



**LUNDS**  
UNIVERSITET

Institutionen för psykologi

# **Auditiva distraktioners påverkan på prestationen i visuella sökkuppgifter – är visuell load en modererande faktor?**

**Tobias Sköld & Oskar Svensson**

Kandidatuppsats. VT 2019

Handledare: Jean-Christophe Rohner  
Examinator: Sverker Sikström



## Sammanfattning

I arbetslivet överlag är förekomsten av distraktioner många gånger en problemkälla och begreppet kognitiv ergonomi har på senare tid fått ökat fokus. I det här arbetet undersöktes hur arbetsprestationen under visuella sökuppgifter utifrån auditiva instruktioner påverkades av auditiva (ickeverbala) distraktioner under låg respektive hög load. Load manipulerades genom förekomsten av distraherande visuella stimuli. Resultatet visade att en hög visuell load utan auditiva distraktioner sänkte prestationen medan auditiva distraktioner inte påverkade resultatet. 32 universitetsstudenter rekryterades till en 2x2 faktoriell Repeated Measures design där load (2: låg, hög) och auditivt brus (2: ej brus, brus) utgjorde faktorerna. Experimentet simulerade en potentiell arbetssituation i form av en visuell sökuppgift på en hemsida utformad efter SEEV (Steelman, McCarley, & Wickens, 2017) och N-SEEV (Steelman, McCarley, & Wickens, 2011) modellerna med instruktioner i hörlurar. Sammanfattningsvis kan detta betyda att visuella stimuli utgör större hot mot den kognitiva ergonomin jämfört med auditiva distraktioner förutsatt att inget språk förekommer samt att användandet av auditiva stimuli kan utgöra en effektiv *copingstrategi*, detta behöver dock undersökas närmare och individuella skillnader måste vägas in. Uppgiftens load tycks utgöra en modererande faktor även om ytterligare forskning behövs för att beskriva förhållandena mellan olika typer av distraktioner samt huruvida uppgiftens svårighetsgrad styrs av kognitiv eller perceptuell load.

Nyckelord: Uppmärksamhet, arbetsmiljö, kognitiv belastning, visuell sökning, kognitiv ergonomi

## **Abstract**

The occurrence of distractors is often a factor reducing the productivity in workspaces and cognitive ergonomics has gained increased focus. This work investigated how auditory (non-verbal) distractions during low and high load influenced the performance of a visual search task based on auditory instructions. Load was manipulated by the presence of distracting visual stimuli. The result showed that a high visual load without auditory distractions lowered performance while auditory distractions did not affect the result. 32 university students were recruited to a 2x2 factorial Repeated Measures design where load (2: low, high) and auditory noise (2: not noise, noise) constituted the factors. The experiment simulated a potential work situation on a website designed according to the SEEV (Steelman et al., 2017) and N-SEEV (Steelman et al., 2011) models with instructions given through headphones. In conclusion, the results indicate that visual stimuli affect cognitive ergonomics negatively compared to auditory distractions, given that it's non-verbal and that the use of auditory stimuli can constitute an effective coping strategy, however, this needs to be investigated more thoroughly. Task load seems to be a moderating factor, although further research is needed to describe the relationships between different types of distractions and whether the task difficulty is controlled by cognitive or perceptual load.

**Keywords:** Attention, workspace environment, cognitive load, visual search, cognitive ergonomics

Vi vill inledningsvis rikta ett hjärtligt tack till Jean-Christophe Rohner för sitt entusiasmerande handledarskap och ovärderliga input till detta arbete.

Introduktion.....	1
Teori.....	3
Syfte .....	7
Tidigare forskning.....	8
Forskningsfrågor.....	10
Hypoteser .....	10
Metod .....	11
Deltagare.....	11
Design.....	11
Instrument .....	12
Design av hemsidorna.....	12
Design av auditiva instruktioner.....	13
Manipulation.....	14
Design av uppgifter.....	14
Pilotstudie .....	17
Procedur .....	18
Etik.....	19
Dataanalys.....	20
Resultat .....	20
Diskussion.....	21
Kritik och begränsningar.....	25
Vidare forskning .....	26
Slutdiskussion.....	26
Referenser .....	28

## Introduktion

Frågan om distraktionerna påverkan på arbetsprestation är ett aktuellt ämne såväl i näringslivet som för skolväsendet. Oberoende av organisationsnivå är arbetsmiljön en nyckelfråga, ekonomiskt, säkerhets- såväl som trivsel- och prestationsmässiga faktorer behöver vägas in. Sänker distraktioner arbetsprestationen oberoende av arbetsuppgiftens svårighetsgrad? I detta arbete kommer förhållandet och dynamiken mellan auditiva och visuella distraktioner undersökas i ett visuellt informationssökningsparadigm med auditiva instruktioner där en sökuppgift med instruktioner över telefon kommer simuleras.

Faktorn ergonomi har det senaste århundradet fått en starkare roll i att säkerställa effektivitet och säkerhet på arbetsplatser (Ree, Carretta & Steindl, 2001). Arbetsmiljöverket delar in ergonomi i belastningsergonomi, d.v.s. hur arbetet påverkar kroppen fysiskt, och kognitiv ergonomi, d.v.s. hur information tolkas och tillgodogörs i ett samspel med tekniska hjälpmedel (Karlsson, Classon & Rönnberg, 2014). I det här arbetet kommer ergonomibegreppet endast omfatta kognitiv ergonomi.

