 1 blåsigt.

2.4 Datainsamling

Datainsamling gjordes dels genom spatiala test före experimentet (se Avsnitt 1.4 Metoder för att mäta spatial förmåga), prestationsmått under invisningsuppgiften (precision och tid för invisning), samt genom deltagarnas subjektiva skattningar och skriftliga kommentarer

2.4.1 Prestationsmått

- *Avvikelse från korrekt riktning vid utpekning av symboler (i grader).*
Försöksledaren noterade vid varje invisning PLRF:ens kompassriktning. För varje försöksperson beräknades medelvärdet av avvikelsen för de 5 symboler som pekades ut vid respektive invisningstillfälle (respektive invisningstid med respektive display).
- *Invisningstid* – Om försökspersonen blev klar innan angiven tid för invisning så antecknade försöksledaren den tid som invisningen tog.

2.4.2 Subjektiva skattningar

Subjektiva skattningar samlades in med enkäter och genom muntliga skattningar. Skattningarna gjordes på skalan 1 – 7. Enkäterna innehöll även vissa öppna frågor.

Följande subjektiva skattningar gjordes muntligt efter varje invisningstid:

- Hur svårt/lätt var det att genomföra invisningsuppgiften? (1 = Mycket lätt – 7 = Mycket svårt).
- Mental arbetsbelastning under invisningen? (1 = Mycket låg – 7 = Mycket hög)
- Tidspress under invisningen? (1 = Mycket låg – 7 = Mycket hög)

De viktigaste subjektiva skattningarna i enkäten efter utpekning med respektive display var:

- Hur lätt/svårt var det att se positionerna på displayen? (1 = Mycket svårt – 7 = Mycket lätt)
- Hur lätt/svårt var det att förstå riktningen till positionerna på displayen? (1 = Mycket lätt – 7 = Mycket svårt)
- Hur var det att rikta in displayen mot positionerna på kartan? (1 = Mycket lätt – 7 = Mycket svårt)
- Hur var displayens storlek? (1 = Mycket dålig – 7 = Mycket bra)
- Displayens storlek var: ”för liten”, ”lagom stor”, eller ”för stor”

3 Resultat

Prestationsdata vid invisning avseende avvikelse i grader från korrekt riktning och prestationstid vid invisning, samt subjektiva skattningar analyserades med variansanalys (ANOVA). Design anges nedan separat för respektive analys. Vid brott mot sfäriskhet anges Greenhouse-Geisser korrigerat p-värde. För samtliga eftertest har Sidaks test använts.

För svaren på kategorifrågorna med tre svarsalternativ om displayens storlek, respektive mängden information på skärmen, användes icke-parametrisk testning med binomialtest och med McNemars test.

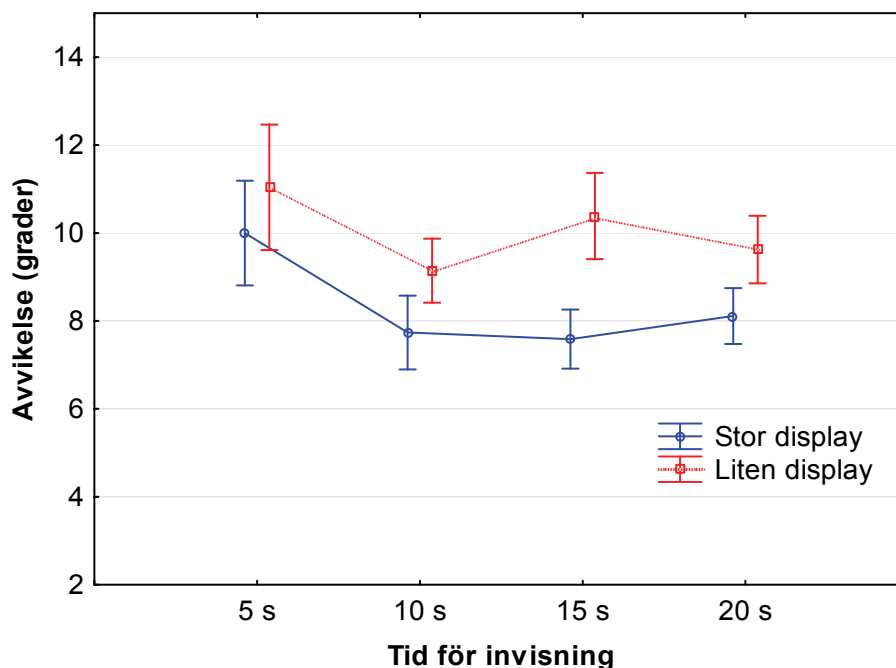
Korrelationsanalys användes för att undersöka sambandet mellan resultaten på de spatiala testen, samt för att undersöka sambandet mellan resultaten på de spatiala testen och precisionen på invisningsuppgiften.

3.1 Prestationsdata

3.1.1 Avvikelse vid invisning

Avvikelse vid invisning i grader analyserades med tvåvägs ANOVA för upprepad mätning, 2 displayer (stor, liten) $\times$ 4 invisningstider (5, 10, 15, 20 sekunder).

ANOVA visade huvudeffekt av display, $F(1, 15) = 7,2$; $p = 0,017$; men inte signifikant huvudeffekt av invisningstid ($p = 0,15$), eller interaktionseffekt mellan display och invisningstid ($p = 0,70$). Som man kan se i Figur 9 så berodde huvudeffekten av display på att avvikelsen vid invisning var större med liten display jämfört med stor display. Medelvärde och standardfel för stor display ($M = 8,4$; $SE = 0,2$ grader) och för liten display ($M = 10,0$; $SE = 0,6$ grader), dvs. skillnaden i medelavvikelse mellan displayerna var 1,6 grader.



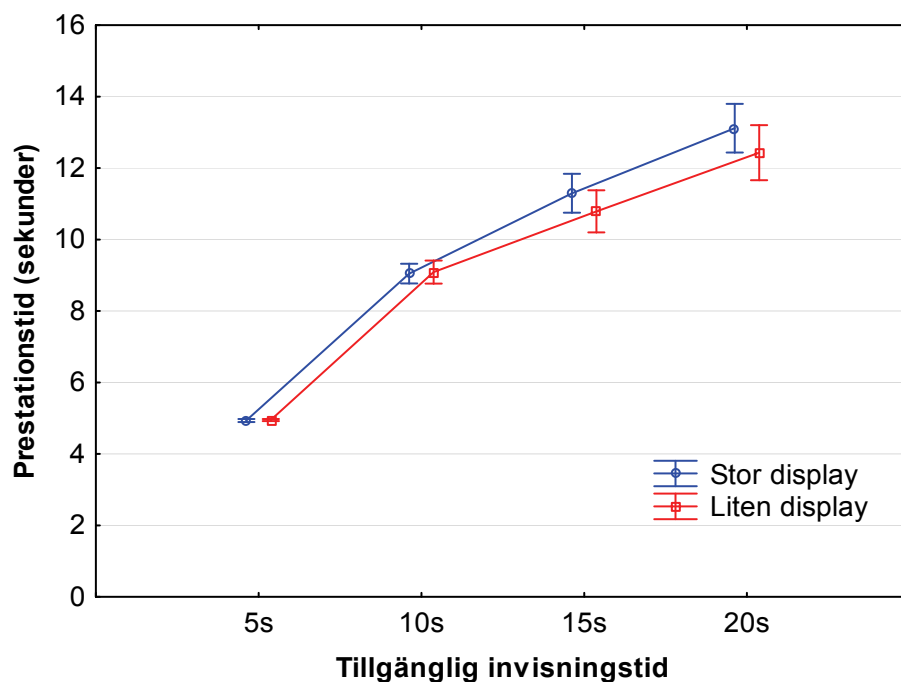
Figur 9. Avvikelse i grader från korrekt invisning. Grafen visar medelvärde och standardfel för stor och liten display vid var och en av de fyra invisningstiderna.

