

## **Larmsystem**

Uppmärksamhet och färgsökning

**En studie gjord vid Ringhalsverket block 2**

**(HS-IDA-EA-99-507)**

**Eva-Lotta Indrikson (a96evain@ida.his.se)**

*Institutionen för datavetenskap  
Högskolan i Skövde, Box 408  
S-54128 Skövde, SWEDEN*

Examensarbete på det kognitionsvetenskapliga programmet under vårterminen 1999.

Handledare: Mikael Johannesson

# **Larmsystem**

Uppmärksamhet och färgsökning

## **En studie gjord vid Ringhalsverket block 2**

Examensrapport inlämnad av Eva-Lotta Indrikson till Högskolan i Skövde, för Kandidatexamen (B.Sc.) vid Institutionen för Datavetenskap.

**990611**

Härmed intygas att allt material i denna rapport, vilket inte är mitt eget, har blivit tydligt identifierat och att inget material är inkluderat som tidigare använts för erhållande av annan examen.

Signerat: \_\_\_\_\_

## **Förord**

Jag vill på detta vis tacka alla de personer som har hjälpt mig med mitt examensarbete.

Ett stort tack till min handledare på Högskolan i Skövde, Mikael Johannesson, som på ett mycket positivt sätt hjälpt mig i detta examensarbete.

Jag vill tacka min handledare på Ringhalsverket, Martin Forsberg för att ha varit ett gott stöd under arbetets gång.

Ett speciellt tack till Kimmo Luomala som har hjälpt mig att skapa mitt testprogram och även varit ett stöd i detta examensarbete.

Tack till de operatörer, stationstekniker och skiftchefer som tog sig tid att hjälpa mig med undersökningen.

Sist men inte minst ett varmt tack till min son Tom och mor Birgit, som gjort det möjligt för mig att slutföra mitt examensarbete och därmed min utbildning.

Borås 11/6 1999

Eva-Lotta Indrikson

# Larmsystem

Uppmärksamhet och färgsökning

**En studie gjord vid Ringhalsverket block 2**

**Eva-Lotta Indrikson (a96evain@ida.his.se)**

## Sammanfattning

Syftet med denna uppsats är att undersöka hur säkerhetsinformation kan presenteras så att operatörerna snabbt skall kunna upptäcka och urskilja den. Olika färgkombinationer kommer att jämföras för att komma fram till om någon kombination är mer effektiv för den initierande uppmärksamhetsprocessens visuella sökning än någon annan kombination.

Ett fältexperiment utfördes på Ringhalsverket block 2 där 24 operatörer fick köra ett testprogram som visade olika skillnader i färgnyans. När försökspersonen kan urskilja det specifika målet på testbilden trycks mellanslagstangenten ned. Det är reaktionstiden som mäts från det att testbilden kommer fram tills tangenten trycks ned. Det förväntade resultatet att de stora nyansskillnaderna var effektivare än de mindre får inte fullt stöd ifrån resultatet. Undersökningens resultat visade att medelvärdena för reaktionstiden var mycket lika och det kan inte med hjälp av regressionsanalys påvisa någon korrelation mellan variablerna. Däremot visade ANOVA att det var en signifikant skillnad mellan de största och minsta nyansskillnaderna.

**Nyckelord:** Processkontroll, uppmärksamhet, färgkodning,

# Innehållsförteckning

<b>1. Uppmärksamhet i processkontroll .....</b>	<b>1</b>
1.1 Inledning.....	1
1.1.1 Syfte.....	1
1.2 Processkontroll.....	1
1.2.1 Arbetsuppgifter .....	1
1.2.2 Alarmsystem.....	2
1.3 Uppmärksamhet.....	3
1.3.1 Uppmärksamhetsfenomen .....	3
1.4 Processoperatörer och uppmärksamhet .....	5
1.4.1 Uppmärksamhetstekniker .....	5
<b>2. Uppmärksamhet och visuell sökning.....</b>	<b>6</b>
2.1 Delad uppmärksamhet.....	6
2.2 Fokuserad uppmärksamhet.....	7
2.3 Selektiv uppmärksamhet .....	8
2.3.1 Auditiv selektiv uppmärksamhet .....	8
2.3.2 Visuellt selektiv uppmärksamhet.....	9
2.3.3 Ögats fixeringssystem.....	9
2.3.4 Stress och uppmärksamhet .....	10
2.3.5 Visuellt sökning .....	11
2.4 Färg.....	13
2.4.1 Vad är färg? .....	13
2.4.2 Mänsklig färgperception.....	14
2.4.3 Färgsökning .....	15
<b>3. Problemprecisering .....</b>	<b>17</b>
3.1 Avgränsning .....	17
3.2 Förväntat resultat.....	18
<b>4. Metod och genomförande .....</b>	<b>19</b>
4.1 Potentiella metoder.....	19
4.2 Val av metod .....	19
4.3 Potentiella undersökningsupplägg.....	20
4.4 Val av undersökningsupplägg .....	21
4.4.1 Planering av experimentet .....	21

4.4.2	Operationella definitioner .....	22
4.4.3	Testmaterial .....	23
4.4.4	Val av gruppdesign .....	25
4.5	Försökspersoner.....	25
4.6	Pilotundersökning.....	26
4.7	Genomförande .....	27
<b>5.</b>	<b>Resultat .....</b>	<b>28</b>
5.1	Variansanalys .....	28
5.1.1	Reducering av rådata .....	28
5.1.2	Resultat av analys .....	28
5.2	Regressionsanalys.....	29
5.3	Slutsats .....	30
<b>6.</b>	<b>Diskussion.....</b>	<b>32</b>
6.1	Kritiska synpunkter .....	32
6.1.1	Teori.....	32
6.1.2	Upplägg av undersökningen .....	33
6.1.3	Mätinstrumentet.....	33
6.2	Resultatets betydelse .....	34
6.2.1	Färgnyanskombination.....	34
6.2.2	Effektivaste färgkombinationen.....	35
6.3	Förslag till fortsatt arbete.....	36
	<b>Referenser.....</b>	<b>38</b>
	<b>Bilagor.....</b>	<b>41</b>
	Bilaga 1: Färgnyans	
	Bilaga 2: Testbilder	
	Bilaga 3: Informationsblad	
	Bilaga 4: Medelvärde	

# 1. Uppmärksamhet i processkontroll

## 1.1 Inledning

Det är nödvändigt att hänsyn tas till interaktionen mellan människa och den tekniska processen när datorbaserade system utvecklas skriver Holmgren (1997). Hon skriver vidare att användningen av datorer har ökat för övervakning och styrning inom dagens processindustrier. Utvecklingen av färgskärmar har fört med sig nya möjligheter men även problem. Möjligheterna är bland annat att det är lättare att utforma och anpassa systemet efter arbetsuppgifter och specifika situationer. Ett problem är att det är svårt att avgöra vad som är relevant information för varje situation (Holmgren, 1997).

Det har visat sig att olyckor och incidenter har inträffat på grund av svårigheterna för operatörerna att kontrollera processens komplexitet, dynamik och den stora mängden av information som ges. Även om misstagen är gjorda av operatörerna själva, ligger grunden till en stor del av felen i designen av systemet eller i användargränssnittet (Rasmussen, 1986; Adam & Pew, 1989; Sandersson, 1989 i Marius, 1995).

### 1.1.1 Syfte

Syftet med detta arbete är att visa hur säkerhetskritisk information under hög arbetsbelastning skall presenteras så att processoperatörerna snabbt kan uppmärksamma och urskilja den. Perspektivet är kognitionsvetenskapligt, det vill säga med fokus på operatörens tanke- och kunskapsprocesser.

## 1.2 Processkontroll

Det finns processoperatörer inom mycket olikartade processindustrier, exempelvis livsmedelsindustrin, avfallsindustrin, massa- och pappersindustrin och kärnkraftsindustrin. Operatörerna som arbetar inom ovan nämnda industrier kontrollerar en process, eller närmare bestämt kontrollerar och interagerar med tre komplexa system: processen, automatiseringssystemet och informationssystemet (Marius, 1995).

### 1.2.1 Arbetsuppgifter

Trots att det är olika industrier menar Brehmer (1993) att det finns flera gemensamma drag hos arbetet för operatörerna. Vilka kan sammanfattas till följande uppgifter:

- **Övervaka**, vilket innebär att följa systemet och försäkra sig om att det fungerar som det skall.
- **Upptäcka**, betyder att kunna avgöra ifall avvikelsen beror på ett fel i processen eller ett mätfel. Exempel på mätfel kan vara ett fel i datasystemet som utlöser någon form av larm.

## 1. Uppmärksamhet i processkontroll

- **Diagnos**, innebär att hitta orsaken till en avvikelse och förstå varför larmet uppstod och vad som skall göras åt det.
- **Kompensation**, betyder i detta fallet att operatören skall styra processen från ett farligt tillstånd till ett mer säkrare tillstånd medan felet lokaliserar.
- **Optimering**, innebär att produktionen/processen skall förbättras både vad det gäller kvalitet och kvantitet.

Operatörsarbete är stressande, hävdar Brehmer (1993), eftersom operatören inte själv kan bestämma i vilken takt som beslut skall fattas. Under vissa perioder, vid normal drift, har operatören låg arbetsbelastning och får därmed sitta överksam. Medan det under andra perioder, vid störd drift, är hög arbetsbelastning där det sker många avvikelser och operatören måste fatta beslut i en snabb takt.

### 1.2.2 Alarmsystem

Uppgifterna upptäcka, diagnostisera och kompensera avvikelser är begränsad eftersom processen är dynamisk, processen ändrar tillstånd hela tiden. Eftersom processoperatörer ofta arbetar under tidspress bör alarmsystemen ha en framträdande roll i kontrollrummen. När operatören söker efter vilket sorts larm som har startat är det nödvändigt att det upptäcks snabbt, menar Marius (1995). När en operatör arbetar med små tidsmarginaler, särskilt i kritiska situationer måste operatören prioritera informationen. För att kontrollera dynamiska processer måste operatörerna förlita sig på och framgångsrikt tolka stora kvantiteter av komplex information om processens tillstånd. Konsekvenserna av att inte upptäcka och göra en rätt tolkning kan bli kostbar (Marius, 1995).

På sista tiden har betoningen varit att förbättra för den mänskliga faktorn i de olika industrierna. Det är väsentligt att hänsyn tas till människans mentala förmågor, minne, inläring, uppmärksamhet etc, vid utformning av gränssnitt. De mänskliga begränsningarna kan ha en viktig roll i många katastrofolyckor eftersom gränssnittet i kontrollrummen är svårtolkade och därmed uppmärksammas inte relevant information tillräckligt snabbt. En bättre förståelse för de mentala förmågorna vid utformning av gränssnitt kan minska antalet olyckor och katastrofer inom processindustrierna (Mill, 1992 i Marius, 1995; Pashler & Johnston, 1998).



## 1. Uppmärksamhet i processkontroll

### 1.3 Uppmärksamhet

Enligt Pashler & Johnston (1998) finns det ingen formell definition av uppmärksamhet. Begreppet uppmärksamhet är brett och används i många olika sammanhang, som till exempel när ett barn drar till sig uppmärksamheten genom att välla ned ett glas med saft eller när en uppgift kräver mycket koncentration och uppmärksamheten helt och hållet ägnas åt att lösa uppgiften.

En bra beskrivning på begreppet uppmärksamhet som passar in i detta arbete är, metaforen av ett strålkastarljus. Det som tillfälligt hamnar inom strålkastarens ljusstråle är det som är i medvetandet (Wachtel, 1967 i Wickens, 1992). Till exempel ett fängelse som har sina strålkastare runt omkring staketet för att upptäcka några avvikelser. När det upptäcks något av intresse stannar ljusstrålen upp och börjar söka efter ett visst mål. När målet för avvikelserna är funnet stannar ljustrålen för att kunna identifiera vad det var för något som orsakade avvikelserna. Precis som strålkastarljuset sveper över och kontrollerar fängelseområdet, sveper människans sinnen runt omkring i omgivningen och tar in många olika sinnesintryck. Det är endast ett fåtal av alla dessa intryck som medvetet uppmärksammas.

Perception är den grundläggande funktion genom vilken levande varelser håller sig informerad om sin omgivning och sin relation till denna (Nationalencyklopedin, 1997). Sinnesorganen ögon och öron är de som först och främst möjliggör upptagandet av information. Det är dock de inre, kognitiva strukturerna som är avgörande för urvalet av information, det vill säga vilken information som uppmärksammas och hur den tolkas (Lundh m fl, 1992).

Gleitman (1995) ger en, till detta arbete, lämplig framställning på vad uppmärksamhet är. Vårt perceptuella system formar och organiserar sinnesintrycken till en sammanhängande helhet som har djup, rörelse, form och betydelse. Vi fokuserar inte på all den stimuli som finns tillgänglig. Vår möjlighet att ta in och tolka den otaliga mängd av information som finns omkring oss är begränsad och vi tvingas att välja delar av den. De olika sätt som vi utövar sådana val och selektivt uppfattar, grupperas ihop under det generella namnet *uppmärksamhet*.

#### 1.3.1 Uppmärksamhetsfenomen

Forskning inom området uppmärksamhet har visat att det finns en rad olika uppmärksamhetsfenomen som är relevanta för människan. Styles (1997) och Eysenck (1993) tar bland annat upp följande punkter:

- Förmågan att uppmärksamma något, exempelvis ett löv, en bil etc.
- Att lövet är det aktuella objektet som uppmärksammas istället för trädet
- Ett löv väljs ut bland många andra löv på grund av dess läge

## 1. Uppmärksamhet i processkontroll

- Om det exempelvis är en fjäril som är det aktuella objektet bland många löv, kan det tänkas att lövens rörelse kan distrahera och störa uppmärksamheten. Det kan därmed vara svårt att behålla fokuseringen på fjärilen.
- Information som tas in på ett omedvetet plan, har en viktig roll när information tolkas på en medveten nivå.