Tre huvudsakliga områden har identifierats som betydelsefulla för den kognitiva ergonomin: (1) kommunikation, (2) användarvänlighet och (3) användarens medbestämmande. Den första faktorn kommunikation handlar om hur användaren och informationsplattformen kommunicerar med varandra. I kommunikationen ligger utmaningen i att gränssnittet och innehållet ska skapa ett effektivt informationsutbyte mellan användaren och gränssnittet. Detta innebär bland annat att eventuella symboler som används i syfte att effektivisera kommunikationen måste uppfattas och förstås på ett korrekt sätt av användaren samt att gränssnittet måste förstå användaren och kunna analysera informationen denne matar in på ett avsett sätt (Osborne & Arnold, 2001). Bevan (1999) beskriver att användarvänligheten beror på hur väl gränssnittet förstås och navigeras samt vilka kognitiva- samt minnesprocesser det tar i anspråk. En strategi som kan tillämpas här är att dela upp uppgiften på de olika kognitiva modulerna, d.v.s. att presentera informationen både i den auditiva modulen och den visuella modulen. Slutligen menar Damodoran (1996) att användarens åsikter om hur den kognitiva ergonomin kan förbättras bör tas tillvara då denne har kunskaper och expertis inom systemet i fråga. Ett flexibelt system som kan modifieras efter operatörens tycke och smak premieras. Exempel kan vara möjligheten att justera textstorlek, ljus- eller ljudstyrka. Irrelevanta auditiva och visuella stimuli är en faktor som påverkar den kognitiva ergonomin på samtliga områden, kommunikationen påverkas eftersom informationsutbytet effektivitet sänks då användaren aktivt måste överväga vilken information som är relevant, användarvänligheten påverkas

eftersom fler kognitiva resurser går åt till filtreringen av information samt nivån av användarens medbestämmande sjunker då distraktorerna, de irrelevanta stimuli, inte nödvändigtvis är självvalda.

I dagens arbetsliv syns en tendens att arbetstagaren förväntas vara tillgänglig för att snabbt och enkelt kunna delta i samtal, exempelvis rörande den egna arbetsuppgiften, bistå rådgivning eller social interaktion. Inte sällan krävs att personen för samtal i telefon samtidigt som hen arbetar eller är tillgänglig i ett öppet kontorslandskap. I kombination med detta har kraven på selektiv uppmärksamhet, vår förmåga att rikta uppmärksamheten åt det relevanta och bortse från det irrelevanta, ökat (Karlsson, Classon & Rönnberg, 2014). Det uppskattas att vi ser omkring 20 000 unika bilder dagligen (Filosofiska rummet, 2018), i form av bland annat reklam och innehåll från sociala medier, vilket påverkar den kognitiva ergonomin då ökade resurser tas i anspråk för att navigera bland information. Den kognitiva ergonomin påverkas även av att irrelevant auditivt stimuli filtreras bort samtidigt som tröskeln för att upptäcka ett relevant samtal måste fungera.

Aram Seddigh (2013) menar att omkring 50% av kontorspersonal tror att ett eget kontor skapar bäst förutsättningar för trivsel, produktivitet och hälsa samtidigt som utvecklingen på många arbetsplatser går mot öppnare planlösningar, på såväl kontor som i skolan. Bergström, Miller & Horneij (2015) visar i en longitudinell studie att kontorsarbetare skattade sin hälsa och arbetsprestation som lägre 12 månader efter att ha flyttat från ett eget kontor till en öppen kontorsmiljö. Något som delvis berodde på förekomsten av distraktioner.

I en studie av Acun och Yilmazer (2018) rapporterade en majoritet av personalen vid ett kontor, 71%, att de föredrog att arbeta med musik i bakgrunden. 94% av de anställda rapporterade att de använde hörlurar under arbetsdagen, inte enbart för att lyssna på musik utan även som en *copingstrategi*. Personerna uppgav att genom att använda hörlurar kunde de skapa kontroll över sin situation i en arbetsmiljö fylld av bakgrundsljud. Denna strategi, att släcka ut auditiva distraktioner genom att överrösta det med egenvald auditivt stimuli är, förvisso en effektiv *copingstrategi*, men är den att föredra vid arbetsuppgifter som ställer högre krav på koncentration? Andra studier visar att egenvald och klassisk musik har en reducerande effekt på stress under stressiga situationer såsom kognitivt krävande arbetsuppgifter jämfört med tystnad (Labbé, Schmidt, Babin, & Pharr, 2007).

Inom ramen för det här arbetet kommer förmågan att prestera undersökas med utgångspunkt i den kognitiva ergonomin under en simulerad informationssökningsituation



uppdelad på två kognitiva moduler, där huvuduppgiften är förlagd på den visuella modulen med instruktioner på den auditiva modulen.

## Teori

Kategorierna av stimuli som kommer tas upp i arbetet delas in i två moduler: (1) visuella stimuli, vilket kan vara yttre saker vi ser eller inre minnesrepresentationer av hur ting ser ut, och (2) auditiva stimuli, vilket kan vara yttre saker vi hör eller en inre monolog.

För att kunna utföra en sökuppgift på ett effektivt sätt, till exempel att hitta en specifik produkt i en katalog, krävs att den sökta produkten hålls i arbetsminnet. Baddeley (2007) menar att arbetsminnet är uppbyggt av fyra moduler: (1) centralexecutiven (*central executive*) som står överst och koordinerar de övriga specialiserade submodulerna som utgörs av (2) den fonologiska loopen (*phonological loop*) som dels håller auditiva stimuli men även kodar om exempelvis visuella stimuli till auditiv information, (3) visuospatiala modulen (*visuospatial sketchpad*) som håller visuell och spatial information i minnet och slutligen (4) den episodiska bufferten (*episodic buffer*) som fungerar som en brygga mellan arbetsminnet och långtidsminnet. Dessa opererar delvis oberoende av varandra men samverkar även då exempelvis läsning av ord först aktiverar den visuospatiala modulen där orden avkodas för att sedan hålla informationen i den auditiva modulen, fonologiska loopen, medan ordens betydelse eftersöks i den episodiska bufferten. I samtliga av dessa skiften är centralexecutiven involverad.