3.1.2 Prestationstid vid invisning

Prestationstid för invisning analyserades med tvåvägs ANOVA för upprepad mätning, 2 displayer (stor, liten) $\times$ 4 invisningstider (5, 10, 15, 20 sekunder).

ANOVA visade signifikant huvudeffekt av invisningstid, $F(3, 45) = 119,3$; $p < 0,001$; men inte signifikant huvudeffekt av display ($p = 0,24$) eller interaktionseffekt mellan display och tid ($p = 0,47$).

Eftertest med avseende på huvudeffekten av tid visade signifikant skillnad mellan samtliga fyra invisningstider (samtliga $p < 0,01$) (Figur 10).



Figur 10. Prestationstid vid invisning. Grafen visar medelvärde och standardfel för den tid som användes för invisning med stor och liten display vid var och en av de fyra invisningstiderna.

3.2 Spatiala test

3.2.1 Resultat på spatiala test

Deltagarnas resultat på de spatiala testen redovisas i Tabell 1. Observera på PTSOT (Perspective Taking/Spatial Orientation Test) innebär ett lågt värde ett bra resultat, medan på pappersvikningstestet och SBSOD innebär ett högt värde är ett bra resultat (se Avsnitt 1.4 Metoder för att mäta spatial förmåga).

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

Test	Medel	Stdav	Min	Max
PTSOT	26,3	22,4	5,0	88,7
Pappersvikning	0,75	0,12	0,55	1,0
SBSOD	4,2	1,0	1,9	5,7

Korrelationssambanden mellan de tre spatiala testen var mycket svaga och sambandet mellan pappersvikningstestet och SBSOD var till och med negativt. Det bör dock poängteras att inte någon av korrelationerna var signifikant:

- PTSOT $\times$ Pappersvikning: $r = -0,22$
- PTSOT $\times$ SBSOD: $r = -0,15$
- Pappersvikning $\times$ SBSOD: $r = -0,20$

Observera att en negativ korrelation mellan PTSOD och de övriga testen innebär ett positivt samband.

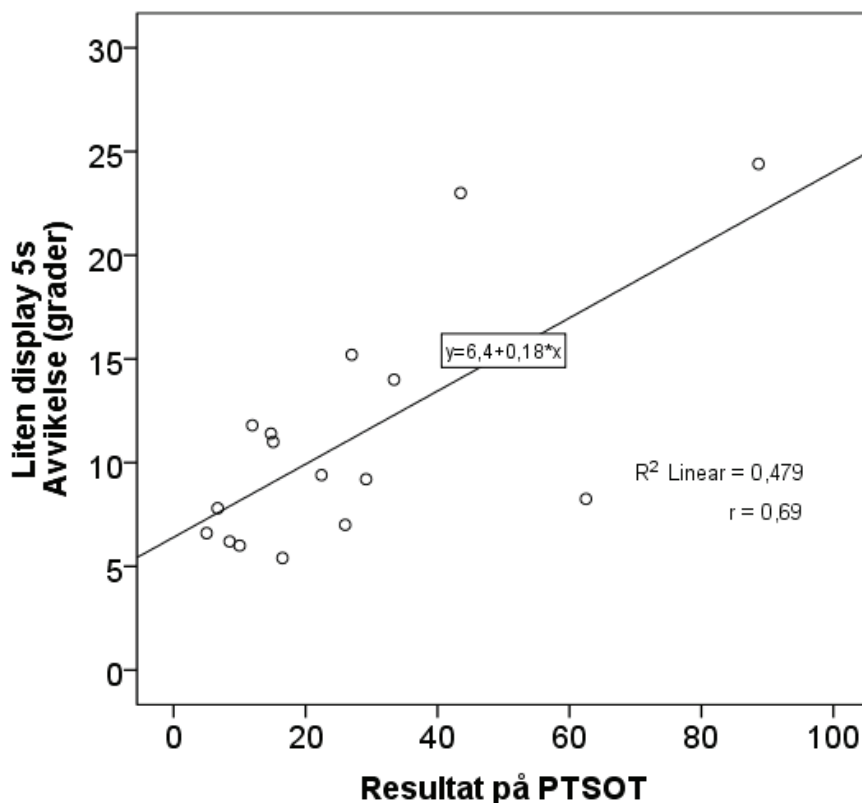
3.2.2 Samband mellan spatiala test och avvikelse vid invisning

När det gäller precisionen på invisningsuppgiften så innebär ett mindre värde vid invisningen (mindre vinkelfel) bättre precision, medan däremot ett större värde på pappersvikningstestet och SBSOD innebär ett bättre resultat på dessa test. Ett negativt korrelationssamband mellan dessa test och resultatet på invisningsuppgiften innebär därför ett positivt samband. Samtliga korrelationer mellan de tre spatiala testen och avvikelsen vid invisning visas i Tabell 2.

Tabell 2. Korrelationssamband mellan var och ett av de tre spatiala testen och avvikelsen vid invisningarna med respektive display. Observera att för pappersvikningstestet och SBSOD innebär en negativ korrelation ett positivt samband. Siffrorna visar Pearsons korrelationskoefficient. Stjärna anger att korrelationen är signifikant på femprocentnivån ($p < 0,05$).

Test	Stor display				Liten display			
	5s	10s	15s	20s	5s	10s	15s	20s
PTSOT	0,58*	-0,38	0,17	-0,50*	0,69*	0,30	0,06	0,14
Pappersvikning	-0,39	-0,04	0,26	0,05	-0,51*	0,13	-0,20	-0,29
SBSOD	0,00	0,18	-0,12	0,04	0,04	-0,15	-0,27	-0,18

Korrelationen mellan PTSOT och avvikelsen vid invisning på 5 sekunder med liten display visas i Figur 11.



Figur 11. Korrelationen mellan resultatet på det spatiala testet (PTSOT) och avvikelse i grader vid invisning på 5 sekunder med liten display.

En indelning av deltagarna utgående från resultatet på PTSOT gjordes där de som hade över 26 poäng kategoriserades som låg spatial förmåga (7 deltagare) och de som hade under 26 poäng kategoriserades som hög spatial förmåga (9 deltagare). I en motsvarande studie förra året användes däremot gränsvärdet 30 för gruppindelning (Hellgren m.fl., 2012). En gruppindelning med 30 poäng som gränsvärde i denna studie hade dock gett mycket olika storlek på grupperna, med endast 4 deltagare med låg spatial förmåga och 12 deltagare med hög spatial förmåga.

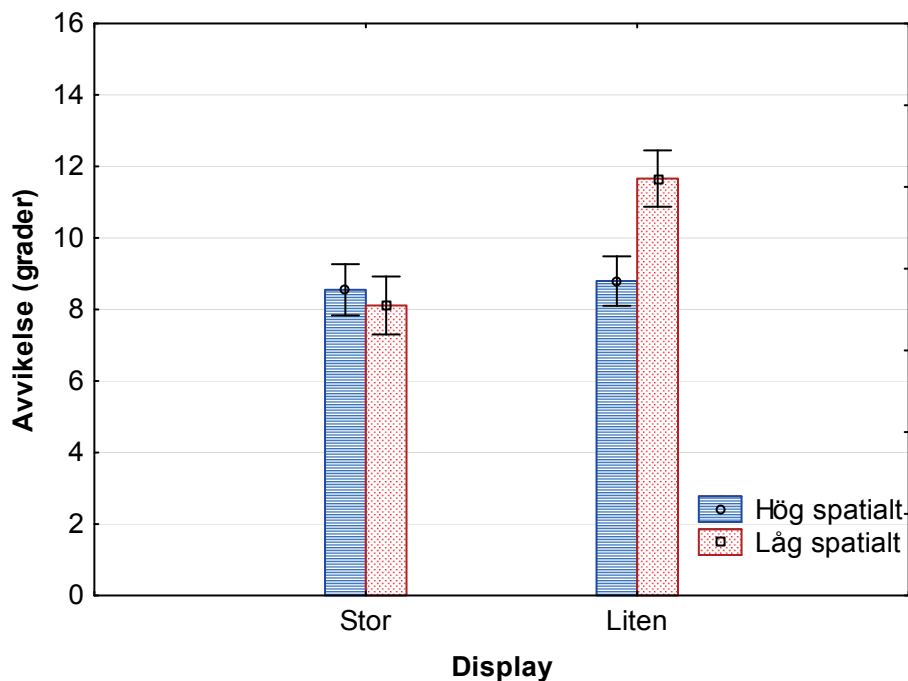
För att undersöka hur spatial förmåga påverkade prestationen på invisningstuppningen gjordes analys med tvåvägs ANOVA med mixad design: 2 spatiala förmågor (låg, hög) $\times$ 2 displayer (liten, stor) $\times$ 4 invisningstider (5, 10, 15, 20 sekunder), med spatial förmåga som mellangrupsvariabel och med display och invisningstid som inomgruppsvariabler.