I denna uppsats kommer tre uppmärksamhetsfenomen att nämnas, *selektiv uppmärksamhet*, *fokuserad uppmärksamhet* och *delad uppmärksamhet*. Tyngdpunkten kommer att ligga på *selektiv uppmärksamhet*.

Förmågan att kunna välja ut ett objekt framför andra är det som kallas *selektiv uppmärksamhet* (Eysenck, 1993). Redan i slutet av 1800-talet studerades uppmärksamhet som en selektiv process. Forskaren William James, en känd psykolog, sade för över ett sekel sedan:

*Everyone knows what attention is. It is taking possession of the mind in clear and vivid form, of one out of what seems several simultaneously possible objects or trains of thought. Focalisation, concentration, of consciousness are of its essence. It implies withdrawal from some things in order to deal effectively with others.*

(James, 1890, pp 403-404. Citerad i Eysenck, 1993)

När uppmärksamheten kan fokuseras på ett objekt och andra stimuli ignoreras kallas det *fokuserad uppmärksamhet*. Exempelvis när en bok läses uppmärksammas betydelsen av orden. Medan kläderna, bokens tyngd i händerna eller ryggens tryck mot fåtöljen inte uppmärksammas. Uppmärksamheten kan plötsligt flyttas till något annat objekt, som till exempel ett klädesplagg som sitter fel eller till en telefonen som ringer.

När uppmärksamheten delas mellan två olika uppgifter kallas det *delad uppmärksamhet* (Eysenck, 1993). Exempel på detta fenomen är när en van bilförare både kan köra bil och samtala med passageraren eller en person som kan sticka på en kofta och titta på TV samtidigt. För att kunna dela på uppmärksamheten i två olika uppgifter krävs att det finns stor erfarenhet av den ena uppgiften som då utförs automatiskt. En ovan bilförare har svårt att föra ett fungerande samtal under tiden som denne kör bil.

### 1.4 Processoperatörer och uppmärksamhet

Hur hänger operatörens arbetsuppgifter ihop med begreppet uppmärksamhet? När operatören övervakar systemet så sker det på samma sätt som strålkastarljuset sveper över fängelseområdet för att upptäcka några avvikelser. De tre uppmärksamhetsfenomenen, *sektiv uppmärksamhet*, *fokuserad uppmärksamhet* och *delad uppmärksamhet*, har nära anknytning till operatörens uppgifter. När operatören väljer ut viss information framför annan är det *sektiv uppmärksamhet* som utförs. *Fokuserad uppmärksamhet* sker när operatören kan inrikta sig på en viss information och ignorera annan. Om uppmärksamheten kan delas på två eller fler informationskällor, har operatören *delad uppmärksamhet* mellan dessa (Wickens, 1992).

Utformningen av displayer inom processindustrin är beroende av hur de olika uppmärksamhetsfenomenen fungerar, dess begränsningar och styrkor. Det är nödvändigt att utforma displayer så att det stödjer uppmärksamheten och leder den till relevant information. Om till exempel fokuserad uppmärksamhet har lätt för att bli distraherad av närliggande informationskällor, vilket sker ofrivilligt, är det nödvändigt att displayer är utformade på så vis att operatören snabbt kan rikta tillbaka uppmärksamheten igen (Preece m fl, 1994).

#### 1.4.1 Uppmärksamhetstekniker

Enligt Preece m fl (1994) och Wickens (1992) finns det en rad olika tekniker för att leda uppmärksamhet:

- Betydelsefull gruppering av informationen är ett sätt att snabbt upptäcka och urskilja information och därmed minska söktiden.
- Blinkning, auditiva signaler och "reverse video" är kraftfulla tekniker som stödjer uppmärksamhet.
- Färg är ytterligare en teknik som är mycket användbar för att både upptäcka och organisera information och därmed leda uppmärksamhet.

Detta examensarbete har syftet att undersöka hur säkerhetsinformation kan presenteras så att operatörerna snabbt skall kunna upptäcka och urskilja den. I denna uppsats kommer tyngdpunkten förutom *sektiv uppmärksamhet* även att användas av färg som en teknik för att trigga igång uppmärksamhet. Tanken är att färg skall användas som ett sätt att visa prioritet på larm och frågan är vilken eller vilka färger som uppmärksammas snabbast. När operatören söker efter information angående vilket larm som har gått igång är det väsentligt att relevant information upptäcks framför irrelevant för den specifika situationen. Frågan är, hur kan larmsystem utformas så att informationen i princip "hoppa fram" från datorskärmen.

## 2. Uppmärksamhet och visuell sökning

Skillnaden mellan selektiv och fokuserad uppmärksamhet är hårfin, medan det är större skillnaden mellan delad uppmärksamhet och de föregående. Selektiv och fokuserad uppmärksamhet rör sig om förmågan att kunna välja och besvara en stimuli bland många andra. Med delad uppmärksamhet menas att det är väsentligt att kunna uppmärksamma och besvara två eller fler stimuli på en gång (Eysenck, 1993). Den hårfina skillnaden mellan selektiv och fokuserad uppmärksamhet är att selektiv betyder att välja ut eller särskilja något och fokusera i sin tur betyder att inrikta eller ställa in blickpunkten på något (Svenska Akademiens ordlistan över svenska språket, 1986).

De teorier och forskningsresultat som sammanfattningsvis presenteras i detta kapitel kommer inte att undersökas direkt utan mer användas som en kunskapsbas och ett stöd för denna uppsats. Detta kapitlet ger en kortare beskrivning av delad uppmärksamhet och fokuserad uppmärksamhet. Vidare kommer en mer detaljerad beskrivning angående selektiv uppmärksamhet att behandlas. Arbetet snävas in på visuell selektiv uppmärksamhet och vidare in på visuell sökning och tar upp färg som en uppmärksamhetsteknik som kan effektivisera den initierande uppmärksamhetsprocessen.

### 2.1 Delad uppmärksamhet

Forskning om delad uppmärksamhet söker svar på några olika frågor, när exempelvis två uppgifter utförs samtidigt, är uppmärksamheten delad eller är det olika uppmärksamhetsmekanismer som har ansvar för olika uppgifter. Vad är det som händer när två saker görs samtidigt, frågar sig Styles (1997).

Enligt Pashler & Johnston (1998) finns det olika teoretiska idéer eller föreställningar som tillämpas i stor utsträckning i försök att ta reda på hur delad uppmärksamhet fungerar och därmed de begränsningar som uppstår. Den första är föreställningen om att det finns en "flaskhals" som utgör begränsad uppmärksamhet. Kapacitetsdelning av uppmärksamhet mellan de olika uppgifterna som utförs är en annan ide om hur delad uppmärksamhet går till. Den tredje och sista är "crosstalk", vilket menas med att det är olika mentala operationer som pendlar mellan de olika uppgifterna.

Resultat från olika forskningsexperiment visar bland annat att följande faktorer är beroende på hur delad uppmärksamhet utförs:

- Uppgiftslikhet har betydelse vid genomförande av delad uppmärksamhet. Aktiviteter som är olika är enkla att utföra tillsammans, exempelvis jogga och samtidigt lyssna på musik via en freestyle. Medan det är betydligt svårare att samtidigt gnida handen i cirklar på magen och klappa sig på huvudet. Det är svårt att utföra två liknande auditiva eller visuella aktiviteter samtidigt (Eysenck, 1993).

## 2. Uppmärksamhet och visuell sökning

- Övning är av stor vikt för utförandet av delad uppmärksamhet. "Övning ger färdighet" är ett mycket vanligt uttryck och det passar väl in i studier av delad uppmärksamhet. En uppgift kan övas in så att den blir enkel och görs automatiskt och därmed kan ytterligare en uppgift utföras samtidigt (Eysenck, 1993; Styles, 1997). Exempelen; sticka på en kofta och samtidigt titta på TV och köra bil och föra ett fungerande samtal med en medpassagerare, är typiska på att övning ger färdighet.
- Uppgiftssvårighet är en viktig faktor för hur delad uppmärksamhet utförs. Svårighetsnivån är den som bestämmer hur bra två uppgifter kan utföras samtidigt. Exempelvis är det lätt att promenera och samtidigt prata medan det är mycket svårt att samtidigt läsa en komplicerad text och räkna ut ett komplicerat multiplikationstal. Begreppet *uppgiftssvårighet* är vagt, eftersom det är i högsta grad individuellt. En uppgift som är svår för en person kan för en annan person vara mycket enkel (Eysenck, 1993).

### 2.2 Fokuserad uppmärksamhet

Forskning inom fokuserad uppmärksamhet är intresserad av hur processen för selektiv uppmärksamhet fungerar. Fokuserad uppmärksamhet innebär att koncentrationen skall vara på ett objekt och andra objekt ignoreras. Studier om selektiv uppmärksamhet är väsentliga för att förstå vad för slags information människan selektivt uppmärksammar framför annan information. Studier inom fokuserad uppmärksamhet undersöks, precis som selektiv uppmärksamhet, antingen på auditivt eller visuellt sätt (Eysenck, 1993).

Svårigheten att hålla koncentrationen på en informationskälla uppstår på grund av att omgivningen runt omkring har en tendens att störa koncentrationen (Wickens, 1992). Ett exempel kan vara i ett kontrollrum där operatören snabbt försöker att lokalisera kritisk information ifrån en display och blir störd av att mycket annan information visas på samma display. Wickens (1992) skriver vidare att skillnaden mellan begränsningarna inom selektiv och fokuserad uppmärksamhet beror på respektive inre och yttre omständigheter. Svårigheten att selektivt uppmärksamma en informationskälla beror på människans inre intention eller mer ett oklokt sätt att hantera informationskällor, tunnelseende. Trots kraftiga ansträngningar att ignorera andra informationskällor misslyckas det på grund av hur den yttre omgivningen är utformad. På detta sättet är fokuserad uppmärksamhet mer beroende på hur den yttre omgivningen är utformad (Wickens, 1992).

Ytterligare en punkt som kan nämnas när det gäller begränsningar inom fokuserad uppmärksamhet, är att displayer som är utformade för att underlätta delad uppmärksamhet gör det svårare att fokusera uppmärksamheten på en viss informationskälla. Eftersom informationskällorna på en display som kräver delad uppmärksamhet, uppmärksamma två eller flera källor på en gång, är grupperade på så vis att de lätt kan uppmärksammas tillsammans. Svårigheten att kunna fokusera

## 2. Uppmärksamhet och visuell sökning

uppmärksamheten på en av de informationskällor som är grupperade tillsammans störs av de andra källorna (Wickens, 1992).

### 2.3 Selektiv uppmärksamhet

Det har forskats både på auditiv och visuell uppmärksamhet. Fast flertalet av studierna om auditiv uppmärksamhet gjordes under 1950- och 1960-talet. Det är först nu under de senare åren som flertalet undersökningar har skiftat till visuell uppmärksamhet, skriver Eysenck (1993). De senaste 20 åren har den mesta forskningen om auditiv uppmärksamhet gjorts inom neuropsykologisk forskning av uppmärksamhet (Scharf, 1998).

Enligt syftet handlar detta arbete om att snabbt upptäcka en viss information framför annan därmed uteslutes delad och fokuserad uppmärksamhet som inte direkt har med att upptäcka en viss information att göra, operatören söker ett visst mål. Målsökning av displayer och skärmbilder görs i huvudsak visuellt och därför är det visuell uppmärksamhet som arbetet fokuserar på. Auditiv selektiv uppmärksamhet beskrivs kortfattat för att ge en helhetsbild av selektiv uppmärksamhet.

#### 2.3.1 Auditiv selektiv uppmärksamhet

Auditiv selektiv uppmärksamhet skiljer sig ifrån visuell i två avseenden (Wickens, 1992):

- Hörseln kan ta in intryck ifrån vilken riktning som helst utan att behöva riktas mot den plats som ljudet kommer ifrån.
- Hörselintryck är oftast kortvariga, till skillnad från visuellt intryck som exempelvis ett meddelande som är tryckt på ett papper och finns alltid kvar.

Forskningen inom auditiv selektiv uppmärksamhet har en lång historia bakom sig. Det är tre stycken olika teorier, "early selection theory", "late selection theory" och "attenuation theory", som utvecklades under 1950- och 1960-talet som ligger till grund för fortsatt forskning inom området. De tre teorierna debatterade angående var någonstans i den mänskliga informationshanteringen som alla sinnesintrycken filtreras och varav endast ett fåtal blir medvetna av människan. Ytterligare en punkt som forskarna var oense om, var hur ouppmärksammade sinnesintryck påverkade olika tolkningar av information (Wickens, 1992; Eysenck, 1993; Kellog, 1995; Styles, 1997; Pashler, 1998).

På senare år har andra teoretiker forskat vidare och en del menar att filtret som väljer sinnesintryck förflyttas antingen före eller efter identifiering beroende på vilken uppgift som utförs (Johnston & Heinz, 1978. Enligt Kellog, 1995). En del forskare menar att dessa filter teorier inte fullt kan fånga komplexiteten av mänsklig uppmärksamhet (Kellog, 1995).

## 2. Uppmärksamhet och visuell sökning

### 2.3.2 Visuell selektiv uppmärksamhet

Visuell uppmärksamhet kan liknas vid ett strålkastarljus, samma metafor som uppmärksamhet inom perception. Strålkastarljuset uppmärksammar selektivt särskilda delar av den visuella omgivningen (Eysenck, 1993; Kellog, 1995; Styles, 1997; Pashler, 1998). Styles (1997) skriver i sin bok att det finns de forskare som mer vill likna visuell uppmärksamhet med en zoomlins som kan förminska eller förstora dess omkrets beroende på vad som uppmärksammas. Som till exempel när något uppmärksammas i början utförs parallella processer av olika element och zoomlinsen är bred. När ett specifikt element har zoomats in är linsen snäv (Styles, 1997).