Arbetsminnets kapacitet är en predicerande faktor för graden av hur känslig en person är för bakgrundsljud under läsning. En hög kapacitet innebär att personen är mindre känslig för både verbalt och icke-verbalt brus (Sörqvist, Halin & Hygge, 2010). Detta kan alltså även utgöra en förklarande faktor för individuella skillnader i uppmärksamhet. Gällande uppmärksamhet kan en uppdelning mellan uppmärksamhet i en auditiv modul och en visuell modul göras där filtreringen av irrelevant stimuli sker separat från varandra, auditivt stimuli filtreras för sig och visuellt stimuli filtreras för sig (Mishra & Gazzaley, 2012). Wickens (1992) teori om multipel bearbetning innebär att om två uppgifter ska utföras parallellt med varandra är det ur ett uppmärksamhetsperspektiv effektivare att placera dessa i varsin av modulerna. Ett exempel skulle kunna vara under bilkörning där den visuella modulens uppgift består av att övervaka omgivningen medan eventuella fel- eller trafikmeddelanden belastar den auditiva modulen genom högtalarsystemet. Det vill säga en auditiv och en visuell uppgift är lämpligare att kombinera till skillnad från två auditiva alternativt två visuella då skiften i den visuella modulen i exemplet kan leda till att föraren exempelvis kan missa att ett djur springer ut på

vägen. Detta kan förklaras med att uppgifterna inte konkurrerar om en enskild moduls resurser utan använder sig av varsin moduls dedikerade resurser vilket leder till att förutsättningarna för att uppmärksamma eventuella skiften ökar. Det tåls att nämnas att det inte råder någon konsensus i forskningsvärlden om huruvida effektiviteten är ett resultat av dedikerade resurser till de enskilda modulerna eller om det rör sig om interferens på ett tidigare, sensoriskt, stadie där informationen filtreras innan den kognitiva bearbetningen sker (Kramer, Wiegmann & Kirlik, 2006).

Load, det vill säga omfattningen av kognitiva resurser som en uppgift tar i anspråk, kan delas in i kognitiv load där information processas aktivt samt perceptuell load där informationen processas passivt. Ett exempel på en uppgift med hög kognitiv load är en svår aritmetisk uppgift som kräver hög koncentrationsförmåga och tankeförmåga medan en uppgift med hög perceptuell load innebär komplexare stimuli som exempelvis en nyhetssida fylld med irrelevant reklam och animationer som kontinuerligt måste filtreras ut för att nyheterna ska gå att läsa (Lavie, 1995).

I teorin om kognitiv load görs antagandet att en uppgift utförs effektivare om den är uppdelad mellan den visuella modulen och den auditiva modulen baserat på, bland annat, att visuella diagram med en auditiv förklaring bearbetas effektivare än diagram med skriftlig förklaring. Instruktionerna och vägledningen som ges och hålls i den auditiva modulen görs som ett komplement till informationen som presenteras i den visuella modulen. Däremot visar det sig att om den visuella uppgiften, till exempel visuell sökning, är för komplex försvinner fördelen med en auditiv vägledning såvida det inte finns visuella signaler, exempelvis inramningar som är numrerade eller markerade med koder, som hjälper individen att navigera samordnat i båda modulerna. Med detta menas att informationen som ges bör vara tydlig med att den avser och de visuella signalerna lätta att identifiera, exempelvis, diagram 2A där staplarna i rött betyder en sak, staplarna i grönt en annan och användandet av asterisker görs konsekvent. Den positiva effekten försvinner även, och blir i vissa fall negativ, om informationen som processas i den auditiva modulen inte är relevant för den visuella uppgiften, exempelvis om instruktionen som ges auditivt blir överflödigt för att lösa uppgiften (Sweller, Ayres & Kalyuga, 2011). Bevis för detta finns i studier där diagram, med tillräcklig förklarande information för förståelse, visade sig processas effektivare än om en auditiv förklaring gavs som komplement (Chandler & Sweller, 1991). Denna effekt kan förklaras genom att integrationen av informationskällorna, som är resurskrävande, väger tyngre än vinsterna som fördelningen av resurser medför. I fallet ovan integreras tillräcklig information med överflödigt

information vilket skapar en överflödseffekt (*redundancy effect*). Samma sak gäller skriven text som samtidigt ges auditivt för läsaren (Kalyuga, Chandler, & Sweller, 2011) .

Vidare menar Lavie (2005) att om huvuduppgiften har hög kognitiv load, exempelvis om en svår text på ett andraspråk läses jämfört med en lätt text på modersmål, sänks känsligheten för distraherande stimuli. Detta förklaras genom att när en uppgift tar de tillgängliga kognitiva resurserna i anspråk kvarstår mindre resurser över åt distraktioner. Hög perceptuell load har visat sig innebära en ökad risk för förändringsblindhet (*change blindness*) (Jensen, Yao, Street, & Simons, 2011). Förändringsblindhet innebär att individen inte upptäcker en visuell oväntad förändring i miljön som exempelvis i en studie där en utbytt försöksledare mitt under en intervju resulterade i att endast 52% upptäckte utbytet i ett rum med hög perceptuell load, fyllt med visuella stimuli i form av affischer och pynt, jämfört med 71% i ett rum med låg perceptuell load (Murphy & Murphy, 2018).

Frågan om huruvida auditiva eller visuella stimuli fångar uppmärksamheten först har inget enhetligt svar då belägg finns för båda alternativen. En studie visar exempelvis på en auditiv dominans, att auditiva stimuli fångar uppmärksamheten i högre grad än visuella, som sänker hastigheten av bearbetning av visuella stimuli när dessa presenteras samtidigt (Dunifon, Rivera, & Robinson, 2016) medan andra menar att det råder en visuell dominans, att visuella stimuli fångar uppmärksamheten i en högre grad jämfört med auditiva, genom en studie där deltagarna skulle avgöra ett stimulus som presenterades spatiala position. Deltagarna ombads rikta sin uppmärksamhet uteslutande på den auditiva kanalen samtidigt som de presenterades för visuella stimuli, en ton hördes i antingen höger eller vänster öra samtidigt som en kvadrat visades på en skärm antingen till höger eller vänster. Resultatet visade att när tonen och kvadratens position inte stämde överens var reaktionstiden längre (Tomko & Proctor, 2017).