ANOVA visade signifikant interaktionseffekt mellan spatial förmåga och display, $F(1, 14) = 11,5$; $p = 0,004$ signifikant interaktionseffekt mellan spatial förmåga och invisningstid, $F(3, 42) = 2,9$; $p = 0,047$; men inte signifikant huvudeffekt av spatial förmåga ($p = 0,22$) och inte signifikant tvåvägs interaktionseffekt mellan spatial förmåga, display och invisningstid ($p = 0,63$).

ANOVA visade också signifikant huvudeffekt av display; $F(1, 14) = 15,1$; $p = 0,002$; inte signifikant huvudeffekt av tid ($p = 0,104$); och inte signifikant interaktionseffekt mellan display och tid ($p = 0,79$). Dvs. motsvarande resultat som i den tvåvägs ANOVA som redovisats ovan (Avsnitt 3.1.1 Avvikelse vid invisning), men med något andra värden på grund av skillnaderna i design mellan analyserna.

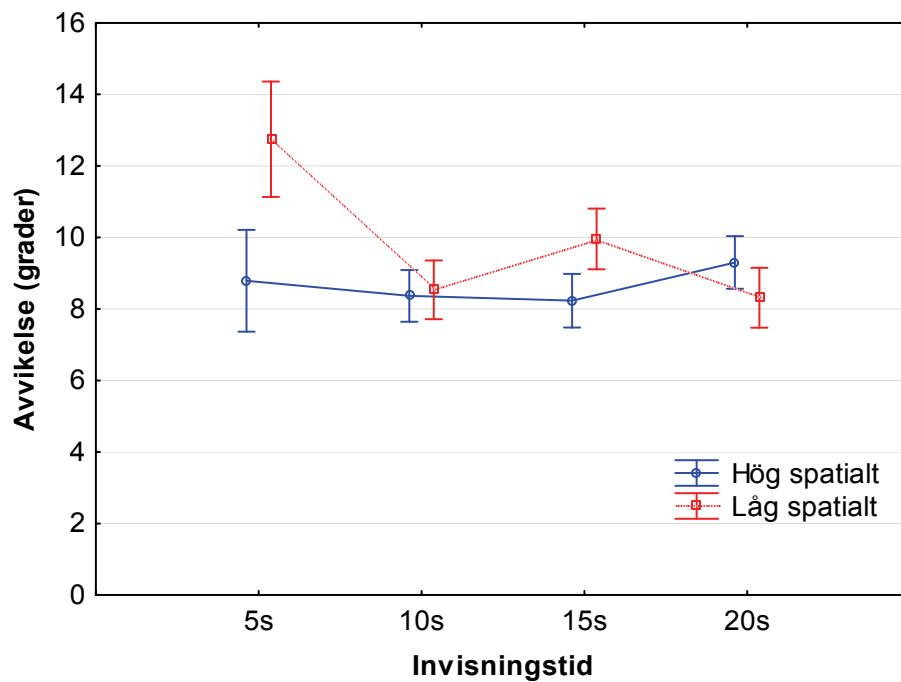
Eftertest med avseende på interaktionseffekten mellan spatial förmåga och display visade att vid invisning med liten display så hade gruppen med låg spatial förmåga signifikant större avvikelse jämfört med gruppen med hög spatial förmåga ($p = 0,016$), medan det inte var någon skillnad mellan de båda gruppernas resultat vid invisning med stor display. Eftertest visade också att gruppen med låg spatial förmåga hade signifikant större

avvikelse vid invisning med liten jämfört med stor display ($p < 0,001$); medan det för gruppen med hög spatial förmåga inte fanns någon signifikant skillnad i resultatet vid invisning med de båda displayerna (Figur 12. Avvikelse vid invisning med stor och liten display för deltagare med låg respektive hög spatial förmåga separat (gemensamma medelvärden och standardfel för samtliga invisningstider).



Figur 12. Avvikelse vid invisning med stor och liten display för deltagare med låg respektive hög spatial förmåga separat (gemensamma medelvärden och standardfel för samtliga invisningstider).

Eftertest med avseende på interaktionseffekten mellan spatial förmåga och invisningstid visade endast tendens till större avvikelse vid invisning på 5 sekunder för gruppen med låg spatial förmåga jämfört med gruppen med hög spatial förmåga ($p = 0,087$), dvs. den något högre avvikelsen vid 15 sekunder för gruppen med låg spatial förmåga var inte signifikant ($p = 0,15$). När det gäller skillnaderna i avvikelse inom respektive grupp så visade eftertest endast tendens till högre avvikelse vid 5 sekunder jämfört med 20 sekunder ($p = 0,095$) för gruppen med låg spatial förmåga (Figur 13).



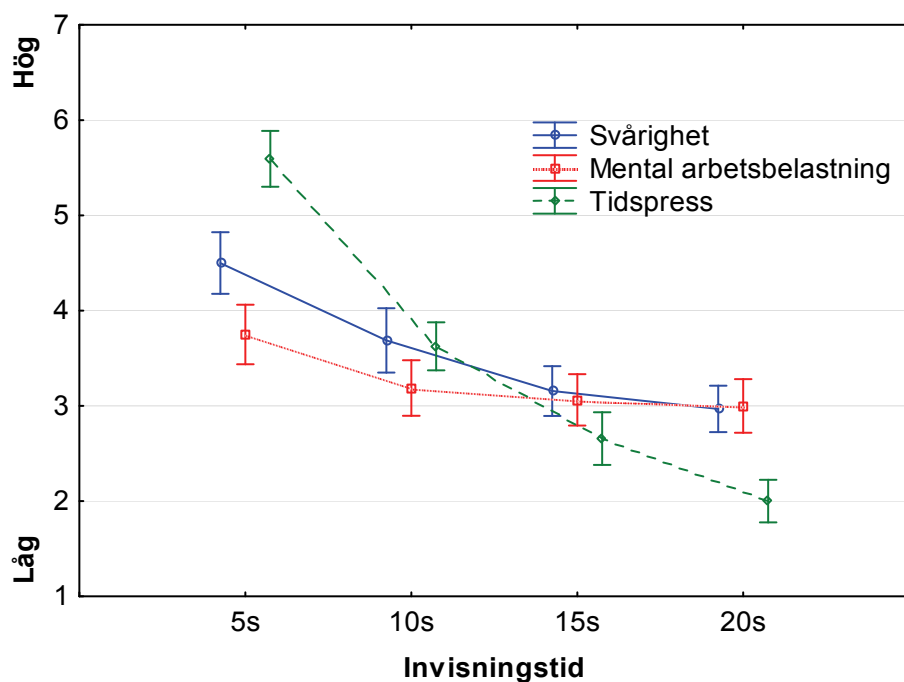
Figur 13. Avvikelse vid invisning vid respektive invisningstid för deltagare med låg respektive hög spatial förmåga separat (gemensamma medelvärden och standardfel för båda displayerna).