När en operatör skannar av ett område uppmärksammas de delar som avviker ifrån det normala. Det är den visuella selektiva uppmärksamhetsprocessen som operatören använder sig av vid dessa beteenden. När avvikelser har upptäckts fokuseras uppmärksamheten på den aktuella delen och andra delar ignoreras för tillfället. För att stödja den selektiva uppmärksamheten vid utformning av displayer och skärmbilder är det väsentligt att avvikelser syns (Wickens, 1992). Till exempel en mängd mätare som har sina nålar åt olika håll när allt är normalt är besvärligt att se när en mätare visar fel mätvärde. Det underlättar om alla mätare står åt samma håll vid normal drift och på det viset upptäcks en avvikelse mycket snabbt.

Inom visuell selektiv uppmärksamhet studeras vad det är som får människor att upptäcka vissa objekt lättare än andra. Forskarna studerar vilka olika särdrag som krävs för att det ska bli en helhet och hur snabbt dessa olika objekt uppmärksammas. Till exempel har resultat visat att det är lättare att uppmärksamma en rund vit ring bland en massa svarta rektangulära figurer. Medan det är svårare att upptäcka samma vita ring bland både svarta ringar och vita rektangulära objekt. Vid det senare exemplet måste personen leta efter den vita ringen genom att använda både färg och form medan det i det första exemplet räckte att leta efter färg (Glass & Holyoak, 1986; Eysenck, 1993).

Debatt angående var någonstans i den mänskliga informationshanteringen som sinnesintrycken filtreras pågår även inom visuell uppmärksamhet. Inget av den forskningen kommer att nämnas i denna uppsats eftersom tyngdpunkten är att urskilja information ifrån annan information.

### 2.3.3 Ögats fixeringssystem

Wickens (1992) anser att det är väsentligt att förstå lite av de grundläggande karaktärerna av ögats fixeringssystem innan ytterligare beskrivningar av mänskligt utförande i visuellt selektiv uppmärksamhet ges.

Ögats fixeringssystem består av ett fovealt och ett perifert seende. Fovealt seende är en smal region i synfältet där detaljer uppfattas till exempel en text kan läsas. Perifert seende är det som är i de yttre kanterna av det visuella fältet. Perifert seende ser inga detaljer utan ser mer kontraster. Ett ord kan inte läsas men dess position och fysiska

## 2. Uppmärksamhet och visuell sökning

egenskaper kan registreras. För att hålla ett objekt inom det foveala synfältet använder sig ögat av två olika rörelser. När objektet rör sig i en konstant fart kan ögat följa det med fortlöpande rörelser. Om objektet rör sig för fort för ögats fortlöpande rörelser eller när ett objekt tillfälligt har försvunnit ur synfältet, fångar ögats synfält upp objektet med hjälp av mer ryckiga rörelser (Wickens, 1992; Nygren, 1995 i Hüllert 1997).

Undersökningar som gjordes angående hur fort den visuella uppmärksammande strålkastarljuset kan förflytta sig, visade att det hade att göra med hur olika områden på ögats näthinna kunde koda information. Förklaringen är att den uppmärksammande ljusstrålen är skarpare vid fovealt läge än vid periferiska och om individen kan i förväg få reda på var objektet skall förekomma, hinner ögat förflytta det centrala läget dit och störs inte av närliggande element (Styles, 1997).

Posner (1980 i Kellog, 1995; Styles, 1997) kunde i ett experiment visa att signaler som visades i det periferiska synfältet kunde inte ignoreras av försökspersonerna medan signaler i det foveala kunde ignoreras. Detta beror på att ögats fixering kan utesluta närliggande störobjekt medan det periferiska synfältet inte är fixerat och därav riktas mot det störande objektet.

### 2.3.4 Stress och uppmärksamhet

Enligt Edland (1989) finns det många olika definitioner om vad stress är men den definition som stämmer bäst in på processoperatörens arbete är följande. Stress uppstår när det är en obalans mellan en individs behov och värderingar, krav ifrån den yttre omgivningen och individens personlig kapacitet och resurser att hantera situationen (Edland, 1989).

Stress kan påverkas av olika stressfaktorer, exempelvis oljud, vibrationer, hetta, dämpat ljus eller snabb acceleration. Stressfaktorerna kan likväl vara psykologiska som till exempel, rädsla, nervositet och ilska. En annan sorts stressfaktor kan vara personliga- eller familjeproblem som påverkar informationsprocessen indirekt, genom att individen tänker på sitt problem mer än arbetet. Dessa faktorer har tre karakteristiska tecken (Wickens, 1992):

1. En fenomenologisk erfarenhet, det vill säga subjektiva erfarenheter såsom en känsla av frustration eller rädsla.
2. En förändring i fysiologin, exempelvis kan det vara en ökning av hjärtslagen eller en förändring av vissa ämnen i urinen efter en längre tid under stress. Denna punkt är nära länkad till nummer ett ovan.
3. Stressfaktorerna kan påverka effektiviteten av att ta in och bearbeta information hos individen, vilket inte behöver betyda att utförandet blir sämre.



## 2. Uppmärksamhet och visuell sökning

Forskningsresultat visar att stress kan leda till tunnelseende, det vill säga att individen har svårt att ta till sig information ifrån andra ställen och andra personer. Det finns två orsaker till detta och det ena är att det perifera, yttre, synfältet filtreras och blir mindre. Denna orsak är av objektiv karaktär, vilket innebär att människan inte själv kan styra att det perifera synfältet blir mindre. Det finns då risk att väsentliga avvikelser som är vid sidan om inte ses och missas som under normala omständigheter hade upptäckts. Den andra orsaken är mer av subjektiv karaktär, det vill säga att det är människans tolkningar och bedömningar som styr handlingar. I normala situationer utförs uppgifter med en viss hierarki, där de uppgifter med lägst prioritet väljs bort och de med högre prioritet utförs. Att utföra uppgifter på det här sättet är optimalt men i stressiga situationer kan viktig information filtreras bort. Informationen filtreras bort eftersom uppgiften som ger upplysningar om vissa tillstånd i processen är av en lägre prioritet och därmed ägnas inte en tanke på att informationen är väsentlig (Edland, 1988; Wickens, 1992; Styles, 1997).

Ett exempel som Wickens (1992) tar upp och som visar en koppling till de två orsaker som beskrivs ovan, är olyckan som hände på kärnkraftsverket Three Mile Island. Operatörerna följde under hög stress indikatorn som stödde deras övertygelse om att vattennivån var för hög. De förflyttade inte blickfånget till närliggande indikatorer för att se efter vad de kunde ge för upplysningar. Därmed filterades uppmärksamheten från en mer tillförlitlig indikator, som visade motsatsen. Operatörernas perifera synfält kunde i detta fall blivit mindre och informationen från närliggande indikatorer missades. Vidare kunde de närliggande indikatorerna anses ge irrelevant information för det larm som uppstått och därmed filterades de upplysningarna bort.

För att minimera ett försämrat utförande vid stressiga situationer är det viktigt att tänka på de mänskliga faktorerna vid design av displayer (Wickens, 1992). Att minska mängden av irrelevant information och öka dess organisation genom gruppering av informationen, ger ett stöd för den begränsade uppmärksamhet och osystematisk avsökning av displayer.

### 2.3.5 Visuell sökning

Själva uppmärksamhetsprocessen består av två processer, skriver Glass & Holyoak (1986). Den första processen, *initierande uppmärksamhet*, är en process som skapar en representation av den inkodade information som stimulerar ögats synfält. Representationen som skapas är kombinerad med tre olika perceptuella dimensioner, form, lyster/färg och placering. När de tre dimensionerna har förts samman till en enad representation överförs informationen om det uppmärksammade objektet till den andra processen, *jämförelseprocessen*. Wolf (1998) beskriver den initierande uppmärksamhetsprocessen som en stimuliprocess som förekommer precis innan uppmärksamheten utvecklas mot ett objekt i en sökningsuppgift. Jämförelseprocessen, jämför den just uppmärksammade informationen med information som finns lagrad i minnet. Därefter kan en handling väljas som passar för den situation som råder (Glass & Holyoak, 1986).

## 2. Uppmärksamhet och visuell sökning

Hur snabbt ett stimuli kan besvaras beror på hastigheten som signalen från en neuron tar till en annan neuron. Den snabbaste tiden är omkring en millisekund men sker överföringen genom en lång kedja av neuroner tar det betydligt längre tid. Exempelvis om en person trampar på ett häftstift tar det omkring en sekund innan hjärnan meddelar smärtan (Glass & Holyoak, 1986).

Att studera visuella sökningsbeteenden är ett bra sätt att lära mer om visuell selektiv uppmärksamhet. Visuell sökning kan delas in i två olika fält, det ena är sökning där ett specifikt mål sökes och det andra är mer av karaktären att övervaka ett område eller en display (Wickens, 1992).

Att söka ett specifikt mål är det som är av intresse i detta arbete och även att det specifika målet är synligt i det aktuella synfältet. Vidare är det den initierande uppmärksamhetsprocessen som kommer att studeras eftersom syftet är att snabbt upptäcka information. Jämförelseprocessen är en process där informationen som har upptäckts tolkas för vidare handlingar. När operatören har fått klart för sig att det har blivit ett larm går han till displayen för att söka efter den specifika informationen (målet) som beskriver vad det är för sorts larm. Vad är det som kan få den initierande uppmärksamhetsprocessen så effektiv som möjligt, det vill säga att kunna snabbt upptäcka det specifika målet bland en mängd andra element. För att upptäcka det specifika målet bör det ha egenskaper som skiljer sig ifrån de andra elementen. När dessa egenskaper skiljer sig ifrån de andra elementen har de grundläggande särdrag (Wolfe, 1998). Denna diskussion kan knytas ihop med de dimensioner form, färg och placering, som den initierande uppmärksamhetsprocessen för samman till en helhet. Dimensionerna är de egenskaper som skall skilja sig ifrån de andra elementen.

Wolfe (1998) ställde frågan, vad det är som definierar grundläggande särdrag för visuell sökning och kom fram till, om särdragen stödjer effektiv sökning kan de med säkerhet anses vara grundläggande. När ett sökmål "hoppas fram" från displayen och reaktionstiden håller sig kring noll millisekunder och är oberoende av hur många andra störande element som finns runt omkring, kan det beskrivas som en effektiv sökning. Ineffektiv sökning uppstår gradvis när ytterligare störande element gör det svårare att hitta det specifika sökmålet och därmed ökar reaktionstiden (Wolfe, 1998).

Det finns stimuliattribut som har ett antal grundläggande särdrag som mer eller mindre effektiviserar den initierande uppmärksamhetsprocessen. En del av dem är färg, lutning av olika slag, bågformighet, storlek, rörelse, form och bilddjup. Det finns ingen av dessa ovan nämnda särdrag som alltid kan räknas till att vara effektiv för sökning, eftersom det beror på hur likt det specifika sökmålet är de störande elementen (Wolfe, 1998). För att förtydliga vad som menas med att särdrag inte alltid är effektiva beskrivs ett exempel av lutning. Lutning av olika slag handlar om att upptäcka ett specifikt måls lutning gentemot andra element som lutar åt olika håll. Ett exempel på detta kan vara att upptäcka en mätare vars värde visar mot en otillåten gräns, bland en mängd andra mätare. Där nålen står åt ett helt annat håll än de andra mätarnas nålar. Det enklaste är att finna en vertikal linje bland horisontella linjer. Resultat från olika experiment har visat att försökspersoner kan urskilja linjer som har

## 2. Uppmärksamhet och visuell sökning

1 eller 2 graders lutning ifrån de ej sökta elementen. För att det skall vara effektivt för visuell sökning bör det vara en skillnad på 15 graders lutning mellan målet och de andra elementen, skriver Wolfe (1998).

### 2.4 Färg

Sekuler & Blake (1994) menar att förmågan att se färger möjliggör upptäckande och åtskillnad för människan. Färg gör det lättare att välja ut ett objekt från dess bakgrund. Förutom påverkan av att se ett objekt mot dess bakgrund, kan färger hjälpa till att skilja mellan olika objekt i omgivningen. Färg är en av de bästa sätten att få ett stimuli att "hoppa ut" från bakgrunden och tillämpad forskning har visat att färgskillnader stödjer effektiv sökning (Wickens, 1992; D'Zmura, 1991 i Wolfe, 1998).

#### 2.4.1 Vad är färg?

Färger varierar enligt tre olika dimensioner. Den första dimensionen är *färgnyans*, det som beskriver och ger en betydelse åt en färg, till exempel rödhet, blåhet, grönhet osv. Den andra färgdimensionen är *mättnad*, vilket beskriver renheten av en färgnyans, en skala från grå till en klar färgnyans. Termer som djup, svag och blek brukar vara resultat ifrån förändringar i mättnad. Den sista dimensionen är *lyster*, hur ljus och mörk en färg är. I denna dimension är det en skala från svart till vit, färger beskrivs ofta som ljusblå, mörkgrön eller ljusgul. Det gäller även i förhållande till andra närliggande färger och inte enbart i hur mycket ljus som färgen avger eller reflekterar. Vissa färgnyanser är ljusare än andra som till exempel gul är ljus och lila är mörk (Travis, 1991; Galitz, 1997).

De primära färgerna röd, grön och blå kombineras för att få fram andra färgnyanser såsom orange, gul, lila och alla de andra färgnyanserna som ses i färgspektrat. Färger kombineras även med de tre dimensionerna, nyans, mättnad och lyster för att få fram olika färger. Att det finns en möjlighet att på detta viset få fram miljontals olika färger ställer till problem vid design av gränssnitt (Galitz, 1997).