Visuell uppmärksamhet sker på två sätt: (1) overt uppmärksamhet (*overt attention*) där blicken förflyttas av betraktaren i syfte att söka i fältet och följa ett stimulus samt (2) covert uppmärksamhet (*covert attention*) där blicken är fixerad på en fast punkt och informationen från fältet, både i fokus och perifert, kan bearbetas och analyseras. Skillnaden ligger dels i det motoriska men även i funktionen, i overt uppmärksamhet kan betraktaren endast fokusera på ett stimulus till skillnad från covert uppmärksamhet där scenen är i fokus och multipla stimuli bearbetas (Posner, 2016).

Informationssökningsprocessen kan delas in i *top-down* och *bottom-up* processer där *top-down* avser processer som startar på en högre nivå för att sedan brytas ned som exempelvis målmedvetet sökande efter ett objekt som finns arbetsminnet. *Bottom-up* processer

innebär meningsskapandet av intrycken som tas in, exempelvis att skapa konceptet fotbollsplan utifrån perceptionen gräsmatta, mål och linjer i ett mönster som överensstämmer med konceptet (Wolfe, 1994).

Traditionellt föreslås det att information som är nödvändig för att lösa uppgiften bör placeras centralt när en informationskanal designas och att varningar och notiser bör hållas isolerat för att upptäckas. Ett problem med denna design är att om notiserna flyttas till utkanterna av synfältet krävs en högre ansträngning för att upptäcka dessa vilket ökar riskerna att dessa upptäcks med fördröjning alternativt inte upptäcks alls (Steelman et al., 2017). Steelman, McCarley och Wickens (2013) visar att i takt med att avståndet från centrum ökar minskar chanserna att upptäcka varningsnotiserna, även om de är vanligt förekommande, som exempelvis 1 per minut. I fall där notiserna är ovanligare ökar riskerna att de upptäcks med en längre fördröjning jämfört med om de är vanligt förekommande.

En modell som används i syfte att, exempelvis, analysera riskerna i flygtrafikledning (Manske & Schier, 2015) och som underlag vid design av instrumentbrädor i bilar (Horrey, Wickens, & Consalus, 2006) är SEEV och N-SEEV modellerna. SEEV modellen är en teoretisk modell som predicerar distributionen av uppmärksamheten på en informationskanal med fast fördelning av information. Med detta menas hur olika faktorer påverkar hur effektivt ett stimulus uppmärksammas på en informationskanal som exempelvis hur effektivt en varningssignal uppmärksammas på en instrumentbräda. Modellen bygger på fördelningen av *bottom-up* och *top-down* processernas resurser under overt uppmärksamhet. Modellen rymmer fyra faktorer som påverkar fördelningen. (1) Graden av ett stimulus framträdande (*saliency*), exempelvis kontrast när det gäller text, och (2) ansträngning (*effort*), exempelvis graden av motorisk ansträngning som krävs av ögat, är faktorer som är förknippade med *bottom-up* processer. (3) Förväntningar (*expectancy*), handlar om var informationen förväntas vara placerad på informationskanalen, och (4) värdet (*value*), huruvida informationen har betydelse för uppgiften, är faktorer som förknippas med *top-down* processer. Användningsområden för modellen innefattar kvalitetsbedömning av informationskanaler, skillnader i expertis för en specifik kanal samt riskanalyser för tillfällen när användaren är ouppmärksam eller när viktig eller varnande information är placerad på ett sådant sätt som medför en, potentiellt skadlig, fördröjning av uppmärksammande (Steelman et al., 2017).

För att undersöka fördröjningen av uppmärksamheten utvecklades modellen till en modell (N-SEEV) med fem faktorer där (1) graden av stimulits framträdande under statiska förhållande (*Static saliency*), (2) graden av stimulits framträdande under dynamiska förhållande

(*Dynamic salience*), exempelvis animationer, utgör faktorer för *bottom-up* processer och (3) förväntningar (*expectations*) på var informationen kommer vara placerad, (4) värde (*value*), huruvida informationen är betydelsefull för uppgiften samt (5) dess särdragsprioritet (*feature priority*), hur utstickande stimuluset är i förhållande till den övriga informationen på informationskanalen. Ett exempel på hög särdragsprioritet är en röd symbol i ett kluster av svarta symboler. Faktorerna 3–5 utgör *top-down* processer.

Modellerna visar att för att viktig information ska snabbt ska upptäckas krävs att den konkurrerar ut övrig information på informationskanalen. Detta sker effektivast när *bottom-up* och *top-down* processer kombineras, d.v.s. att informationen är framträdande (*bottom-up*) och har ett särdrag som förknippas med betydelse av vikt (*top-down*) (Steelman et al., 2011). Ett annat exempel på en effektiv varningssignal kan vara blinkande röd text i större storlek på en i övrigt standardtext mot vit bakgrund eftersom blinkandet, färgen och den större textstorleken utgör *bottom-up* processer medan den röda färgen är kodad som varnande, vilket utgör en *top-down* process (Itti & Koch, 2000).