3.3 Subjektiva skattningar

3.3.1 Belastning under invisning

Efter varje invisningstid med respektive display så besvarade deltagarna muntligt tre skattningsfrågor om hur de upplevde uppgiftens svårighet, den mentala arbetsbelastningen och tidspressen (1 = låg – 7 = hög). Svaren analyserades med trevägs ANOVA för upprepad mätning, 2 displayer (stor, liten) $\times$ 4 invisningstider (5, 10, 15, 20 sekunder) $\times$ 3 belastningsfaktorer (svårighet, mental arbetsbelastning, tidspress).

ANOVA visade signifikant huvudeffekt av invisningstid, $F(3, 45) = 83,8$; $p < 0,001$; och signifikant interaktionseffekt mellan belastningsfaktor och invisningstid, $F(6, 90) = 27,9$; $p < 0,001$. Inga övriga effekter var signifikanta (se Figur 14).



Figur 14. Deltagarnas skattningar av uppgiftens svårighet, mental arbetsbelastning och tidspress vid respektive invisningstillfälle (1 = låg – 7 = hög). Grafen visar gemensamma medelvärden och standardfel för de två displayerna vid respektive invisningstillfälle.

Eftertest med avseende på huvudeffekten av invisningstid (medel för samtliga tre frågor) visade signifikant skillnad i hur högt belastningen skattades mellan samtliga invisningstider (alla $p < 0,05$). Det vill säga belastningen skattades som signifikant lägre för varje förlängning av invisningstiden.

Eftertest med avseende på interaktionseffekten mellan belastningsfaktor och invisningstillfälle visade följande:

- Vid invisning på 5 sekunder så skattades tidspress signifikant högre än både svårighet och mental arbetsbelastning (båda $p < 0,001$).
- Vid invisning på 10 sekunder så skattades svårighet signifikant högre än mental arbetsbelastning ($p = 0,038$).
- Vid invisning på 15 sekunder så skattades svårighet signifikant högre än tidspress ($p = 0,025$).
- Vid invisning på 20 sekunder så skattades både svårighet och mental arbetsbelastning signifikant högre än tidspress ($p < 0,001$ respektive $p = 0,002$).
- För svårighet fanns följande signifikanta skillnader:
 - Vid invisning på 5 sekunder skattades svårighet signifikant högre än vid samtliga andra invisningstider (vid 10 sekunder $p = 0,043$; vid 15 och 20 sekunder $p < 0,001$).
 - Vid invisning på 10 sekunder skattades svårighet signifikant högre än vid både 15 och 20 sekunder (båda $p < 0,01$).
- För mental arbetsbelastning fanns följande signifikanta skillnader:
 - Vid invisning på 5 sekunder skattades mental arbetsbelastning signifikant högre än vid samtliga övriga invisningstider (samtliga $p < 0,01$).
- För tidspress fanns följande skillnader:

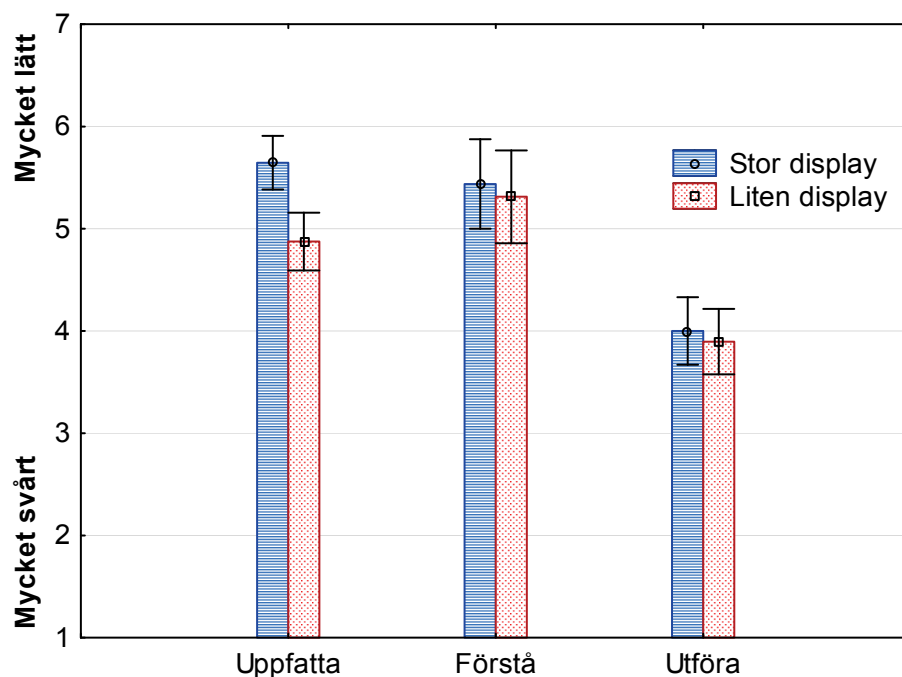
- Vid invisning på 5 sekunder skattades tidspress signifikant högre än vid samtliga övriga invisningstillfällen (samtliga $p < 0,001$).
- Vid invisning på 10 sekunder skattades tidspress signifikant högre än vid både 15 och 20 sekunder (båda $p < 0,001$).
- Vid invisning på 15 sekunder skattades tidspress signifikant högre än vid 20 sekunder ($p = 0,033$).

3.3.2 Uppfatta förstå och utföra invisningsuppgiften

Deltagarna besvarade sju frågor om tre begrepp avseende invisningsuppgiften: tre frågor om hur de uppfattade informationen på displayerna, en fråga om hur de förstod informationen, och tre frågor om hur det var att utföra invisningsuppgiften (1 = Mycket svårt – 7 = Mycket lätt). Begreppen att uppfatta informationen på displayerna och att utföra invisningsuppgiften beräknades som medelvärdet på de tre frågor som ställdes om respektive begrepp (se Figur 15). Analys av de tre frågorna som ingick i vart och ett av begreppen att uppfatta informationen och att utföra invisningsuppgiften analyserades dessutom separat nedan. De tre begreppen avseende invisningsuppgiften analyserades med tvåvägs ANOVA för upprepad mätning, 2 displayer (stor, liten) $\times$ 3 begrepp (uppfatta, förstå, utföra).

ANOVA visade signifikant huvudeffekt av begrepp, $F(2, 30) = 11,1$; $p < 0,001$; men inte signifikant huvudeffekt av display ($p = 0,23$), eller signifikant interaktionseffekt mellan display och begrepp ($p = 0,16$).

Eftertest visade att det skattades som signifikant svårare att utföra invisningsuppgiften både jämfört med att uppfatta ($p < 0,001$) och att förstå informationen ($p = 0,009$).



Figur 15. Deltagarnas skattningar av hur det var att uppfatta informationen, förstå informationen och utföra invisningsuppgiften. (1 = Svårt – 7 = Lätt). Grafen visar medelvärde och standardfel för de tre begreppen för respektive display.