Färgcirkeln är ett enkelt sätt att geometriskt representera hur färegenskaperna i färgspektrat hänger ihop (Figur 1). Färgen röd-orange skapas när en större mängd röd blandas med en mindre mängd gul. Orange i sin tur skapas när en lika mängd av färgerna röd och gul blandas. Genom att blanda olika mängd av färgintensitet av primärfärgerna, röd, grön och blå, skapas de olika färgnyanser som finns i spektrat (Sekuler & Blake, 1994).

## 2. Uppmärksamhet och visuell sökning



Figur 1. Färgcirkelns olika färgnyanser. (Azizi m fl, 1998 )

### 2.4.2 Mänsklig färgperception

Färgperception är subjektiv, färger uppfattas inte likadant av alla människor. Eftersom färgförnimmelse är något som skapas inom varje individ med ögats receptorer och inte av de våglängder som kan uppfattas av ögat. Färgers namn är ett inlärningsfenomen som baseras på erfarenhet och associationer av specifika färgnamn. Exempelvis sägs en färg som är en blandning av gul och grön vara gulgrön (Sekuler & Blake, 1994; Galitz, 1997).

Hur personer uppfattar färgers samverkan, färgharmoni, är också subjektivt. Forskning har visat att vissa färger harmoniserar bättre med varandra än andra. Färger som har lika avstånd mellan sig i en färgcirkel harmoniserar. För att veta om färger harmoniserar kan en kvadrat placeras i färgcirkelns mitt med hörnorna vid färgerna orange, röd-violett, blå och gul-grön som genom forskning visat att de samverkar. Sedan kan kvadraten roteras och hörnorna pekar på fyra andra färger som samverkar. Vikten av att tänka på färger som samverkar är för att skärmbilder, displayer eller omgivningen inte skall bli oattraktiv. En väl utformad display hjälper både användaren att utföra uppgiften och uppmuntrar till att använda systemet (Travis, 1991; Azizi m fl, 1998).

Schiffman (1981) beskriver ett experiment som visar att personer uppfattar färger och hur de förhåller sig till varandra precis som i färgcirkeln. Experimentet studerade hur försökspersoner uppfattade likheter mellan färgpar som varierade i nyans. Resultatet visade att den uppfattning som personerna hade angående hur lika de lika färgparen var varandra, skapade en skala i likhet med färgcirkeln. Till exempel när två färger som blå och gul visades tillsammans värderades de som olika medan grön och gul värderades som mer lik än den förra kombinationen (Schiffman m fl, 1981).

## 2. Uppmärksamhet och visuell sökning

En färg kan ha olika betydelse för olika situationer och personer. En färg kan skapa förvirring om den används på ett sätt som inte är förväntat. En och samma färg kan ha vitt skilda betydelser i olika kulturer. Till exempel röd är associerat med fara i många kulturer men i Egypten är röd associerat med död och i Indien med liv. Ett inkorrekt användande av en färg i en kultur kan få förödande konsekvenser (Galitz, 1997).

Alla människor ser inte färger på samma sätt. Det finns cirka åtta procent män och cirka 0,4 procent kvinnor som har någon form av färgblindhet. Förmågan att inte se färger överhuvudtaget är mycket sällsynt, 0,005 procent. De flesta har svårt att urskilja vissa färger. Grön är den färg som är svårast att urskilja, därefter kommer röd och sist blå. En person som lider av någon form av färgblindhet bör inte hindras från att använda en färgskärm eftersom svårigheten att urskilja en färg kan även bero på ljusstyrka och intensitet av en färg (Sekuler & Blake, 1994; Galitz, 1997).

### 2.4.3 Färgsökning

Om informationen på en display är orelaterad till varandra, är den bästa färgkodningen stora skillnader i färgtoner. Till exempel grön för kör och röd för stop. Detta beror på att färgtoner associeras språkligt i olika kategorier. Om informationen på en display är relaterad till varandra, för att visa att de har ett samband kan en mindre förändring i färgtoning användas eller alternativt kan förändring i mättnad eller lyster användas. Exempelvis kan lyster visa tydlig information på en display där ett tillgängligt val visas med ljusgrönt och icke tillgängligt visas med mörkgrönt (Travis, 1991).

För att färgkodning skall vara kraftfull bör det användas med försiktighet och det finns en del begränsningar som kan vara kritiska i systemdesign. Till exempel, för att garantera att värdet och därmed betydelsen av en färg inte skall missidentifieras bör inte mer än fem till sex olika färger användas (Travis, 1991; Wickens, 1992). Här är talen sju plus/minus två aktuella, vilket har med minnets begränsning att göra. Människan har en begränsning när det gäller hur mycket som kan hållas i minnet på en gång. Den genomsnittliga kapaciteten är mellan fem till nio enheter eftersom det beror på individen själv, situationen eller tidigare kunskap (Lundh m fl, 1992). När det gäller färger är det ändå bäst att vara konservativ, till exempel när det gäller nybörjare bör man använda endast fyra olika färger eller för att ordna en mängd färger i följd, använd färgspektrats sekvens eftersom de ses som en naturlig ordning (Marcus, 1992).

Det finns ytterligare begränsningar i användandet av färger och dess effektivitet på den initierande uppmärksamhetsprocessen. När liknande färger används mellan sökmålet och dess avledande element är sökningen mindre effektiv. Sökmålet är lättare att finna ifall det har en unik grundläggande särdragsinformation. I detta fallet gäller det unika färger som liknar varandra, såsom röd och orange eller lila och blå. "Search asymmetries" kallar Treisman & Gormican (1988, i Wolfe, 1998) denna typ

## 2. Uppmärksamhet och visuell sökning

av färgsökning. Det betyder att det är lättare att finna magenta mellan röda element än vad det är att finna rött mellan magenta element. Förklaringen till detta är att magenta innehåller blå och är lättast att finna bland element som inte är blå. Det är svårare att hitta rött mellan magenta element eftersom magenta även innehåller rött. Att leta efter de rödaste elementen eller de element som inte är blå är svårt och gör sökningen mindre effektiv (Wolfe, 1998).

Wolfe (1998) skriver om ytterligare en diskussion angående större färgskillnader mellan mål och störande element är mer effektiva vid målsökning än mindre färgskillnader. Forskarna Nagy and Sanchez har gjort en undersökning som visade att mindre färgskillnader inte stöder effektiv sökning. Forskaren Jolicoeur och hans kollegor upprepade Nagys och Sanchez experiment med stimuli som var av samma ljusstyrka i färgen både på objektet och i bakgrunden. De fann att mindre färgskillnader faktiskt stöder effektiv sökning.

Den initierande uppmärksamhetens färgrymd kan sägas vara indelad i fyra grundläggande färgregioner. Dessa fyra grundläggande färgerna, röd, gul, grön och blå har tillräckligt stora färgskillnader för att göra sökningen effektiv för den initierande uppmärksamheten, skriver Wolfe (1994, i Wolfe, 1998).

## 3. Problemprecisering

När många processoperatörer idag får säkerhetskritisk information ifrån färgskärmar är det nödvändigt att färgvalet är anpassat efter hur människans uppmärksamhet fungerar. Inom processindustrin bör ett larm upptäckas snabbt eftersom processen är dynamisk och den styrs efter de tillstånd som den befinner sig i och har det uppstått ett fel fortsätter processen efter de mätvärdena. Att upptäcka ett larm snabbt innebär att åtgärderna kommer igång fortare och processen kan styra tillbaka till normalläge.

Den frågeställning som kommer att undersökas i denna uppsats är följande:

- Vilken färgkombination är effektivast för den initierande uppmärksamhetsprocessen vid visuell sökning?

### 3.1 Avgränsning

Frågeställningen kommer att undersökas i verklig miljö. Det är operatörerna i kontrollrummet vid Ringhalsverket Block 2 som skall genomföra undersökningen. Syftet med undersökningen är att jämföra olika färgkombinationer för att studera om någon kombination är mer effektiv för den initierande uppmärksamheten än någon annan. Detta görs för att komma fram till vilken färgkombination som är lämpligast i design av larmsystem.

För att kunna visa prioritet på larm är det tänkt att använda olika färgnyanser. Det är endast färgerna röd, gul och färgnyanser däremellan som kommer att undersökas eftersom syftet i arbetet är att presentera säkerhetskritisk information. Inom larmsammanhang är det kulturellt betingat att röd betyder larm och gul varning och grön innebär normal (Wickens, 1992). Färgen blå används inte i larm sammanhang.

Stressfaktorers verkan på visuell uppmärksamhet kommer inte att undersökas i experimentet på grund av att det är svårt att exakt mäta stress. Om färgblindhet har någon påverkan på den initierande uppmärksamhetsprocessen skall inte studeras i denna undersökning eftersom det inte handlar om att veta vilken färg det är.

Det ges inte en explicit förklaring av vad som menas med stora och små färgskillnader i den litteratur som är ligger till grund för detta arbete. Vidare förklaras inte om det är dimensionerna av nyans, mättnad eller lyster som studeras. Undersökningens instrument, som kommer att mäta den initierande uppmärksamheten, har utformats utifrån författarens egna tolkningar och bedömningar. Undersökningen kommer inte att testa hur snabbt en färgkombination upptäcks beroende på hur många störande element som finns runt omkring.

### 3. Problemprecisering

#### **3.2 Förväntat resultat**

Den hypotes som skall förkastas eller bekräftas är följande:

Den initierande uppmärksamheten vid visuell sökning är mer effektiv om en kombination av färgnyanser med stora skillnader presenteras än när en kombination av färgnyanser med mindre skillnader presenteras.

Wolfe (1998) visar på ett linjärt samband mellan tid och de störande elementen, undersökningen i detta arbete är ingen replikation av den studien men förväntas få ett resultat som visar på ett linjärt samband mellan tid och skillnad i skalenhet av färgnyans.



## 4. Metod och genomförande

De första underkapitlen diskuterar möjliga metoder och undersökningsupplägg till problemställningen i uppsatsen, vilken färgkombination är effektivast för den initierande uppmärksamhetsprocessen vid visuell sökning. Val av respektive metod och upplägg motiveras även i dessa kapitel. Därefter beskrivs hur undersökningen är planerad, vilka försökspersoner som deltog och hur den genomfördes.

### 4.1 Potentiella metoder

Det finns olika sätt att undersöka det preciserade problemet och därmed kunna förkasta eller verifiera hypotesen. Hur kan färgnyansers effektivitet mätas hos den initierande uppmärksamhetsprocessen? Att använda ett kvalitativt angreppssätt betyder att undersöka hur människor uppfattar och urskiljer olika färgnyanser med hjälp av verbala analyser (Patel & Davidsson, 1994). När det preciserade problemet angrips på ett kvantitativt sätt används numerisk analys, för att ta reda på hur människor uppfattar och urskiljer olika färganalyser. En kvantitativ metod svarar i detta arbete på, hur effektiv en färgnyans är jämfört med en annan färgnyans för den initierande uppmärksamhetsprocessen. Mätvärdena analyseras med hjälp av statistiska analys metoder för att försäkra att det inte är slumpen som avgör att en färgnyans är effektivare än en annan färgnyans (Patel & Davidsson, 1994).

### 4.2 Val av metod

Det är det preciserade problemet som både styr vilken metod som skall väljas och skapar en uppfattning om vilken kunskap som skall uppnås genom resultaten (Patel & Davidsson, 1994). Den metod som är lämpligast till det preciserade problemet i detta arbete är, kvantitativ analysmetod. Problemställningen är: vilken färgkombination är effektivast för den initierande uppmärksamhetsprocessen vid visuell sökning, vilket tyder på att resultatet skall beskriva att en färgkombination är effektivare än någon annan. För att beskriva ett svar effektivare än ett annat, är det lämpligast att analysera data med statistiska analysmetoder. Det är svårare att effektivisera ett svar jämfört med ett annat när verbala analysmetoder används eftersom verbala symbolformer är subjektiva och betyder olika för olika människor. Det är även väsentligt att i detta fall avgöra att det inte är slumpen som gör en färgkombination effektivare än någon annan, vilket lämpligast görs med hjälp av statistiska analysmetoder.

### 4.3 Potentiella undersökningsupplägg

Om ett kvalitativt angreppssätt valts hade upplägget för undersökningen föredragit intervjuer framför en observationsstudie. Intervjuer ger svar som kan visa på att det finns skillnader mellan hur försökspersonerna upplever de olika färgkombinationerna. Svårigheten blir att få fram att en kombination är effektivare än en annan. En möjlighet är att byta den verbala datan till numerisk genom att reducera datan i kategorier och vidare bearbeta den med statistiska analysmetoder (Patel & Davidsson, 1994). Om en observationsstudie hade gjorts för att få fram en effektiv skillnad mellan färgkombinationer finns det en risk att försöksledaren ger för mycket egna tolkningar av försökspersonernas handlingar. Vilket inte kan klassas som vetenskapligt när metoden är intuitiv, okontrollerad och det blir subjektivt utifrån försöksledarens egna tolkningar (Shaughnessy & Zechmeister, 1994). Ett sätt att få reliabilitet i undersökningen, det vill säga att mätinstrumentet visar samma värden av samma fenomen vid olika tillfällen, är att använda erfarna eller flera försöksledare vid en och samma studie (Patel & Davidsson, 1994).

En kvantitativ undersökning kan direkt mäta hur effektiv en färgkombination är jämfört med en annan kombination, eftersom det är numerisk data som beskriver den verklighet som har studerats (Patel & Davidsson, 1994). För att få ett mått på uppmärksamhetsprocessens påverkan av olika färgkombinationer kan reaktionstid och antal fel användas. Exempel på försökspersoners uppgift kan vara att så snabbt som möjligt urskilja ett objekt som består av en färg som befinner sig bland objekt av en annan färg. Antal fel kan mätas om en del testbilder visas utan något objekt i en annan färg än bakgrunden. Olika färgnyanser kombineras på olika sätt och därmed kan ett mått på effektivitet fås genom reaktionstiden på de olika färgkombinationerna.