## Syfte

Denna studie avser att undersöka kunskapsluckan huruvida en visuell uppgifts kognitiva load interagerar med auditivt brus i sökuppgifter som återspeglar vardagligt informationssökande utifrån auditiva instruktioner. Sänker bakgrundsljud individers förmåga att visuellt söka information enligt instruktioner de får exempelvis över telefon, om gränssnittet de navigerar i innehåller distraktorer, såsom exempelvis reklam? I denna studie måste den auditiva modulen aktivt processa informationen för att relevant information ska tillgodogöras samtidigt som irrelevant information filtreras bort. Detta är situationer som kan tänkas vara vanligt förekommande i exempelvis supportarbete eller övriga arbetsuppgifter där samspelet mellan auditiva instruktioner och effektiv visuell informationssökning är en nyckel till framgång. En informationssökningssituation simulerades där deltagaren får instruktioner i hörlurar samtidigt som hen navigerar och söker information på hemsidor designade för att fånga upp olika uppmärksamhetsfaktorer. Kunskap om känslighet för distraktioner under olika arbetssituationer är tillämpningsbara för att undvika faror som bristfällig uppmärksamhet kan medföra.

## Tidigare forskning

Uppgiftens load har visat sig vara en modererande faktor för känsligheten för visuella distraktorer. Forster och Lavie (2008) visar att irrelevanta stimuli i högre uträkning fångar uppmärksamheten vid lättare uppgifter jämfört med svårare vilket visar på att en större känslighet för distraktioner föreligger under låg load. Studien gick ut på att deltagarna skulle avgöra huruvida en målbokstav förekom i en cirkel av bokstäver. Load kontrollerades genom att antingen använda olika bokstäver i cirkeln vilket genererade en hög load eller att endast använda en bokstav, utöver den eventuella målbokstaven. Ett exempel på låg load är bokstaven "M" i en cirkel av "O" medan en hög load kan vara ett "M" bland slumpmässigt utvalda bokstäver. De irrelevanta stimuli som presenterades i studien var stora, framträdande och färgstarka bilder av exempelvis karaktärer från tecknad film. Effekten förklaras med att då huvuduppgiften upptar mindre kognitiva resurser finns ett överskott som används till perceptuell bearbetning av övrigt förekommande stimuli. Lavie et al. (2009) följde sedan upp studien med en minnesstudie där deltagarna ombads att hålla bilder i minnet samtidigt som irrelevanta bilder filtreras bort. Efteråt ombads deltagarna att försöka minnas huruvida de uppmärksammat objekt, dels distraktionsbilderna men även kontrollbilder som inte förekommit som distraktionsbild, utan att i förväg informera om att detta skulle efterfrågas. Det visade sig att deltagarna kunde identifiera huruvida de sett ett objekt eller ej på en signifikant nivå när huvuduppgiften hade en låg kognitiv load men inte under hög kognitiv load, något som styrker teorin om att effekten av distraktioner blir lägre under krävande uppgifter. Load kontrollerades i studien av antalet bilder som skulle minnas (experiment 1) samt att visa bilderna upp-och-ned (experiment 2). Detta indikerar att för uppgiften irrelevant information filtreras bort på ett senare stadie under låg load jämfört med hög load. Rees, Firth och Lavie (2001) undersökte i en studie huruvida visuellt stimuli som aktivt ignorerades under en auditiv huvuduppgift aktiverade visuella cortex samt om denna aktivering var känslig för och påverkades av huvuduppgiftens load. Det konstaterades genom PET scanning att det förekom en hög aktivering i visuella cortex oberoende av den auditiva uppgiftens load. Detta tyder på att auditiv och visuell information bearbetas separat i dedikerade subsystem samt att den visuella informationen filtreras bort först efter att den processats i visuella cortex.

Den självskattade och den uppmätta prestationen skiljer sig gällande hur brus påverkar. I en studie som undersökte interaktionen mellan visuellt brus, dynamisk/icke-dynamisk ljussättning, att belysningen skiftar mellan svag och stark, och auditivt brus, med/utan förekommande språk, i kontorsmiljöer visade att auditivt brus som inte innehöll språk som

kunde tolkas av deltagaren inte hade någon effekt på prestationen. Däremot sänkte auditivt brus med uppfattbart språk prestationen signifikant. Gällande det visuella bruset fanns inga effekter på prestationen men detta påverkade däremot den upplevda prestationen då deltagarna rapporterade att de trodde att de presterade bättre under statisk belysning jämfört med dynamisk. De rapporterade även att dynamisk ljussättning var irriterande (Liebl et al., 2012)

Två huvudsakliga faktorer påverkar huruvida auditiva distraktioner påverkar resultatet av arbetsuppgifter eller ej, det auditiva brusets karaktär samt arbetsuppgiftens karaktär. I en studie av Banbury och Berry (1998) undersöktes huruvida auditivt brus, med eller utan språk, påverkade deltagarnas förmåga till aritmetisk problemlösning samt förmåga att minnas en text för att sedan återkalla den. Studien visade att all form av brus hade en signifikant negativ påverkan på aritmetisk problemlösning jämfört med kontroll, d.v.s. i tystnad, medan i den språkliga minnesuppgiften var endast det auditiva bruset med språk signifikant lägre än kontrollgruppen. Värt att nämna är att bruset endast spelades upp under inläringen av texten och inte under återkallningen. Vid en upprepning av experimentet där bruset även spelades upp under återkallningen visade det sig att båda typerna av auditivt brus hade en signifikant negativ påverkan på prestationen jämfört med kontroll. Resultatet går i linje med övrig forskning där distraktioner i form av hörbara dialoger hade en negativ påverkan av resultatet på ett minnestest medan distraktioner som inte innehöll uppfattbart språk inte hade någon signifikant påverkan. Under samtliga distraktioner skattade deltagarna dock att de blivit negativt påverkade och trodde att deras prestation gått ner (Brocolini, Parizet, & Chevret, 2016). Marsh et al. (2018) visar i en studie att negativt laddade irrelevanta ord sänker prestationen i ett *serial recall*-test, där deltagarna ombads minnas en serie av siffror, med låg load i högre grad än positiva och neutrala ord. Däremot fanns inga skillnader mellan grupperna när *serial recall*-testets load ändrades till hög. Load kontrollerades genom att tillsätta vitt brus, likt det från en analog tv utan signal, bakom siffran som skulle hållas i minnet. Detta tyder på att negativt laddade stimuli fångar uppmärksamheten i högre grad än positiva. Vitt brus har däremot visat sig ha en positiv effekt på minnesuppgifter hos barn (9–13 år) diagnostiserade med ADHD jämfört med tystnad. För kontrollgruppen, utan ADHD-diagnos, hade bruset en negativ effekt (Söderlund, Sikström & Smart, 2007). Dunifon et al. (2016) visar i en studie att irrelevant auditivt stimuli leder till att visuell information processas långsammare. Studien använde både meningsbärande ord och nonsensord som distraktioner i en diskrimineringsuppgift, deltagarna presenterades för ett stimulus i form av en symbol och sedan fick de i uppgift att avgöra huruvida en ny uppsättning