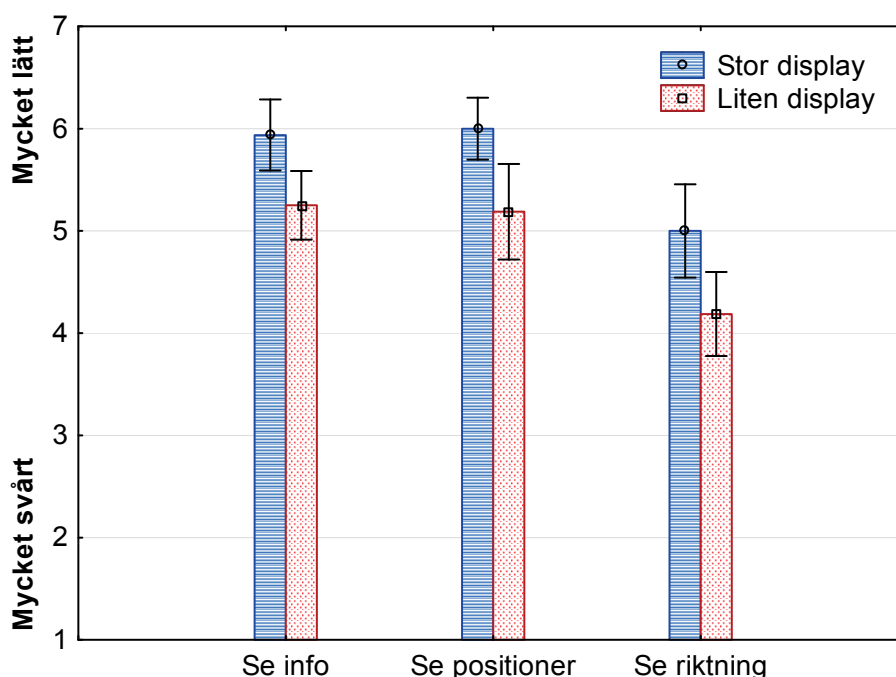
3.3.2.1 Uppfatta informationen

Begreppet att uppfatta informationen på displayerna vilket analyserades ovan beräknades som medelvärdet på tre skattningsfrågor om hur det var att: se informationen (kontrast,

ljusstyrka), se positionerna, se riktningen till positionerna (1 = Mycket svårt – 7 = Mycket lätt) (se Figur 16). Här redovisas en separat analys av skattningarna på dessa tre frågor. Svaren analyserades med tvåvägs ANOVA för upprepad mätning, 2 displayer (stor, liten) $\times$ 3 frågor (se informationen, se positionerna, se riktningen).

ANOVA visade signifikant huvudeffekt av display, $F(1, 15) = 10,2$; $p = 0,006$; signifikant huvudeffekt av fråga, $F(2, 30) = 3,8$; $p = 0,034$; men inte någon signifikant interaktionseffekt mellan display och fråga ($p = 0,96$).

Huvudeffekten av display berodde på att informationen skattades som signifikant lättare att uppfatta med den stora displayen. Eftertest med avseende på huvudeffekten av fråga visade endast tendens till att det skattades som lättare att se informationen jämfört med att se riktningen till positionerna ($p = 0,068$).



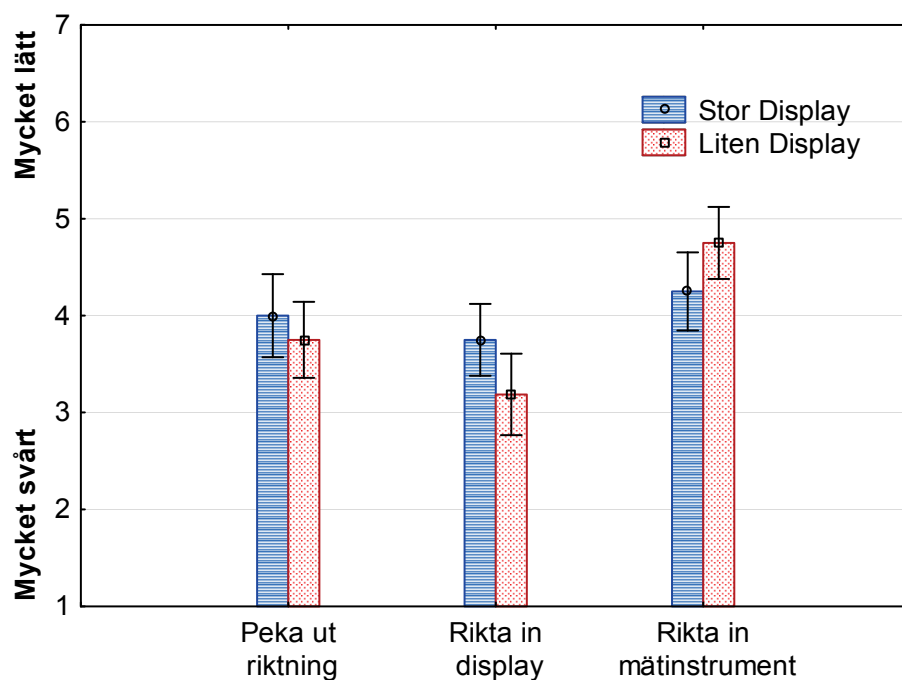
Figur 16. Deltagarnas skattningar av hur det var att uppfatta informationen på displayen (1 = Mycket lätt – 7 = Mycket Svårt). Grafen visar medelvärde och standardfel för de tre frågorna för respektive display.

3.3.2.2 Utföra invisningsuppgiften

Begreppet att utföra invisningsuppgiften, vilket analyserades ovan, beräknades som medelvärdet på de tre skattningsfrågorna om hur det var att: peka ut riktningen mot positionerna, rikta in displayen mot positionerna, rikta in mätinstrumentet mot positionerna (1 = Mycket svårt – 7 = Mycket lätt) (se Figur 17). Här redovisas en separat analys av skattningarna på dessa tre frågor. Svaren analyserades med tvåvägs ANOVA för upprepad mätning, 2 displayer (stor, liten) $\times$ 3 frågor (peka ut riktning, rikta in display, rikta in mätinstrument).

ANOVA visade signifikant huvudeffekt av fråga, $F(2, 30) = 4,9$; $p = 0,031$; stark tendens till interaktionseffekt mellan display och fråga, $F(2, 30) = 3,2$; $p = 0,056$; men inte någon signifikant huvudeffekt av display ($p = 0,72$).

Eftertestning med avseende på huvudeffekten av fråga visade att det skattades som signifikant lättare att rikta in mätinstrumentet jämfört med att rikta in displayen ($p = 0,034$). Inga andra skillnader var signifikanta. Eftertestning med avseende på tendensen till interaktionseffekt mellan display och fråga visade inte några signifikanta skillnader.

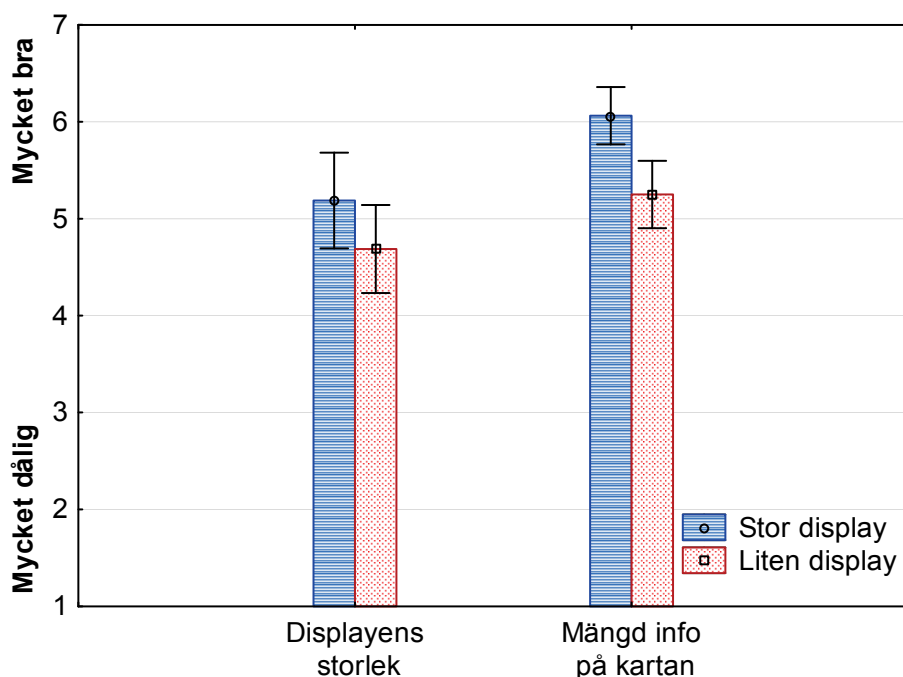


Figur 17. Deltagarnas skattningar av hur svårt det var att peka ut riktningen, rikta in displayen och rikta in mätinstrumentet (1 = Mycket svårt – 7 = Mycket lätt). Grafen visar medelvärde och standardfel för skattningarna på de tre frågorna för respektive display.