För att få validitet i undersökningen, det vill säga att det som är avsett att mätas verkligen mäts, är det viktigt att eliminera de faktorer som kan påverka de variabler som är avsett att mätas vid undersökningen (Shaughnessy & Zechmeister, 1994; Patel & Davidsson, 1994). Experiment är en upplägning som ger möjlighet till att kontrollera störande faktorer, situations- och individ faktorer. För att kontrollera situationsfaktorer är det lämpligast att utföra experimentet i ett laboratorium, eftersom alla försökspersoner kan utsättas för samma situation. Om det inte finns möjlighet att utföra experimentet i ett laboratorium får det genomföras i verkligheten, fältexperiment. När ett fältexperiment utförs är det viktigt att göra situationen så lika som möjligt för alla försökspersoner, för att kontrollera situationsfaktorer. Genom att undersökningen sker på ett konsekvent sätt i experiment är reliabiliteten hög (Patel & Davidsson, 1994).

## 4. Metod och genomförande

### 4.4 Val av undersökningsupplägg

Patel & Davidsson (1994) skriver att upplägget av undersökningen är beroende av det preciserade problemet. Undersökningen som skall planeras skall jämföra olika färgkombinationer för att se om det är någon kombination som är mer effektiv än någon annan. Undersökningsuppläggningsen blir i form av ett experiment eftersom det tillåter en relativ hög nivå av kontroll, vilket är väsentligt för att testa hypoteser. Experimentet kommer att bestå av ett program som visar upp ett antal testbilder med olika färgkombinationer på och det är reaktionstiden som mäts, testprogrammet är utförligare beskrivet i kapitel 3.4.3.

Den statistiska analysen kommer att genomföras med en variansanalys, ANOVA, för att kunna säkerställa en eventuell effekt av den oberoende variabeln, där färgnyanskombinationernas medelvärden jämförs med en F-test som har en signifikansnivå på 0.05. Vidare görs en regressionsanalys för att undersöka ifall det finns något linjärt samband mellan oberoende variabel, nyansskillnad och den beroende variabeln, tid. Regressionsanalysen kommer inte att svara på om den stora färgnyansskillnaden är effektivare än de mindre nyansskillnaderna. Regressionanalysen genomförs endast som ett komplement till variansanalysen för att studera ifall det finns någon relation mellan den oberoende och beroende variabeln i experimentet.

#### 4.4.1 Planering av experimentet

Genom att hålla faktorer konstanta, manipulera eller välja ut nivåer på den oberoende variabeln och balansera för störande faktorer, erhålles kontroll i en undersökning (Shaughnessy & Zechmeister, 1994). För att hålla faktorer konstanta i denna undersökning görs testsituationen så lika som möjligt för varje försöksperson. Testmaterialet används likadant för alla försökspersoner. Experimentet kommer att utföras i ett och samma rum som är avskilt från resten av kontrollrummet och testet körs på en och samma bärbara dator som försöksledaren har med sig. Personerna som skall testa programmet får själva läsa igenom det informationsblad som placeras vid sidan om. Risken kan vara att försöksledaren säger olika information till försökspersonerna vid muntlig beskrivning, vilket kan påverka resultatet. Försöksledaren kommer att betona några punkter som är markerat med fet stil på informationsbladet. Försökspersonerna kan inte av praktiska skäl testas under samma tid på dygnet, eftersom operatörerna består av skiftlag och arbetar i fyra olika skift. Manipulation av den oberoende variabeln utgörs genom att välja ut olika nivåer i form av färgkombinationer mellan fem färger.

Balansering görs när faktorer som kan tänkas påverka den oberoende variabeln inte kan hållas konstanta, exempelvis är individuella egenskaper hos försökspersonerna. I experimentet kommer balansering att ske genom att försökspersonerna ska testa varje färgkombination ett antal gånger eftersom en del individer reagerar långsamt och en del snabbt.

## 4. Metod och genomförande

### 4.4.2 Operationella definitioner

Hypotesen, om stora färgnyansskillnader kombineras jämfört med kombination av mindre färgnyansskillnader, så är den initierande uppmärksamheten effektivare vid visuell sökning. För att skapa mer klarhet om vad de olika begreppen i hypotesen innebär, ges en närmare definition av dem nedan.

Begreppet effektivitet definieras här av att en färgkombination uppmärksammas snabbare än en annan färgkombination. Vidare är det om skillnaden är betydande för uppmärksamhetsprocessen mellan färgkombinationerna som skall studeras och inte att reaktionstiden skall ligga nära noll millisekunder för att vara effektiv.

Stora och mindre färgnyansskillnader betyder att värdet på nyans ändras så det blir skillnad i färg. Denna skillnad är olika beroende på hur många skalenheter ifrån varandra färgnyanskombinationen är (Bilaga 1). I experimentet kommer skillnad i skalenheter vara 40, 30, 20 och 10. Det är färgerna röd och gul som är de två yttersta punkterna i denna färgnyansskala, med andra ord är det dessa färger som har störst skillnad i nyansvärde. Mellan färgerna röd och gul är det 40 skalenheter i nyansvärde och det är denna stora färgkombination som skall jämföras med de mindre nyansskillnaderna, 30, 20, 10.

Färgkombination innebär att två olika färgnyanser presenteras tillsammans, där en färgnyans är bakgrunden och den andra nyansen är ett specifikt mål som skall urskiljas ifrån bakgrunden.

Den oberoende variabeln består av fyra nivåer, 40, 30, 20 och 10 skalenheter som kombineras med varandra. Färgnyanserna röd, röd-orange, orange, gul-orange och gul kombineras med varandra enligt följande:

- röd/gul (R/G 40)
- röd/gul-orange (R/G-O 30)
- gul/röd-orange (G/R-O 30)
- röd/orange (R/O 20)
- röd-orange/gul-orange (R-O/G-O 20)
- gul/orange (G/O 20)
- röd/röd-orange (R/R-O 10)
- röd-orange/orange (R-O/O 10)
- orange/gul-orange (O/G-O 10)
- gul/gul-orange (G/G-O 10)

För nivå 40 finns det endast en färgkombination och för nivå 30 finns det två kombinationer. För nivå 20 respektive 10 finns det tre och fyra färgkombinationer.

## 4. Metod och genomförande

Anledning till att det har blivit dessa olika antal av färgkombination för varje nivå är för att det är en skala mellan 0 och 40 i nyansvärde. Röd och gul förekommer endast en gång eftersom de är ytterligheter i skalan. De andra nivåerna förekommer flera gånger eftersom de har mindre skillnad i skalenheter.

Den beroende variabeln är reaktionstid som mäts i millisekunder.

Den initierande uppmärksamhetsprocessen är den allra första fas i själva uppmärksamhetsprocessen som sker innan uppmärksamhet utvecklas mot något som jämförs i minnet. Därav kommer inget i experimentet att bestå av minnestester för att komma ihåg betydelser av färgnyanser, utan endast särskilja en färgnyans ifrån en annan.

Visuell sökning innebär att det är ett specifikt mål som sökes och att det är synligt i det aktuella synfältet. Experimentet är tänkt med de olika färgkombinationerna att det specifika målet som sökes visuellt, består av en färgnyans som kan vara ett larm av en prioritet och bakgrunden som består av en annan färgnyans är larm av annan prioritet.

### 4.4.3 Testmaterial

Testmaterialet består av ett program som körs i datorn. Programmets testbilder består av en bakgrundsfärg och en kvadrat i approximativ storlek på 1,5 cm x 1,5 cm som är belägen i tre positioner (Bilaga 2). Uppgiften för försökspersonen är att så fort kvadraten syns på skärmen skall mellanslagstangenten tryckas ned. När tangenten har tryckts ned är en fördröjning gjord på två sekunder innan nästa testbild automatisk visas. Bakgrund och kvadrat kommer alltid upp samtidigt på testbilderna. Det är ingen fördröjning mellan bakgrund och kvadrat utan endast mellan testbilderna. Programmet har tjugo olika färgkombinationer och varje färgkombination visas i varje position. Sammanlagt blir det 60 olika testbilder som programmet slumpmässigt visar för försökspersonerna. Dessa 60 olika kombinationer är lagda i en lista som programmet slumpmässigt ändrar ordningen på, därmed är det garanterat att varje färgkombination visas i varje position en gång.

Färgnyanserna som är utvalda till testprogrammet är framtagna med färgpaletten som används i Windowsprogrammen. Med färgpaletten kan egna färger skapas genom förändringar i de olika dimensionerna, nyans, mättnad och lyster. Färgnyanserna som har skapats till testprogrammet skiljs åt i enbart dimensionen nyans. När mättnad ändras går det från en klar färg mot grått, det vita i färgen försvinner och när lyster förändras blir färgen ljusare eller mörkare. Färger som skapas genom förändring i mättnad och lyster är inte lämpliga för larmsammanhang eftersom färgen förändras. Som till exempel röd blir rosa när lyster ändras mot ljusare och nästan svart mot mörkare.

Skillnaderna i nyans togs fram på följande sätt. Först togs "ren" röd fram genom att använda måtten R, G och B som står för röd, grön och blå. Högsta värdet på dessa är

#### 4. Metod och genomförande

255, när  $R=255$ ,  $G=0$  och  $B=0$ , blir det “ren” röd. Nyansvärdet är noll när “ren” röd skapas och när det är “ren” gul är nyansvärdet 40 (Bilaga 1). För att inte använda för många olika färger som då lättare förlorar sin betydelse och lätt kan missidentifieras bestämdes att fem olika färgnyanser skulle användas i testprogrammet. Resultatet av att använda fem färgnyanser blir det tio skalenheter mellan färgnyanserna och följande dimensionsvärden:

Färgnyanserna röd, röd-orange, orange, gul-orange och gul kombineras med varandra som beskrevs i kapitel 3.4.2. I programmet visas även dessa kombinationer asymmetriskt, det vill säga en gul bakgrund med en röd kvadrat visas även tvärtom röd bakgrund och gul kvadrat. De asymmetriska effekterna kommer inte att analyseras i resultatet utan det är enbart färgkombinationen som är av intresse. För att kunna ge en meningsfull analys av de asymmetriska effekterna krävs en djupare förståelse ifrån teorier angående asymmetri effekter. Denna fördjupning anses falla utanför detta examensarbets tidsramar och därmed är det endast färgkombinationer som analyseras. Mätvärdena ifrån de asymmetriska kombinationerna adderas ihop och ett medelvärde tas fram. Skulle någon av färgkombinationerna ge en långsammare reaktionstid kommer det att visa sig i det hoplagda medelvärdet och vidare i resultatet.

Programmet innehåller tre faser som har vardera de 60 olika kombinationerna och varje fas får genom slumpfaktorn en annan ordning på kombinationerna. Mellan faserna finns pauser som försökspersonerna själv kan starta när så önskas genom att trycka ned mellanslagstangenten och är meningen att de skall kunna vila och sträcka på sig. Försökspersonerna skall köra igenom hela testprogrammet tre gånger. Det är inlagt i programmet att mäta reaktionstiden från det att testbilden kommer fram tills försökspersonen trycker ned tangenten. Varje tid för respektive färgkombination lagras i en specifik kolumn och vidare i en fil.

Kvadraten är belägen i tre olika positioner på bakgrundsfärgen. De tre olika positionerna skall inte studeras huruvida de kan påverka den initierande uppmärksamhetsprocessen. Om det enbart varit en position som kvadraten låg i, hade försökspersonerna ganska snabbt förväntat sig var kvadraten kommer upp och det kan vara en stor risk att de tryckt så fort själva bilden kommit fram. Eftersom programmet skall köras tre gånger får försökspersonerna testa varje färgkombination i varje position nio gånger. Det blir en balansering som stabiliserar för de olika positionernas placering.

Det finns ingen testbild som visas utan kvadrat, eftersom det blivit två knappar som försökspersonerna skulle hålla reda på. Om programmet varit utformat med bilder som testade “kvadrat” och “icke kvadrat” hade det varit tvunget att även mäta rätt och fel. Svårigheten för försökspersonerna blir då att de har två knappar att hålla reda på, en för “kvadrat” och en för “icke kvadrat”. Risken finns att knapparna blandas ihop och försökspersonerna tvekar innan de trycker för att de måste tänka “vilken knapp var till vad”. I detta fallet blir det svårt att bedöma om det är endast den oberoende variabeln som har haft effekt på den beroende variabeln. Ytterligare en risk som gör att det är risk för bortfall är att försökspersonerna på grund av en konstlad situation

## 4. Metod och genomförande

tänker fel och trycker på “icke kvadrat” knappen när kvadraten dyker upp. Hur skall resultaten tolkas om det händer någon gång? Om det blir fel hela programmet igenom måste den försökspersonens test tas bort ur experimentet. Syftet med undersökningen är att jämföra stora färgkombinationer med mindre färgkombinationer och studera om de är effektivare för den initierande uppmärksamhetsprocessen. Det är reaktionstiden på de olika färgkombinationerna som skall mätas, därmed utesluts “icke kvadrat” i programmet.

### 4.4.4 Val av gruppdesign

Inomgruppsdesign väljs framför oberoende gruppdesign eftersom det blir svårt att få tag i många försökspersoner. Att använda inomgruppsdesign ger större känslighet, det vill säga kunna upptäcka effekten av en oberoende variabel. I detta experiment där risken finns att det är små effekter på den initierande uppmärksamhetsprocessen mellan de olika färgkombinationerna är det därmed lämpligast att använda inomgruppsdesign. Ytterligare ett argument till varför inomgruppsdesign väljs är att det blir mindre variation mellan försökspersonerna eftersom varje person testar varje nivå hos den oberoende variabeln. Därmed skiljer inte lika mycket ifrån sig själva än vad de gör från andra försökspersoner.(Shaughnessy & Zechmeister, 1994).