symboler är identiska med den första eller ej. Resultatet visade att båda typerna av auditiva distraktioner hade en negativ effekt på svarstiden.

Seddigh et al. (2014) visar i en studie att personer som har ett kontorsarbete som kräver en hög koncentrationsförmåga presterar signifikant sämre i en öppen kontorsmiljö med distraherande stimuli jämfört med personer vars arbete är mindre kognitivt krävande. En hög kognitiv load är här en riskfaktor för personers känslighet för distraktioner. Vidare visar Seddigh et al. (2015) att stora öppna kontorslandskap sänker arbetsprestationen mer än små öppna kontorslandskap jämfört med en tyst arbetsmiljö.

Sammanfattningsvis visar detta på att när arbetsuppgifter har en låg visuell load ökar känsligheten för distraktioner samtidigt som en hög kognitiv load, uppgifter som kräver större koncentrationsförmåga oavsett vilken modul som huvudsakligen belastas, ökar känsligheten för distraktioner. Den tidigare forskningen är enig om att förekomsten av språk i auditivt brus sänker prestationen på huvuduppgiften oberoende av uppgiftens load eller karaktär, exempelvis lösning av matematiska- eller minnesuppgifter. I arbetslivet betyder detta att arbetsuppgiftens load är en faktor som delvis skulle kunna predicera individens känslighet för distraktioner och kan således användas som underlag vid utformning av arbetsplatsen.

### **Forskningsfrågor**

1. Hur påverkar visuella distraktioner i form av statiska och rörliga bilder prestationen på en visuell sökuppgift med tillhörande auditiva instruktioner? Är visuell load en modererande faktor på prestationen?
2. Påverkar auditivt (ickeverbalt) brus en visuell uppgift med tillhörande auditiva instruktioner?
3. Föreligger en interaktionseffekt som gör att kombinationen av irrelevant visuellt stimuli i form av statiska och rörliga bilder och auditivt (ickeverbalt) brus påverkar en visuell sökuppgift med tillhörande auditiva instruktioner?

### **Hypoteser**

Utifrån den tidigare forskningen har vi valt att ställa upp följande hypoteser:

1. *Visuellt brus i form av statiska och rörliga bilder påverkar en visuell sökuppgift utifrån auditiva instruktioner negativt.* Detta motiveras med att vi tror de irrelevanta visuella stimuli som filtreras ut i syfte att lösa uppgifterna kommer att bidra till en ökad visuell load vilket kommer påverka prestationen negativt.



2. *Auditivt (icke-verbalt) brus påverkar inte en visuell sökuppgift utifrån auditiva instruktioner.* Detta motiveras med att vi antar att visuell och auditiv information processas, åtminstone delvis, oberoende av varandra och brus i den auditiva moduler kommer inte att ha någon påverkan på prestationen.
3. *Det finns en interaktionseffekt som gör att uppgifter med både auditivt (icke-verbalt) brus och visuellt brus i form av statiska och rörliga bilder påverkar prestationen på en visuell sökuppgift utifrån auditiva instruktioner negativt.* Detta motiveras med att den tidigare forskningen har visat att det finns en ökad känslighet för auditiva distraktioner under uppgifter som kräver högre koncentrationsförmåga (Banbury & Berry, 1998; Dunifon et al., 1998; Seddigh et al, (2014), vilket vi antar att brus i båda modulerna kommer att innebära.

## **Metod**

### **Deltagare**

Urvalet bestod 32 deltagare varav 16 var kvinnor och 16 män. Medelåldern för deltagarna var 24,6 år och samtliga rekryterades genom ett bekvämlighetsurval. Samtliga deltagare var, vid tillfället, studenter vid Lunds universitet och ingen ekonomisk ersättning utgick för deltagande i studien. Ingen av deltagarna rapporterade någon form av hörsel- eller synskada. Inget bortfall förekom.

### **Design**

För att testa hypoteserna valdes en experimentell kvantitativ metod. Experimentet är tänkt att simulera en arbetssituation där deltagaren löser visuella problem utifrån auditiva instruktioner, i stil med informationssökande efter önskemål från en röst över telefon. För att undvika individuella skillnader i expertis hos deltagarna utformades uppgifterna på ett sådant sätt att de antingen var vardagliga, så som att söka i en tidtabell, eller ovanligt förekommande, som att räkna förekomsten av en målsymbol i ett kluster av irrelevanta symboler. Med detta upplägg avsågs att om ett befintligt användarsystem från arbetslivet använts, exempelvis Visma SPCS, finns risken att någon eller några av deltagarna är bekanta med gränssnittet och således uppkommer risken att störande variabler inverkar på resultatet då dessa potentiellt arbetar med en större grad av automatisering. Deltagarna fick förinspelade uppmaningar i hörlurar om att, exempelvis, finna den billigaste avgången mellan Malmö och Stockholm i en tabell utifrån kriteriet tillgång till internet ombord och ombads välja ett av fem alternativ inom en tidsfrist.