3.3.3 Storlek på display och mängd information på kartan

Deltagarna besvarade två skattningsfrågor om vad de tyckte om displayens storlek och mängden information på kartan (1 = mycket dålig – 7 = mycket bra) (se Figur 18). Svaren analyserades med tvåvägs ANOVA för upprepade mätningar 2 displayer (stor, liten) $\times$ 2 frågor (storlek på display, mängd information på kartan).

ANOVA visade signifikant huvudeffekt av fråga, $F(1, 15) = 4,6$; $p = 0,049$; men inte någon signifikant huvudeffekt av display ($p = 0,22$); eller interaktionseffekt mellan display och fråga ($p = 0,63$). Huvudeffekten av fråga berodde på att mängden information på kartan skattades som något bättre än displayens storlek.

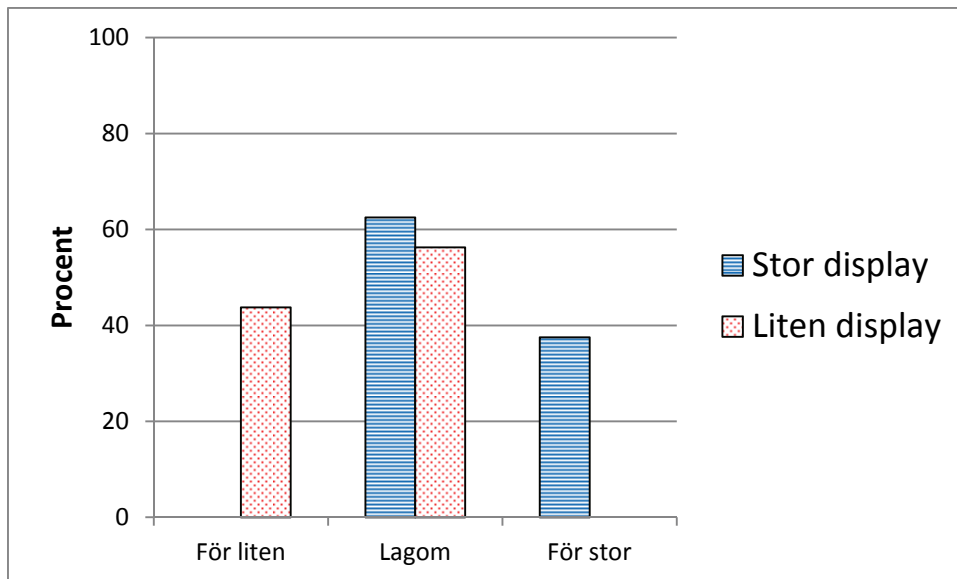


Figur 18. . Deltagarnas skattningar av displayens storlek och mängden information på kartan (1 = Mycket dålig – 7 = Mycket bra). Grafen visar medelvärde och standardfel för skattningarna på de två frågorna för respektive display.

Deltagarna besvarade också en fråga med tre alternativ om vad de tyckte om displayens storlek: 1) För liten, 2) Lagom och 3) För stor. Svaren fördelade sig enligt Figur 19.

För att undersöka om det fanns någon skillnad mellan de båda displayerna med avseende på deltagarnas uppfattning om displayens storlek så sammanfördes svaren i de två kategorierna ”för liten” och ”för stor” till en gemensam svarskategori ”inte lagom”. Analys med McNemars test av andelen deltagare som ansåg att respektive display var ”lagom stor” respektive ”inte lagom stor” visade inte någon skillnad mellan displayerna ($p = 1,00$).

För att undersöka om det fanns någon skillnad med avseende på andelen deltagare som ansåg att respektive display var ”lagom stor” respektive ”inte lagom stor” gjordes analys med binomialtest. Binomialtest visade inte någon signifikant skillnad mellan andelen deltagare som ansåg att displayen var ”lagom stor” respektive ”inte lagom stor”, vare sig för stor display ($p = 0,45$) eller för liten display ($p = 0,80$).

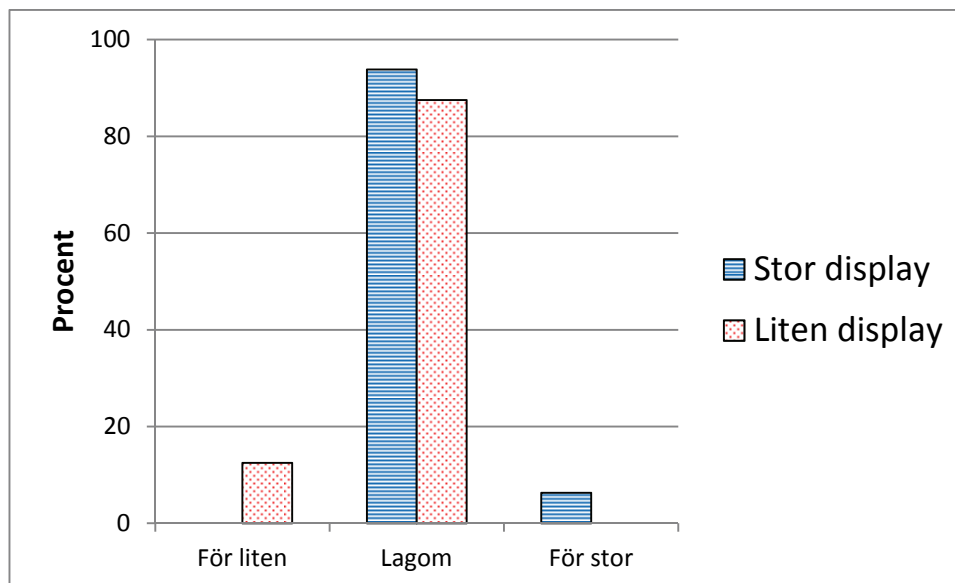


Figur 19. Deltagarnas fördelning i procent av svaren på frågan om vad de tyckte om displayens storlek.

Deltagarna besvarade också en fråga med tre alternativ om vad de tyckte om mängden information på kartan: 1) För liten, 2) Lagom och 3) För stor. Svaren fördelade sig enligt Figur 20.

För att undersöka om det fanns någon skillnad mellan de båda displayerna med avseende på deltagarnas uppfattning om mängden information på kartan så sammanfördes svaren från de båda svarskategorierna ”för liten” och ”för stor” till en gemensam svarskategori ”inte lagom”. Analys med McNemars test av andelen deltagare som ansåg att mängden information på respektive display var ”lagom stor” respektive ”inte lagom stor” visade inte någon skillnad mellan displayerna ($p = 1,00$).

För att undersöka om det fanns någon skillnad med avseende på andelen deltagare som ansåg att mängden information på respektive display var ”lagom stor” respektive ”inte lagom stor” gjordes analys med binomialtest. Binomialtest visade signifikant skillnad mellan andelen deltagare som ansåg att mängden informationen på displayen var ”lagom stor” respektive ”inte lagom stor”, både för stor display ($p = 0,001$) och för liten display ($p = 0,004$).



Figur 20. Deltagarnas fördelning i procent av svaren på frågan om vad de tyckte om mängden information på displayerna. Staplarna visar fördelningen i procent av svaren för respektive display.

3.3.4 Träning och information

Deltagarna besvarade en fråga om de ansåg att de hade fått tillräckligt med träning för uppgiften (1 = Nej – 7 = Ja). Medelvärde på skattningarna var 6,1 och standardavvikelsen var 1,4.