För att balansera mot de övningseffekter som kan uppstå när försökspersoner gör upprepade tester, de kan bli bättre och bättre men även sämre och sämre, finns det olika tekniker att tillgå. Försökspersonerna i experimentet skall testa varje nivå hos den oberoende variabeln flera gånger. Testprogrammet kommer att slumpmässigt välja ordning av testbilderna för varje försöksperson och det finns oändligt många olika kombinationer, så sannolikheten att försökspersonerna skall få likadana ordningar är minimal. Av praktiska skäl kan inte urvalet av försökspersoner slumpas ut i förväg eftersom experimentet utförs på arbetsplatsen och de får göra testet när de kan komma ifrån sina arbetsuppgifter.

## 4.5 Försökspersoner

Populationen för denna undersökning är operatörer inom olikartade processindustrier. Av praktiska skäl kan inte ett slumpmässigt stickprov dras ur populationen, utan en tillgänglig grupp har valts ut. Denna grupp består av operatörer, stationstekniker och skiftchefer vid Ringhalsverket block 2 kontrollrum. Anledningen till att denna grupp har valts är att det sker en modernisering av kontrollrummet i block 2. Projektet som sköter om designen och utformningen av kontrollrummet behöver stöd för hur olika färgkombinationer kan användas vid kodning av säkerhetskritisk information så den snabbt upptäcks. Denna undersökning kan ge dem en vägledning om vilka färgkombinationer som är effektivast vid visuell färgsökning hos “sina” operatörer, stationstekniker och skiftchefer.

Det var fyra av sju skiftlag som blev utsedda att delta i undersökningen. Tidpunkten för när experimentet skulle genomföras varierade på grund av att skiftlagen arbetade på olika tider på dygnet. Vilka som skulle delta var frivilligt och det var ingen som

## 4. Metod och genomförande

valdes ut, utan de som hade tid att göra testet gjorde det. Undersökningen tog ungefär 30 minuter per försöksperson. Det skiftade från skiftlag till skiftlag hur många som medverkade men det var mellan sex och sju personer från varje lag.

I undersökningen deltog 24 försökspersoner, varav en kvinna. Åldern varierade mellan 25 år till 55 år.

### 4.6 Pilotundersökning

En pilotundersökning genomfördes innan själva undersökningen utfördes. Det är inte meningen med pilotundersökningen att ta fram ett resultat som kan visa ifall hypotesen skall förkastas eller verifieras. Det är för lite försökspersoner som deltog och deras deltagande var inte lika systematiskt som själva undersökningen.

Pilotundersökningen skulle påvisa ifall programmet hade några brister när det gäller dess funktion. Försöksledaren ville även se om det fanns någon tendens till att de första mätvärdena som försökspersonerna utförde var större än de nästkommande. Det kan finnas en risk att även om ett övningsprogram visas först, tar det några testbilder innan personerna förstår hur uppgiften skall utföras.

Enligt pilotundersökningen fungerade programmet som det var tänkt. Mätvärdena visade ingen tendens att vara större de första testbilderna som kördes i programmet. Det som kom fram ifrån undersökningen var att försökspersonerna menade att det var jobbigt för ögonen att sitta och stirra på skärmen. Det var meningen att försökspersonerna i själva undersökningen skulle köra testprogrammet tre gånger men med anledning av resultatet ifrån pilotundersökningen ändrades det till att programmet skall köras två gånger.

Pilotundersökningen genomfördes med fem stycken försökspersoner, varav tre kvinnor och två män. Åldern varierade mellan 21 - 25. Experimentet gjordes inte på ett urval ur populationen utan en helt annan grupp valdes, studenter. Att göra en pilotundersökning på en annan population anses inte påverka om testprogrammet har några brister. Försökspersonerna genomförde testprogrammet endast en gång, vilket anses vara tillräckligt för att eventuellt upptäcka att något behövs åtgärdas.



## 4. Metod och genomförande

### 4.7 Genomförande

Undersökningen inleddes med att försöksledaren gick runt och hälsade på de personer som var i kontrollrummet och svarade på lite frågor som ställdes angående testet. Detta gjordes eftersom det är mycket vanligt att försökspersonerna kan känna sig en aning besvärade av att bli testade och detta lite "kallprat" kunde kanske underlätta vid själva testet. Testet utfördes i ett avskilt rum vägg i vägg med kontrollrummet. Först fick försökspersonen läsa igenom ett informationsblad (Bilaga 3) som informerar om syftet med undersökningen, vad själva uppgiften går ut på, att deltagandet är frivilligt, etc. När försökspersonen hade läst färdigt betonade försöksledaren det som är markerat med fet stil på bladet: att endast trycka en gång ordentligt på tangenten och sedan invänta nästa testbild och att det inte är försökspersonen i sig som testas utan färgkombinationerna. Ytterligare en punkt som försöksledaren betonade var att mellanslagstangenten skall tryckas ned när kvadraten syns och inte så fort testbilden kommer upp. Eftersom experimentet gick ut på att mäta reaktionstiden det tog att urskilja en färgnyans ifrån en annan nyans och inte hur fort försökspersonerna kunde reagera på att något kommer upp på skärmen. Att utnyttja pauserna var också en sak som betonades för försökspersonerna.

Ett övningstest visades upp och försökspersonen fick se hur det såg ut och samtidigt prova på hur det fungerade. Försökspersonen fick reda på att det var ett övningstest. Övningstestet består av andra färgkombinationer än testprogrammet. Försöksledaren startade upp programmet sedan fick personerna själva köra igång programmet genom att trycka på mellanslagstangenten. Försöksledaren satt kvar i rummet under tiden som testet pågick.

Under pauserna försökte försöksledaren att prata lite med varje person så att de släppte blicken och koncentrationen ifrån skärmen. Det är både tröttsamt och ansträngande för ögonen att stirra på det viset. Testprogrammet kördes igenom två gånger, vilket troligen var lagom, eftersom det blev långtråkigt för försökspersonerna på slutet av programmet. När försökspersonen var färdig tackade försöksledaren denne för att ha medverkat i undersökningen.

Det är viktigt att undersökningen är väl genomtänkt så att försöksledaren kan motivera att testet är utformat som det är, eftersom försökspersonerna ger kritik som både är positiv och negativ. En annan erfarenhet är att när en undersökning görs direkt på en arbetsplats och även om det är meddelat tidigare, så är försöksledaren en inkräktare. Det är självklart att personerna på arbetsplatsen undrar vad det är för en person som kommer osv. Det behöver inte betyda att det är otrevligt eller besvärligt, utan det är en erfarenhet att tänka på.

# 5. Resultat

I detta kapitel presenteras först resultaten ifrån analysmetoderna, variansanalys och regressionsanalys. Sist i kapitlet beskrivs de slutsatser som dras ifrån resultaten.

För att studera om en kombination med stora färgnyansskillnader är mer effektivare för den initierande uppmärksamhetsprocessen än kombinationer av mindre färgnyansskillnader, användes reaktionstid i millisekunder som mått. Samma mått kan användas för att svara på frågeställningen, vilken färgkombination är effektivast för den initierande uppmärksamhetsprocessen.

Analysering av mätvärdena gjordes med en variansanalys som beräknades med hjälp av ett F-test, med 0,05 som signifikansnivå. Vidare har en regressionsanalys genomförts för att få fram om det är ett linjärt samband mellan den oberoende variabeln, skillnad och den beroende variabeln, tid. Analys och resultat redovisas i respektive kapitel här nedan.

## 5.1 Variansanalys

### 5.1.1 Reducering av rådata

Reducering av rådatan har gjorts på följande sätt. Rådatan består av 20 kolumner eftersom varje färgkombination visas i asymmetri. De extremvärden som uppmättes under experimentet har tagits bort. De ca 30 värden som låg mer än 2,5 standardavvikelser ifrån populationsmedelvärdet byttes ut mot respektive kolumns medelvärde. En del värden var noll eftersom försökspersonen tryckt två gånger under samma testbild och dessa nollvärden byttes också ut mot respektive kolumns medelvärde.

För att reducera rådatan ytterligare sätts färgasymmetrierna samman till tio kolumner och beräkningen för den sammanslagningen är medelvärde. Efter sammanslagningen räknas varje färgkombinations medelvärde för respektive försöksperson ut. Medelvärdena som visas i tabell 1 är beräknade av varje försökspersons medelvärde ifrån respektive färgkombination (bilaga 4). Det är medelvärdena ifrån bilaga 3 som har används vid variansanalysen.

### 5.1.2 Resultat av analys

De medelvärden som har analyserats i variansanalysen presenteras i tabell 1. Medelvärdena är relativt lika, det är inte stora skillnader mellan dem. Den snabbaste reaktionstiden har G/R-O 30 och R/R-O 10 har den långsammaste reaktionstiden (Bilaga 2). Utav de fyra som har nivå 10 är tre av dem relativt lika och R/R-O 10 är ca 50 millisekunder långsammare. De övriga har även de olika tider mellan nivåerna.

## 5. Resultat

Tabell 1. Det totala medelvärdet för varje färgkombination.

Nivå	R/G 40	G/RO 30	R/GO 30	R/O 20	RO/GO 20	G/O 20	R/RO 10	RO/O 10	O/GO 10	G/GO 10
Medel.	401	409	398	405	410	420	481	425	414	425
Msek.										

Beräkning av en övergripande F-test gav;  $F(9, 207) = 10$ ,  $MSe = 0,00136$  och  $p < 0,0001$ . Eftersom sannolikhetsvärdet, 0,0001, är mindre än signifikansnivån, 0,05, kan en slutsats dras att färgnyansskillnaderna haft en signifikant total effekt på reaktionstiden.

För att vidare lokalisera effekterna och hitta källan till den signifikanta effekten genomfördes analytiska jämförelser. De analytiska jämförelser som gjordes var mellan följande medelvärden eftersom de är länkade till hypotesen.

- 1 40 och de fyra som har 10 i nyansskillnad. Beräkning av F-testet gav,  $F(1, 23) = 11,602$ ,  $MSe = 0,04109$ ,  $p < 0,0024$ .
- 2 40 och de tre som har 20 i nyansskillnad. Beräkning av F-test gav,  $F(1,23) = 2,860$ ,  $MSe = 0,00813$ ,  $p < 0,1044$ .
- 3 40 och de två som har 30 i nyansskillnad. Beräkning av F-test gav,  $F(1,23)$ ,  $MSe = 0,00375$ ,  $p < 0,7726$ .

I den första jämförelsen blir sannolikhetsvärdet, 0,0024, och är mindre än signifikansnivån, 0,05 och därmed den statistisk signifikant. De andra två jämförelserna visade ingen statistisk signifikant skillnad med sina sannolikhetsvärden, 2. 0,1044 och 3. 0,7726.

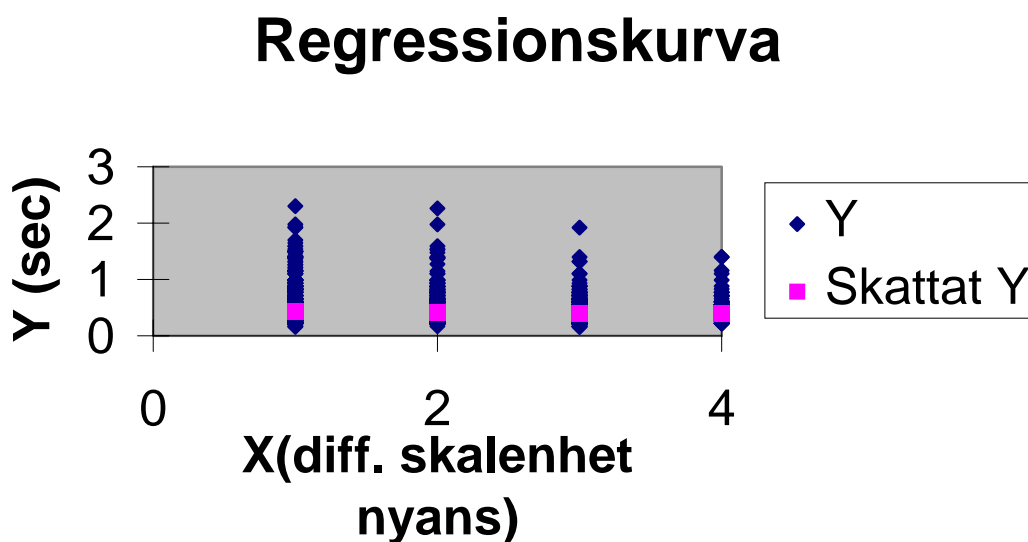
Den färgkombination som har det snabbaste medelvärdet är röd/gul-orange med 30 skalenheter i färgnyansskillnad. En analytisk jämförelse genomfördes mellan röd/gul-orange och röd/gul kombinationer, för att få fram om det var någon signifikant skillnad mellan dessa två medelvärden. Beräkning av F-test gav,  $F(1, 23) = 0,230$ ,  $MSe = 0,00113$ ,  $p < 0,6359$ . Resultatet indikerar att det inte är någon statistisk signifikans mellan dessa två olika färgkombinationer.

### 5.2 Regressionsanalys

I regressionsanalysen används rådata, med en viss modifikation. Det var ca 30 mätvärden som låg 2,5 ifrån standardavvikelse och dessa togs bort. Dessa värden skall inte jämföras med något motsvarande värde därför ersätts inte de med något nytt värde. Rådatan som är i 20 kolumner gjordes om till två kolumner, en för skillnad och en för tid. Dessa två kolumner användes till regressionsanalysen.

## 5. Resultat

Beräkning av regressionsanalys visade inget linjärt samband mellan oberoende variabel, skillnad och beroende variabel, tid (Figur 1). Diagrammet i figur 1 visar ingen tendens till en stigande eller fallande linje, genom skattat Y. Det skattade värdet ligger nästan som en rak linje vid 0,5 sekunder. Ett perfekt linjärt samband mellan variabler har ett multipelt-R värde när det närmar sig 1. Detta analys utfall har ett multipelt-R värde på 0,08.