Experimentet var av faktoriell 2x2 design med upprepade mätningar (*repeated measures*) där huvuduppgiftens load och förekomsten av auditivt brus utgjorde faktorerna. Faktorn huvuduppgiftens load (2: låg, hög) och faktorn auditivt brus (2: ej brus, brus) hade två nivåer vardera. Genom att använda upprepade mätningar kunde antalet deltagare hållas nere till en fjärdedel jämfört med om oberoende grupper skulle använts utan att förlora statistisk *power*. En annan bidragande faktor till valet av design är att individuella skillnader kontrolleras, en person som läser av information långsamt kommer att göra detta under samtliga försök vilket gör designen känsligare, det vill säga att skillnaderna som uppkommer gör så på grund av manipulationen. En annan fördel med upprepade mätningar är att experimentet tar kortare tid att genomföra jämfört med om fyra oberoende grupper med 32 deltagare i vardera skulle använts. Faktorer som vilken tidpunkt på dygnet och deltagarens humör kontrolleras på liknande sätt, dagsformen är konstant genom samtliga omgångar.

Potentiella risker som finns med designen är förekomst av en övningseffekt, att deltagare presterar bättre vid senare omgångar än tidigare då de fått öva på att lösa problemen, samt utmattningseffekt, att deltagarna blir trötta och tappar fokus. För att kontrollera detta randomiserades omgångarna enligt alla möjliga ordningar för de 24 första deltagarna vilket gör att varje deltagare får en unik ordning av omgångarna och genom blockrandomisering, att varje deltagares omgångar randomiseras individuellt, för resterande 8. Genom detta kan eventuella övnings- och utmattningseffekter kontrolleras för.

## **Instrument**

**Design av hemsidorna.** För att besvara forskningsfrågorna skapades fyra hemsidor, en för varje betingelse, med fem uppgifter vardera i verktyget WordPress. Hemsidorna designades i tre kolumner med ration 1:4 + 2:4 + 1:4 där den mittersta kolumnen, som var dubbelt så stor som de perifera, innehöll huvuduppgiften. Uppgifterna placerades i sektioner som var numrerade och inramade för att skapa tydlighet angående vilken uppgift som avsågs och på så sätt skapa en tydligare samhörighet mellan den auditiva och visuella modulen (Sweller, Ayres & Kalyuga, 2011). För att undvika att föregående eller nästkommande uppgift skulle utgöra distraktioner infogades ett tomrum mellan sektionerna så att endast en uppgift åt gången var synlig på skärmen. Detta motverkade även att deltagaren skulle påbörja nästkommande uppgift för tidigt, medvetet eller omedvetet. Hemsidorna är utformade med en 13” skärm i åtanke eftersom det är en vanligt förekommande skärmstorlek på bärbara datorer. Den huvudsakliga anledningen till att alla skulle använda samma skärmstorlek är att

avståndsförhållandet skulle vara detsamma mellan deltagarna. Detta för att reducera ansträngningen från andelen motoriska rörelser, i detta fallet ögon- och fingerrörelserna vid navigering. På hemsidorna följde uppgifterna varandra vertikalt, uppgift 1 låg överst med uppgift 2 under. Deltagarna fick själva navigera på hemsidan genom att scrolla med musplattan på datorn. Att använda en klickbar knapp för att gå vidare till nästa uppgift övervägdes men valdes bort då risken uppstår att detta kan ta tid från själva lösandet av uppgiften. Att ha en automatiserad hemsida som automatiskt växlar uppgift övervägdes också men avfärdades på grund av tidsbrist och tekniska begränsningar. En dubbel uppsättning ljudfiler, en med bakgrundsbrus och en utan, med ihopklippta instruktioner med signaler för start och stop för varje uppgift användes och placerades högst upp på varje hemsida i form av en startknapp. Genom att ge instruktionerna i form av en förinspelad ljudfil säkerställdes att samtliga deltagare fick samma information samt att tidsfristen för varje uppgift hölls konstant.

Ordningen av uppgifterna på hemsidan randomiserades genom blockrandomisering, att varje hemsida randomiserades separat, för att kontrollera för ordningseffekter samt att uppgiftsföljden inte skulle kunna förutses av deltagarna.

**Design av auditiva instruktioner.** Instruktionerna till uppgifterna spelades in i en ljudisolerad inspelningsstudio för att säkerställa hög ljudkvalitet. Inläsaren, en röstskådespelare, instruerades att läsa instruktionerna så tydligt som möjligt, utan dialektala inslag, för att undvika risken att deltagaren missar eller inte förstår informationen. Ljudet mixades i mono och fördelades på så sätt likvärdigt över höger och vänster kanal för att undvika att personer med exempelvis ensidig hörselnedsättning missgynnas. En ljudsignal användes för att indikera när tiden för den pågående uppgiften var slut. Signalen bestod av två samtidiga sinustoner (440 Hz + 880 Hz) eftersom detta tydligt framträdde genom bruset i mixen.

Potentiella mekaniska fel som kunde uppkomma om instruktioner och tidtagning skulle skett manuellt undveks således. Varje omgång, hemsida, tog 3 minuter och 30 sekunder att genomföra.

Samtliga fyra instruktionsljudfiler klipptes efter en mall för att säkerställa att tidsfristen för varje uppgift var identisk samt att instruktionerna var så lika i längd som möjligt. En kopia av varje instruktionsljudfil skapades sedan där auditivt brus adderades. Detta gjorde att en randomisering av vilken av hemsidorna med hög respektive låg load som skulle få auditivt brus kunde göras. Bruset placerades slumpvis på ljudfilen med kontroll för att det inte skulle överrösta instruktionerna.