Deltagarna besvarade en fråga om de ansåg att de hade fått tillräckligt med information om hur de skulle utföra uppgiften (1 = Nej – 7 = Ja). Medelvärde på skattningarna var 6,6 och standardavvikelsen var 0,6.

3.4 Synpunkter på displayerna

Detta avsnitt ger en sammanställning av svaren på de öppna frågorna. Observera att inte någon av de öppna frågorna besvarades av samtliga deltagare. Andelen deltagare som gav uttryck för respektive uppfattning nedan är därför sannolikt lägre än vad det skulle varit om samtliga deltagare hade besvarat respektive fråga.

Fem av deltagarna påpekade att den lilla displayen hackade eller laggade ibland när de vred på den. Två av deltagarna ansåg att den lilla displayen var för liten. En av dem påpekade att det ibland var svårt att se symbolernas beteckningar och en att det gjorde det svårt att vara exakt vid invisningarna. En av deltagarna angav att den var lagom stor och gav en bra känsla under invisningen. Det bör dock noteras att det var 7 deltagare (43,8 %) som i flervalsfrågan om displayens storlek angav att den lilla displayen var för liten (se Figur 19).

Fyra av deltagarna påpekade att den stora displayen hackade eller laggade ibland när de vred på den. Sex av deltagarna angav att den var för stor, främst med avseende på att den var klumpig att hantera. En deltagare angav att pilen som angav riktning till symbolerna kändes pålitligare på den stora, jämfört med på den lilla displayen.

En deltagare angav att det hade varit bättre med en displaystorlek mitt emellan stor och liten display.

4 Diskussion

Precisionen på invisningsuppgiften var högre med den stora displayen. Den faktiska skillnaden jämfört med den lilla displayen var dock relativt liten (1,6 grader). Eftersom det rimligtvis skulle vara svårt att hantera den stora displayen under fältmässiga förhållanden bör den relativt lilla vinsten i precision vägas mot svårigheterna att hantera den. Det bör också påpekas att det är svårt att bedöma om den ”lilla” skillnaden i genomsnittlig precision mellan skärmarna har någon praktisk betydelse i fält.

Det får betraktas som förvånande att tillgänglig invisningstid inte påverkade resultatet i nämnvärd utsträckning. Att deltagarna hade lika bra precision vid invisning på fem sekunder som vid de längre tiderna tyder på att de lyckades göra den initiala invisningen relativt korrekt och att precisionen sedan inte förbättrades genom att de använde resterande tid till att fininrikta displayen. Detta kan eventuellt bero på att det inte är möjligt att rikta mer noggrant med den typ av displayer och mjukvara som användes i experimentet.

Det fanns någon skillnad mellan de två displayerna med avseende på hur lång tid som krävdes för att genomföra invisningarna på respektive invisningstid. Att det tog lika lång tid med den stora displayen kan förklaras av att den upplevdes som stor och klumpig, vilket nästan hälften av deltagarna (38 %) angav. Samtidigt angav cirka hälften av deltagarna (44 %) att den lilla displayen var för liten. Dvs. prestationstiden med den lilla displayen kan ha förlängts pga. av att den var för liten, och med den stora pga. av att den var för stor. I sammanhanget bör dock påpekas att om syftet hade varit att undersöka potentiella skillnader i prestationstid mellan displayerna så hade det krävts en annan design av experimentet. Den valda designen med fasta tidsgränser för invisningstid, med syftet att undersöka hur precisionen påverkades när invisningstiden minskas, kan ha dolt skillnader i prestationstid mellan displayerna som kan finnas om deltagarna får göra invisningsuppgiften så snabbt som möjligt utan tidsgräns. Detta gäller främst på den kortaste invisningstiden med hög tidspress (5 sekunder) där i stort sett samtliga invisningar fick avbrytas när tiden gick ut. Vid de längre invisningstiderna (15 och 20 sekunder) genomfördes de flesta invisningarna innan tidsgränsen nåddes och ändå fanns det inte någon skillnad i invisningstid mellan displayerna. Detta talar för att inte heller ett experiment som hade designats med syftet att undersöka tidsskillnad i invisningstid mellan displayerna skulle ha visat någon skillnad. Det går dock inte med utgångspunkt från resultaten i detta experiment fastställa om det finns någon skillnad i invisningstid mellan stor och liten display vid invisning under tidspress.

De subjektiva skattningarna visar att både tidspress, uppgiftens svårighet och den mentala arbetsbelastningen upplevdes som högre ju kortare invisningstiden var. Vid invisning på 5 sekunder upplevdes till och med dessa belastningsfaktorer som signifikant högre än vid samtliga andra invisningstillfällen. Den största förändringen var för tidspress som skattades som signifikant högre än både mental arbetsbelastning och uppgiftens svårighetsgrad vid invisning på 5 sekunder och som signifikant lägre än både mental arbetsbelastning och uppgiftens svårighetsgrad vid invisning på 20 sekunder. Resultatet på dessa skattningar tyder på att även om precisionen i invisningsuppgiften inte påverkades av att tillgänglig tid för invisningsuppgiften minskades så ökade den mentala ansträngningen av att genomföra uppgiften när tiden minskades. I detta sammanhang bör det också observeras att detta försök genomfördes under ”ideala” förhållanden utan annan störande information. När en soldat under tillämpade förhållanden med hög tidspress ska göra en invisning finns det sannolikt en stor mängd annan information och eventuella hot som samtidigt ska hanteras, varför brytpunkten för hur snabbt en invisning under tillämpade förhållanden kan genomföras med bibehållen precision kan vara högre. Det fanns däremot inte någon skillnad mellan de båda displayerna när det gäller skattningen av de tre belastningsfaktorerna.

Det är förvånande att sambanden mellan de tre spatiala testen var i det närmaste obefintliga. Tidigare försök med samma test har visat ett starkt samband mellan PTSOT och pappersvikningstestet. Avsaknaden av samband mellan SOD och de två andra spatiala

testen är dock i linje med resultat från tidigare försök (se Hellgren m.fl. 2012 och Johansson m.fl., 2012).

Att det fanns ett starkt korrelationssamband mellan PTSOT och precisionen på invisningsuppgiften då den utfördes på 5 sekunder tyder på att spatial förmåga hade betydelse för hur väl deltagarna klarade uppgiften under tidspress. Det är dock anmärkningsvärt och svårt att hitta en rimlig förklaring till att det fanns ett starkt negativt samband mellan resultatet på PTSOT och prestationen med stor display vid invisning på 20 sekunder och tyder på en viss osäkerhet i sambandet. Att resultatet på PTSOT visade ett tydligt samband med utförandet av invisningsuppgiften vid 5 sekunder belyser dock testets förmåga att diskriminera och predicera relevanta aspekter av spatial förmåga med direkt påverkan på tillämpade situationer. Detta belyses ytterligare av den trevägs variansanalys som gjordes med resultatet på det spatiala testet som mellangrupsvariabel att deltagare med sämre resultat på det spatiala testet också presterade sämre på invisningsuppgiften med den lilla displayen och då främst när invisningstiden begränsades till 5 sekunder. Det kan därför antas att en mindre display och kortare invisningstid ställer högre krav på spatial förmåga. Detta kan jämföras med resultat från tidigare försök som har visat starkt samband mellan resultat på PTSOT och den spatiala förmåga som krävs för att hålla reda på och peka ut symboler utan tekniska hjälpmedel under navigering i terräng, vilket är en uppgift som ställer stora krav på spatial förmåga (Hellgren, m.fl., 2012).