Figur 2. Regressionsanalysen påvisar inget linjärt samband mellan variablerna, skillnad och tid

### 5.3 Slutsats

Undersökningens resultat bekräftar inte hypotesen, att stora färgnyansskillnader som kombineras jämfört med kombinationer av mindre färgnyansskillnader, är effektivare för den initierande uppmärksamhetsprocessen.

Utfallet av analytiska jämförelser visar att det är endast kombinationen mellan 40 skalenheter i färgnyans jämfört med de fyra kombinationerna som har 10 skalenheter i färgnyans som är statistisk signifikant. Kombinationen röd och gul är effektivare än kombinationerna röd/röd-orange, röd-orange/orange, orange/gul-orange och gul/gul-orange. Detta resultat ger stöd åt hypotesen, de stora skillnaderna i färgkombination är effektivare än de minsta färgkombinationerna. När det gäller de övriga kombinationerna är inte röd/gul kombinationen effektivare.

Resultatet på frågeställningen, vilken färgkombination är effektivast visade inte stämma överens med det förväntade resultatet. Det förväntade resultatet var att den stora kombinationen av färgnyansskillnad var effektivare för den initierande uppmärksamhetsprocessen, vilket indirekt förväntas att samma kombination skall vara den mest effektiva av dem allihop. Undersökningens resultat visade inte att röd/gul kombinationen var effektivast utan det var kombinationen röd/gul-orange. Men

## 5. Resultat

skillnaden mellan dem är inte signifikant, med andra ord skillnaden i reaktionstid är inte av betydande storlek.

Regressionsanalysen kan inte visa att det är någon korrelation mellan variablerna skillnad och tid. Det går inte genom undersökningens resultat att peka på samband mellan färgnyansers minskning och ökande tid.

# 6. Diskussion

Resultatet i undersökningen visar att stora nyansskillnader jämfört med de minsta är effektivare för den initierande uppmärksamhetsprocessen. Det förväntade resultatet får inte fullt stöd ifrån undersökningens resultat, att stora färgnyansskillnader som kombineras är mer effektiva för den initierande uppmärksamhetsprocessen, än mindre färgnyansskillnader. Detta kapitel börjar med en beskrivning av de möjliga faktorer som kan ha påverkat att resultatet inte kunde ge stöd åt det förväntade resultatet. Vidare diskuteras resultaten och sätts i ett vidare sammanhang. Sist i kapitlet kommer förslag till fortsatt arbete inom området.

## 6.1 Kritiska synpunkter

Det går att dela in de kritiska synpunkterna på vad som kan ha påverkat undersökningens resultat i tre faktorer. De tre faktorerna som kommer att beskrivas nedan är följande teori, upplägget av undersökningen och mätinstrument.

### 6.1.1 Teori

Ett väsentligt skäl till att resultatet inte stödjer det förväntade resultatet är att forskningsresultat och teorier kan ha misstolkats. Hypotesen växer fram ifrån de forskningsresultat och teorier som tas upp i litteraturdelen av arbetet och om de misstolkats, kan hypotesen bli ofullkomlig. Viktiga egenskaper som hör ihop med olika begrepp i litteraturen missförstås och kan därmed tolkas felaktigt. Olika teorier och forskningsresultat kan på en högre nivå höra till samma område men när det blir en mer detaljerad nivå skiljer sig dessa teorier och resultat åt. Det är dessa små detaljer som kan vara svåra att förstå och tolka på rätt sätt eftersom många detaljer hänger ihop med tidigare forskningsresultat. Därmed kan följden av att eventuellt misstolka teorier och forskningsresultat vara ett skäl till att förväntade resultatet inte stämmer med resultatet som uppnås i arbetets undersökning.

Det är inte beskrivet i litteraturen vad stora och små färgskillnader innebär mer exakt. Enligt litteraturen finns en diskussion angående om små färgskillnader är effektiva för sökning av specifika mål eller inte. Hypotesen är driven utifrån det resonemanget och egna tolkningar har gjorts angående vad som är skillnad i färg. Både vad det gäller stora/små skillnader och vilken dimension som förändras, nyans, mättnad och lyster. När det gäller att läsa och ta till sig vetenskapliga texter är det en mognadsprocess, texterna bör läsas många gånger och för varje gång de läses igenom känns de som en ny text. Denna process tar lång tid och tidsramen för examensarbetet är begränsad, därför räcker inte tiden helt enkelt till.

## 6. Diskussion

### 6.1.2 Upplägg av undersökningen

Att en inomgruppsdesign har valts för upplägget av undersökningen har inte påverkat resultatet. Eftersom det anses vara ännu mer olämpligt att välja en oberoende gruppdesign där separerade grupper får pröva en av de olika nivåerna hos den oberoende variabeln. Det som kan ha påverkat resultatet på grund av inomgruppsdesign är övningseffekter där försökspersonerna kan ha presterat sämre och sämre eller bättre och bättre, eftersom testprogrammet är monotont. Denna risk kan inte uteslutas även om oberoende gruppdesign genomförts. Antalet försökspersoner kan diskuteras men det är tveksamt om resultatet blivit annorlunda på grund av att det varit mer försökspersoner. När en inomgruppsdesign används behövs det inte lika många försökspersoner som vid oberoende gruppdesign, eftersom personerna får alla betingelser minst en gång.

En fråga kan vara om det förväntade resultatet hade fått fullt stöd ifall en kvalitativ undersökning hade genomförts, där försökspersonerna hade fått ge sina subjektiva bedömningar och tolkningar till de olika färgnyans kombinationerna. En följdfråga blir då, är måttet på den initierande uppmärksamheten tillräckligt känsligt som det är definierat i arbetet.

### 6.1.3 Mätinstrumentet

Det mätinstrument som utformades för att mäta reaktionstiden på den initierande uppmärksamhetsprocessen kan ha varit otillräcklig när det gäller att erhålla känslighet i experimentet. En faktor i testprogrammet som kan ha påverkat resultatet är att pauserna mellan testbilderna är lika långa. När försökspersonerna har kört igenom många bilder med exakt samma frekvens blir beteendet mer automatiskt och de kan förvänta sig när nästa bild kommer upp. Om det hade varit olika längd på pauserna skulle kunna resultatet ha blivit annorlunda eftersom personerna inte kan förvänta sig när nästa testbild kommer fram. Beteendet blir inte automatiskt när testbilderna kommer fram med olika frekvenser. Denna faktor är något som borde uppmärksammas i pilotundersökningen men som helt missades.

Vidare bygger testet mycket på försökspersoners ärlighet. De skall trycka på mellanslagstangenten när de ser kvadraten. Vilket är svårt att veta om de gör eller inte. För att förebygga detta problem kunde några testbilder läggas in som inte har någon kvadrat, som har diskuterats i kapitel 3.4.3., kan risken vara att det blir lägre validitet i experimentet. Undersökningens syfte är att mäta den initierande uppmärksamheten i reaktionstid och med ytterligare testbilder utan specifikt mål kan förvirra för försökspersonen. Eftersom personen måste ha två knappar att hålla reda på, en för "med mål" och en "utan mål" och då är det svårt att veta om det är den initierande uppmärksamheten som mäts. En annan lösning är att först visa bakgrunden fram på skärmen och därefter visas kvadraten och då trycker försökspersonerna på tangenten när de ser kvadraten. Här är det frekvensen mellan kvadraterna som skall vara olika och inte när bakgrunden visas. Reaktionstiden mäts från det att kvadraten visas tills tangenten trycks ned. På detta viset behöver inte personernas ärlighet ifrågasättas.

## 6. Diskussion

Testprogrammet är monotont, vilket gör det långtråkigt. Försökspersonerna fick köra igenom programmet två gånger och den andra gången kan ha varit omotiverat ifrån deras sida. Detta kan ha påverkat resultatet genom att de inte var tillräckligt ärliga och inte tryckte på mellanslagstangenten när kvadraten syntes utan när själva bilden kom fram.

Även om testprogrammet kördes på en och samma dator kan reaktionstiden ha påverkats eftersom försökspersonerna hade olika sätt att hålla handen vid tangenten. Fast det kan ha känts som det bästa för dem även om det kan ha påverkat tiden en aning. Tanken att be personerna att hålla handen exakt likadant är ingen bra idé eftersom det är individuellt vilket som känns bäst.

Det märktes att försökspersonerna hade förväntningar på testprogrammet, vilket var både positivt och negativt. Negativt om programmet inte fungerade som försökspersonen förväntade sig, som till exempel att det var monotont och med en gång blir det besvärligt att utföra testet. Det positiva var ifall en försöksperson förväntade sig att testet skulle vara svårt men det visade sig vara lätt. Det är svårt att säga om detta kan påverka resultaten. Eftersom det är många mätvärden på en och samma färgkombination jämnas troligtvis de i såfall "felaktiga" resultaten ut i mängden.

### 6.2 Resultatets betydelse

Även om resultaten i undersökningen inte stödjer det förväntade resultatet kan de diskuteras och ställas i relation till den teoretiska bakgrunden och i ett vidare perspektiv.

#### 6.2.1 Färgnyanskombination

De färgnyansskillnader som kombinerades i testmaterialet visade sig vara i princip lika effektiva för den initierande uppmärksamhetsprocessen. Om det är en effektiv sökning eller ej, menar Wolfe (1998) beror på hur lik det specifika målet är de störande elementen. Kombinationen mellan de olika färgnyanserna i experimentet har varit ganska olika varandra, särdragen är grundläggande och därmed har det varit lätt att urskilja kvadraten ifrån bakgrunden, vilket kan förklara att reaktionstiderna är relativt lika (Bilaga 2).

Wolfe (1998) antyder att det är ett linjärt samband mellan tid och störande element vid visuell sökning av ett specifikt mål. Wolfe menar att när ett specifikt mål kan uppmärksammas på ca noll millisekunder oberoende av hur många störande element som finns med i omgivningen är den sökningen effektiv. När ett specifikt mål blir svårare att upptäcka beroende på de störande elementen ökar tiden och sökningen blir gradvis ineffektiv. Undersökningen i detta examensarbete är ingen replikation av de studier som Wolfe (1998) nämner i sin artikel och därmed definieras inte effektivitet lika. Effektivitet i detta arbete innebär att en färgkombination upptäcks snabbare än en annan färgkombination. Det studeras inte hur många störande element som påverkar



## 6. Diskussion

hur snabbt ett specifikt mål upptäcks. Men det förväntades ändå att ett linjärt samband mellan tid och skillnad i färgnyans skulle visa sig i resultatet. Det skattade värdet i regressionsanalysen går nästan som en rak linje igenom diagrammet och det tyder på att färgkombinationerna är lika effektiva.

Enligt Brehmer (1993) har operatörerna trots olikartade industrier likartade arbetsuppgifter och upptäckten av larm är lika viktig inom de olikartade industrierna. Att generalisera resultaten ifrån undersökningen till andra processindustrier måste göras med försiktighet eftersom experimentet är gjort på ett specifikt beteende och en specifik grupp inom kärnkraftsindustrin. Det är svårt att utan ytterligare undersökningar sätta resultaten i större sammanhang. Resultatet kan dock visa att de färgkombinationer som användes har särdrag som gör att de är lika effektiva för sökning. Beroende på hur de olika processindustrierna har sina larmsystem utformade kan resultatet ge en fingervisning om vilken eller vilka färgkombinationer som kan passa bäst med tanke på att de skall vara starkt framträdande.

### 6.2.2 Effektivaste färgkombinationen

I detta avsnitt diskutera resultatet utifrån frågeställningen, vilken färgkombination är effektivast för den initierande uppmärksamhetsprocessen vid visuell sökning. Där begreppet effektivitet diskuteras i ett vidare perspektiv och inte endast i termer av statistiska analysmetoder. Den effektivaste färgkombinationen för den initierande uppmärksamhetsprocessen förväntades vara röd/gul, med 40 skalenheter mellan nyansvärde. Detta är något som var drivet ur Wolfes (1998) antaganden, där han menar att färgerna röd, gul, grön och blå har tillräckligt stora skillnader för att göra sökningen effektiv. Undersökningens resultat visade att en annan färgkombination var något mer effektivare, röd/gul-orange med 30 skalenheter mellan färgnyans (Bilaga 2). Det var ingen signifikant skillnad mellan kombinationerna röd/gul och röd/gul-orange vilket betyder att medelvärdena var relativt lika så skillnaden har ingen betydelse. En förklaring till att röd/gul-orange var snabbast kan vara färgharmoni. Enligt Travis (1991) och Azizi m fl, (1998) är röd och gul-orange två färger som harmoniserar med varandra. I experimentet satt försökspersonerna och stirrade på skärmen vilket är ansträngande och när en färgkombination kom fram som har starka kontraster, kombination röd/gul, har det varit för starka kontraster för personerna. Färger som harmoniserar är behagligare att se på. Dessa färger samverkar med varandra och det är av vikt att ta hänsyn till det vid design av displayer. När det gäller larmsystem är inte färgharmoni det som sätts i första hand för det är dock viktigast att ge larmsystemet en framträdande roll i kontrollrummet. Färgharmoni kan utnyttjas i större utsträckning vid utformning av färgdisplayer som är av mer övervakningsuppgift, där operatören har sitt blickfång en längre tid.

Det kom fram ifrån undersökningen en del påståenden ifrån försökspersonerna som strider mot resultatet att röd/gul-orange är effektivast. En del av försökspersonerna menade att de såg kombinationen röd/gul snabbast men kunde inte trycka på tangenten fortare. Detta kan stämma överens med att en respons ifrån ett stimuli beror på hur lång kedjan av neuroner är som signalen transporteras genom innan handling sker.

## 6. Diskussion

Ytterligare en sak som några försökspersoner nämnde var att kombinationen röd/gul sågs lika snabbt i det perifera synfältet. De menade att de såg den kombinationen utan att rikta blicken på kvadraten, medan de fick flytta blicken med de andra kombinationerna. Detta påstående kan vara en styrka för färgkombinationen röd/gul eftersom en operatör idag inte sitter och stirrar på en display för att upptäcka ett larm. Operatörerna har andra uppgifter och rör sig omkring i kontrollrummet. När ett larm uppstår är det oftast ett ljud som först uppmärksammar operatören om larmet, sedan tittar operatören på displayen. Här kan det vara av betydelse att se prioritet av larmet i det perifera fältet och därmed kan tiden för beslutsfattandet minska. Att tiden för beslutsfattande minskar kan inte ses på en specifik larmsituation utan kan först märkas efter en längre tid.

Undersökningens resultat kan även i ett vidare sammanhang ha betydelse för hur snabbt beslutsfattande av operatörerna genomförs efter ett larm har aktiverats. Det är en slags kedjereaktion, kan operatören snabbt upptäcka ett larm kan även beslut för diagnos och kompensation snabbare utföras. Något som inte får missas är att det naturligtvis inte enbart handlar om att upptäcka ett mål, utan en tolkning av det som uppmärksammas måste också ske. Den uppmärksamhetsfas som tolkning av målet genomförs i tillhör jämförelseprocessen och har inte studerats i undersökningen. Jämförelseprocessen jämför målet med minnet och för att det skall ske effektivt måste mer kunskap erhållas angående hur människans minneshantering fungerar.

### 6.3 Förslag till fortsatt arbete

Undersökningens resultat stödjer inte det förväntade resultatet fullt ut och det kan vara av olika orsaker som nämndes i kapitel 5.1. Därav kan en förändring i testmaterialet genomföras för att studera om det blir ett annorlunda resultat. Det är pauserna i testprogrammet som kan ha påverkat att reaktionstiderna är mycket lika varandra. De borde ändras till olika frekvenser så att försökspersonerna inte kan förutse när nästa testbild kommer fram. Vidare kan programmet ändras på så vis att bakgrunden och kvadraten inte kommer fram samtidigt på skärmen. Då är det viktigt att det är kvadraten som visas med olika frekvenser mot bakgrunden.

Ytterligare justeringar i programmet kan göras för att undvika att det blir monotont genom att lägga till bilder som inte har ett mål. Det krävs mer arbete eftersom en undersökning måste göras förutom själva experimentet för att få reda på vilka tangenter som kan vara lämpligast att använda. Det är nödvändigt att undersöka vilka tangenter som känns mest naturliga för respektive testbild "med mål" och "utan mål", därför att det är reaktionstiden som skall mätas i det huvudsakliga experimentet. Risken är stor att felaktigt valda tangenter påverkar reaktionstiden och resultatet blir missvisande.

Stress är en väsentlig komponent för processindustrins operatörer. Ett förslag på fortsatt arbete är att undersökningen borde testas med stressfaktorers påverkan på den initierande uppmärksamhetsprocessen. För att genomföra en undersökning som studerar stress krävs mer resurser som till exempel vad som betecknar stress i ett kontrollrum och ett instrument som har ett känsligare mått och kan upptäcka effekten av stressfaktorer.

## 6. Diskussion

En kvalitativ undersökning skulle kunna genomföras där ett psykologiskt mått utifrån försökspersonernas subjektiva tolkningar används. Det kan visa på att de stora färgnyansskillnaderna är effektivare än de mindre nyansskillnaderna.

Vidare kan jämförelseprocessen studeras och göra minnestest på färger. Det är av stor vikt inom larmsammanhang att även snabbt komma ihåg vilken färg som har högre prioritet än en annan färg. Här kan reaktionstiden verkligen vara kritisk när det inte enbart handlar om att upptäcka ett mål utan även tolka betydelsen av det.

Är färg den bästa kodningen för larmsystem? En fråga som kan vara ett uppslag för fortsatt arbete. Färg behöver inte vara det bästa sättet att koda säkerhetskritisk situation. Det kan finnas andra kodningsprinciper som lämpar sig bättre och det kan till och med vara olika för olika processindustrier. Form, lutning, gruppering, ljud och rörelse kan vara andra sätt att koda säkerhetskritisk information på.

## Referenser

Azizi, N., Hals, I., Ridderström, M., Sandström, A., Santa Cruz, J. & Wamala, E. (1998) *Effektiva - webb-sidor*. <http://www.csd.uu.se/~d95mri/md/color-harmony.html>. 1999-05-15. E-mail: d95jus@csd.uu.se.

Brehmer, B. (1993) *Processoperatörernas arbete i moderna kontrollrum*: Lennerlöf, L. (Red) *Människa, datorteknik, arbetsliv*. Stockholm: Publica.

Edland, A. (1988) On cognitive processes under timestress. *Cognition And Decision research unit*. Report No 30, October 1988. Sweden: Department of psychology, University of Stockholm.

Eysenck, M. W. (1993) *Principles of Cognitive Psychology*. England: Erlbaum (UK) Taylor & Francis.

Galitz, W. O. (1997) *The Essential Guide to User Interface Design An Introduction to GUI Design Principles and Techniques*. USA: John Wiley & Sons, Inc.

Glass, A. L & Holyoak, K. J. (1986) *Cognition*. USA: McGraw-Hill, Inc. Andra upplagan.

Gleitman, H. (1995) *Psychology*. USA: W.W. Norton & Company. Fjärde upplagan.

Holmgren, M. (1997) *Datorbaserat kontrollrum inom processindustrin; erfarenheter i ett tidsperspektiv*. Stockholm: Graphic Systems.

Hüllert, M. (1997) *Informativa strukturer och egenskaper som stöd för automatiska processer i människans informationshantering*. Skövde: Institutionen för Datavetenskap, Högskolan i Skövde.

Kellog, R. T. (1995) *Cognitive Psychology*. USA: Sage Publications, Inc.

Lundh, L-G. Montgomery, H. & Waern, Y. (1992) *Kognitiv psykologi*. Lund: Studentlitteratur.

Marcus, A. (1992) *Graphic Design for Electronic Documents and User Interface*. USA: ACM Press.

## Referenser

Marius (1995) *The design and evaluation of multimedia user interfaces in processcontrol*. <http://www.nr.no/home/marius/phd/Ch2.html>. 1999-02-27. Email: Marius.Bergan@nr.no

*Nationalencyklopedin*. (1997) Femtonde Bandet. Höganäs: Bokförlaget Bra Böcker AB

Pashler, H. E. (1998) *The Psychology of Attention*. USA: Massachusetts Institute of Technology.

Pashler, H. & Johnston, J. C. (1998) Attentional limitations in dual-task performance: Pashler, H. (red) *Attention*. UK: Psychology Press Ltd.

Patel, R. & Davidsson, B. (1994) *Forskningsmetodikens grunder , Att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. Lund: Studentlitteratur.

Preece, J., Rogers, Y., Sharp, H., Benyon, D., Holland, S. & Carey, T. (1994) *Human-Computer Interaction*. England: Addison-Wesley Longman Limited.

Scharf, B. (1998) Auditory attention: The psychoacoustical approach: Pashler, H. (red) *Attention*. UK: Psychology Press Ltd.

Schiffman, S. S., Reynolds, M. L. & Young, F.W. (1981) *Introduction to Multidimensional Scaling: Theory, Methods and Applications*. USA: Academic Press, Inc.

Sekuler, R. & Blake, R. (1994) *Perception*. USA: McGraw-Hill, Inc. Tredje upplagan.

Shaugnessy, J. J. & Zechmeister, E. B. (1994) *Research Methods in Psychology*. USA: McGraw, Inc. Tredje upplagan.

Styles, E. A. (1997) *The Psychology of Attention*. UK: Psychology Press Ltd., Publishers.

*Svenska Akademiens ordlista över svenska språket*. (1986) Stockholm: Norstedts Förlag. 11 uppl.

## Referenser

Travis, D. (1991) *Effective color display: Theory and practice*. England: Academic Press Limited.

Wickens, C. D. (1992) *Engineering Psychology and Human Performance*. USA: HarperCollins Publishers Inc. 2 uppl.

Wolfe, J. M. (1998) Visual Search: Pashler, H. (red) *Attention*. UK: Psychology Press Ltd.

## **Bilagor**

## Färgnyans

Här visas de färgnyanser och dess värde i de olika dimensionerna som tagits fram till undersökningen.



	Röd	Röd-orange	Orange	Gul-orange	Gul
Nyans	0	10	20	30	40
Mättnad	240	240	240	240	240
Lyster	120	120	120	120	120
R	255	255	255	255	255
G	0	64	128	191	255
B	0	0	0	0	0



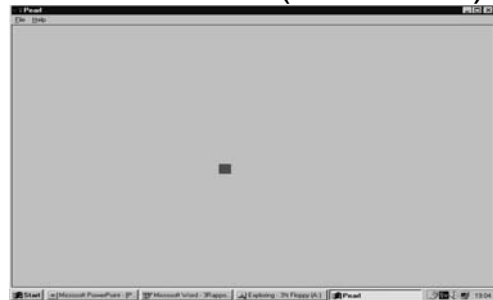
## Testbilder

Här visas ett urval av de testbilder som ingår i testprogrammet. De fyra testbilderna representerar nivåerna av den oberoende variabeln, skillnad i skalenheter. Nivå 30, 20, 10 förekommer med olika färgkombinationer och anledningen till att just dessa färgkombinationer har valts är för att de diskuteras i resultat och diskussion.

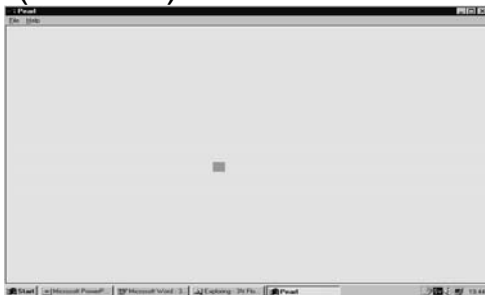
(R/G 40)



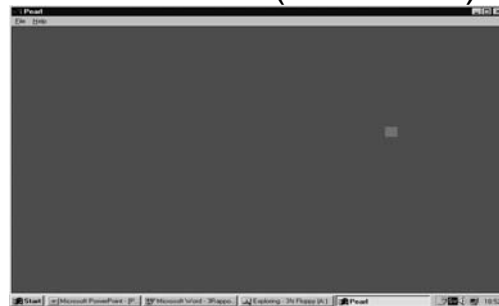
(R/G-O 30)



(G/O 20)



(R/R-O 10)



# Informationsblad

## Information

Syftet med denna undersökning är att jämföra olika skillnader i färgnyans. Programmet som du använder kommer att visa ett antal olika färgkombinationer. En färgnyans som bakgrund och en annan nyans som en kvadrat. Din uppgift är att så fort du ser kvadraten på skärmen skall du trycka på mellanslagstangenten. Observera att det är kvadraten som du skall upptäcka och inte själva testbilden. Det är reaktionstiden som mäts från det att testbilden kommer upp tills du trycker på mellanslagstangenten. Det är viktigt att du endast trycker **en** gång på tangenten och inväntar därefter nästa bild. Genom din medverkan får jag ett mått på de olika färgnyanskombinationer som snabbast upptäcks.

Det är två pauser i programmet där du kan om du vill sträcka på dig och släppa blicken ifrån datorskärmen. Du kommer att få köra igenom programmet två gånger eftersom jag behöver många datavärden till min resultatbearbetning. Undersökningen tar ca 30 min. **Observera att det är inte dig som person som undersöks utan hur snabbt olika färgkombinationer uppmärksammas.**

Naturligtvis är ditt deltagande helt frivilligt och du kan när som helst avbryta din medverkan. De uppgifter du lämnar är anonyma och din identitet kommer inte att registreras på något sätt. Undersökningen ingår i ett examensarbete vid högskolan i Skövde som kommer att vara tillgängligt på högskolans bibliotek från sensommaren 1999.

Borås 20 April 1999

Eva-Lotta Indrikson

## Medelvärde

Medelvärde ifrån varje försöksperson och färgkombination. Dessa värden har använts i variansanalysen.

Nivå	RO/R 10	GO/RO 20	G/O 20	G/R 40	R/O 20	RO/O 10	RO/G 30	GO/R 30	O/GO 10	GO/G 10
Fp 1	482	407	428	450	432	423	423	436	425	424
Fp 2	705	596	561	542	597	622	548	550	598	553
Fp 3	612	428	404	403	429	436	428	401	394	395
Fp 4	402	382	360	398	364	391	394	375	366	374
Fp 5	360	329	318	321	330	329	325	333	341	351
Fp 6	403	363	387	368	372	384	355	339	365	360
Fp 7	381	380	413	395	377	393	371	366	364	381
Fp 8	429	381	398	396	363	394	386	358	392	385
Fp 9	377	415	419	368	387	385	383	390	403	374
Fp 10	346	357	377	353	348	357	364	372	353	371
Fp 11	454	399	399	387	428	404	406	415	400	415
Fp 12	563	381	361	376	386	404	377	398	369	402
Fp 13	448	331	373	338	335	338	341	324	332	342
Fp 14	355	320	321	324	325	306	335	331	314	325
Fp 15	543	514	598	471	483	561	527	506	536	589
Fp 16	714	484	501	445	438	543	508	439	519	586
Fp 17	283	273	316	295	277	269	284	281	306	299
Fp 18	388	422	430	491	379	424	404	372	451	401
Fp 19	415	370	382	330	351	356	337	328	382	358
Fp 20	467	403	441	398	398	430	413	402	422	489
Fp 21	428	396	438	396	403	427	452	457	451	443
Fp 22	784	584	533	543	580	668	559	528	591	641
Fp 23	861	533	536	500	565	578	547	497	501	532
Fp24	350	398	383	343	368	368	348	354	373	418
<b>Medelv</b>	<b>481</b>	<b>410</b>	<b>420</b>	<b>401</b>	<b>405</b>	<b>425</b>	<b>409</b>	<b>398</b>	<b>414</b>	<b>425</b>