Deltagarnas subjektiva skattningar visade att de både tyckte att båda displayernas storlek och mängden information på kartan var relativt bra, även om de var något mer positiva till mängden information på kartan. På följdfrågan om de tyckte displayen var lagom stor, för liten, eller för stor så angav dock knappt hälften att den lilla displayen var för liten (44 %) och knappt hälften att den stora displayen var för stor (38 %). Det vill säga det var relativt många som önskade en annan storlek på displayen. Under fältmässiga förhållanden så är det troligen inte realistiskt att använda en display som är betydligt större än den lilla displayen som användes i detta experiment. Möjligen kan alternativa former av displayer och placeringar övervägas, exempelvis små högupplösta displayer monterade i ögats närhet. Även en mindre display av den storlek som användes i detta experiment måste troligen monteras antingen på soldatens underarm eller någon annanstans på utrustningen. Detta kan begränsa förmågan att ”syfta” med hjälpmedlet, vilket kan leda till att själva invisningen tar något längre tid än i detta försök. Hur denna faktor skulle påverka prestationen vid invisning testades dock inte i detta försök.

De subjektiva skattningarna visade att deltagarna upplevde det som något lättare att uppfatta och förstå informationen som visades på displayerna jämfört med att genomföra själva invisningsuppgiften. Även om skattningarna visade att det var relativt lätt att uppfatta informationen med båda displayerna, så upplevdes detta som något enklare med den stora displayen. Det upplevdes också som något enklare att se informationen på displayerna än att se riktningen till de symboler som visades. Detta får anses som naturligt eftersom det första steget i att skapa en förståelse av symbolens riktning är att faktiskt kunna se symbolen på displayen och sedan är nästa steg den mer krävande processen att uppfatta riktningen till symbolen. Förmågan att uppfatta riktningen till symbolerna kan också ha påverkats negativt av att displayerna ibland hackade eller laggade, vilket också var en frekvent synpunkt i de öppna frågorna.

Det som upplevdes som svårast i själva invisningsuppgiften var den mest primära delen av uppgiften, att peka ut riktningen och att rikta in displayen. Däremot upplevdes det som något enklare att rikta in mätinstrumentet (PLRF:en). Eftersom handhavandet av PLRF:en är ett moment som endast krävs för de experimentella mätningarna och som sällan förekommer i en verklig situation, så fanns risk att detta moment skulle kunna ha negativ påverkan på deltagarnas prestation. Att det upplevdes som relativt enkelt att rikta in PLRF:en mot den riktning som angavs på displayerna får därför anses som positivt för experimentets reliabilitet och validitet. I detta sammanhang bör det också påpekas att det inte fanns något realistiskt alternativ till att använda PLRF:en för att registrera deltagarnas resultat. Att hämta data från displayerna om angiven riktning vid invisningsuppgiften var

exempelvis inte möjligt. Det är också positivt för experimentets reliabilitet och validitet att deltagarna ansåg att de hade fått tillräckligt mycket träning och information om experimentet.

Sammanfattningsvis gavs följande svar på de hypoteser som uppställdes:

- a) Precisionen på invisningsuppgiften var bättre med en större display
- b) Precisionen på invisningsuppgiften påverkades inte av att tillgänglig invisningstid minskades.
- c) Skattad mental arbetsbelastning påverkades inte av displayens storlek.
- d) Skattad mental arbetsbelastning var högre vid kort invisningstid.
- e) Det fanns samband mellan spatial förmåga (enligt PTSOT) och bättre precision på invisningsuppgiften vid invisning på 5 sekunder. Dessutom vid invisning med liten display så hade de med bättre spatial förmåga (enligt PTSOT) bättre precision än de med låg spatial förmåga, vilket inte hade formulerats som en hypotes.

5 Slutsatser

Precisionen vid invisning är bättre med en stor display, men denna skillnad är relativt liten och uppväger knappast nackdelarna med att hantera en stor display. Det är också oklart om den relativt lilla skillnad i precision som uppmättes har någon taktisk betydelse för en stridande soldat.

Precisionen på invisningsuppgiften var lika bra på den kortaste invisningstiden som vid den längsta. Tidpress, uppgiftens svårighet och mental arbetsbelastning upplevdes dock som högre när tiden minskades.

Det spatiala testet PTSOT visade relativt starkt samband med precision på invisningsuppgiften, i synnerhet för invisningar med den lilla displayen och kort tillgänglig invisningstid. Det är sannolikt också dessa förutsättningar som ställer störst krav på spatial förmåga.

6 Referenser

- Andersson, P., Carlander, O., Hörberg, U., Jander, H., Kindström, M. & Sandberg, S. (2005). *Invisning med fritt tal, bäring och 3D-ljud.*, (FOI-R--1786--SE). Linköping: Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Andersson, P., Hörberg, U. & Sandberg, S. (2006). *Mörkerinvisning.* (FOI-R--2209--SE). Linköping: FOI, Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Andersson, P., Hörberg, U. & Sandberg, S. (2007). *Felkällor vid invisning och målpositionsbestämning.* (FOI-R--2392--SE). Linköping: FOI, Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Downs, R.M. (1981). Maps and mappings as metaphors for spatial representation. I L.S. Liben, A.H. Patterson och N Newcombe (Red.). *Spatial representation and behavior across the life span: Theory and application.* Academic press, NY.
- Ekstrom, R. B., French, J. W., & Harman, H. H. (1976). *Kit of factorreferenced cognitive tests.* Princeton, NJ: Educational Testing Service
- Hegarty, M., Richardsson, A.E., Montello, D., Lovelace, K. & Subbiah, I. (2002). Development of a self-report measure of environmental spatial ability. *Intelligence*, 30, 425-447.
- Hegarty, M., & Waller, D. (2004). A dissociation between mental rotation and perspective-taking spatial abilities. *Intelligence*, 32, 175-191.
- Hellgren, C., Hörberg, U. & Sandberg, S. (2011). *Soldatens Informationshantering* (FOI-R--3325--SE). Linköping: FOI, Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Hellgren, C., Johansson, B.J.E., Oskarsson, P-A. & Svensson, J. (2012). *Gruppens informationshantering – Lägesuppfattning vid Förflyttning* (FOI-R--3561--SE). Linköping: FOI, Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Hörberg, U. & Sandberg, S. (2003). *Målinvisning* (FOI-R--1066--SE). Linköping: FOI, Totalförsvarets forskningsinstitut.
- Ishikawa, T., Fujiwara, H., Imai, O., & Okabe, A. (2008). Wayfinding with a GPS-based mobile navigation system: A comparison with maps and direct experience. *Journal of Environmental Psychology*, 28(1), 74-82.
- Johansson, B.J.E., Hellgren, C., Oskarsson, P-A. & Svensson, J. (2012). Supporting situation awareness on the move – the role of technology for spatial orientation in the field. *Proceedings of ISCRAM 2013*, 12-15 May, Baden-Baden, Germany.
- 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.
- 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.
- Prestopnik, J.L. & Roskos-Ewoldsen, B. (2000). The relations among wayfinding strategy use, sense of direction, sex, familiarity, and wayfinding ability. *Journal of Environmental Psychology*, 20, 177-191.
- Thorndyke, P.W. & Hayes-Roth, B. (1982). Differences in spatial knowledge acquired from maps and navigation. *Cognitive Psychology*, 14(4), 560-589.

- Waller, D., Montello, D.R., Richardson, A.E. & Hegarty, M. (2002). Orientation Specificity and Spatial Updating of Memories for Layouts. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 28(6), 1051-1063.
- Wolbers, T. & Hegarthy, M. (2010). What determines our navigational abilities? *Trends in Cognitive Science*. 14(13): 138-146.

FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1000 anställda varav ungefär 800 är forskare. Detta gör organisationen till Sveriges största forskningsinstitut. FOI ger kunderna tillgång till ledande expertis inom ett stort antal tillämpningsområden såsom säkerhetspolitiska studier och analyser inom försvar och säkerhet, bedömning av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot och hantering av farliga ämnen, IT-säkerhet och nya sensorers möjligheter.



FOI
Totalförsvarets forskningsinstitut
164 90 Stockholm

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

www.foi.se