**Manipulation.** Loadmanipulationen kontrollerades genom att de perifera kolumnerna på sidorna antingen lämnades tomma, låg load, eller fylldes med bilder och animationer, hög load. Genom att använda samma mall för samtliga betingelser där den centrerade kolumnen med huvuduppgiften hölls konstant ökar detta den interna validiteten då det enda som skiljer hemsidorna åt är huruvida de perifera kolumnerna är tomma eller innehåller stimuli. Skillnader i prestation kan således tillskrivas manipulationen och kausala samband kan konstateras.

Det stimuli som användes i manipulationen bestod av brus i form av statiska och animerade bilder med neutrala motiv. Bruset är tänkt att återspegla reklam, *memes* och bilder och animationsklipp från sociala medier. När bilderna togs fram ombads kvinnor och män i olika åldrar att rapportera vad deras flöden innehöll på populära hemsidor och sociala medier. Urvalet gjordes sedan efter en sammanställning av rapporterna för att öka den ekologiska validiteten genom att minimera risken att bruset härstammar ur en filterbubbla med stimuli som tilltalar eller speglar en specifik grupp. Bilderna som valdes ut matchades sedan för att balansera och skapa likvärdiga hemsidor för att undvika att någon hemsida innehöll stimuli som tilltalade någon grupp mer än en annan, exempelvis togs två separata animationer på firande fotbollsspelare för att sedan fördelas på varsin sida. Bilderna placerades ut slumpvis och varje sida innehöll 62 bilder och 13 animationer.

Det auditiva bruset bestod utav neutrala stimuli som är tänkta att simulera en typisk kontors-, café- eller skolmiljö. Bruset utgörs av en ljudinspelning av antingen ett öppet kontorslandskap eller ett större café varefter ljud från exempelvis kök, trafik och teknisk utrustning såsom skrivare adderades. Bruset innehöll inte språkljud som var möjligt att uppfatta.

**Design av uppgifter.** De fem uppgifterna som designades för att fånga upp relevanta aspekter av den visuella uppmärksamheten designades med inspiration från SEEV- (Steelman et al., 2017) och N-SEEV-modellen (Steelman et al., 2011). De fyra första uppgifterna kräver främst en *overt* uppmärksamhet medans det i uppgift 5 specifikt krävs en *covert* uppmärksamhet. En beskrivning av uppgifterna följer nedan.

(1) Uppgiften (se figur 1) är indelad i tre deluppgifter som går ut på att (A) försöksdeltagaren presenteras för tre alternativ i form av liggande stapeldiagram med tre staplar vardera. Staplarna representerar olika egenskaper och deltagaren får i uppgift att avgöra vilket av de tre alternativen som uppfyller önskemålen från instruktionen bäst. Ett exempel är att försöksdeltagaren ombeds välja ut alternativet med lägst kilopris där staplarna representerar pris, vikt och längd. För att lösa uppgiften behöver deltagaren jämföra de två relevanta

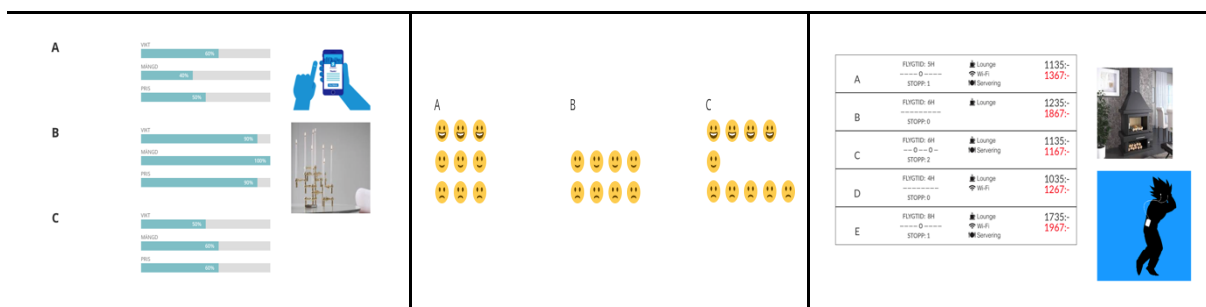
parametrarna, pris och vikt, och ignorera den irrelevanta, längd. (B) Uppgiften består av tre alternativ av omdömen som presenteras i form av tre rader av glada eller ledsna känslolikoner (*emojis*), de övre två raderna består av glada och den tredje innehåller ledsna. Deltagaren ska här avgöra vilket av alternativen som matchar instruktionen, exempelvis “vilket av alternativen har fått bäst omdöme”. Här måste de två översta raderna adderas innan en jämförelse med den tredje raden kan göras. (C) I den avslutande deluppgiften presenteras en pristabell för antingen tåg eller flyg. Deltagarens uppgift är att identifiera vilken av de fem avgångarna som matchar önskemålen som presenteras, exempelvis den billigaste avgången med tillgång till internetuppkoppling ombord, genom att söka efter de relevanta symbolerna och sedan matcha dessa mot det andra kriteriet, i det här fallet priset. I uppgiften testas *top-down* processerna förväntning, eftersom deltagaren ser mönster i hur informationen är presenterad och kan använda en medveten sökteknik för att hitta relevant information och värdering av information, eftersom deltagarna aktivt måste avgöra vilken information som är relevant för uppgiften. Tiden som gavs för att lösa uppgiften var 40 sekunder.

(2) Uppgiften (se figur 2) är inspirerad av en rad tidigare experiment (Ruxandra et al., 2019, Zhao & Sala, 2018) och gick ut på att deltagaren blev presenterad för tre tvådimensionella figurer, en målfigur samt två alternativ, A och B, som utgjordes av på olika sätt roterade varianter av målfiguren. Deltagarens uppgift var att avgöra huruvida A eller B var en kopia av målfiguren i alla avseenden förutom den roterade positionen. Den felaktiga figuren skiljde sig subtilt i form. Tre set av figurer gavs. I uppgiften testades *top-down* processerna värdering av information då alternativen jämförs med målfiguren. Tiden som gavs för att lösa uppgiften var 30 sekunder.

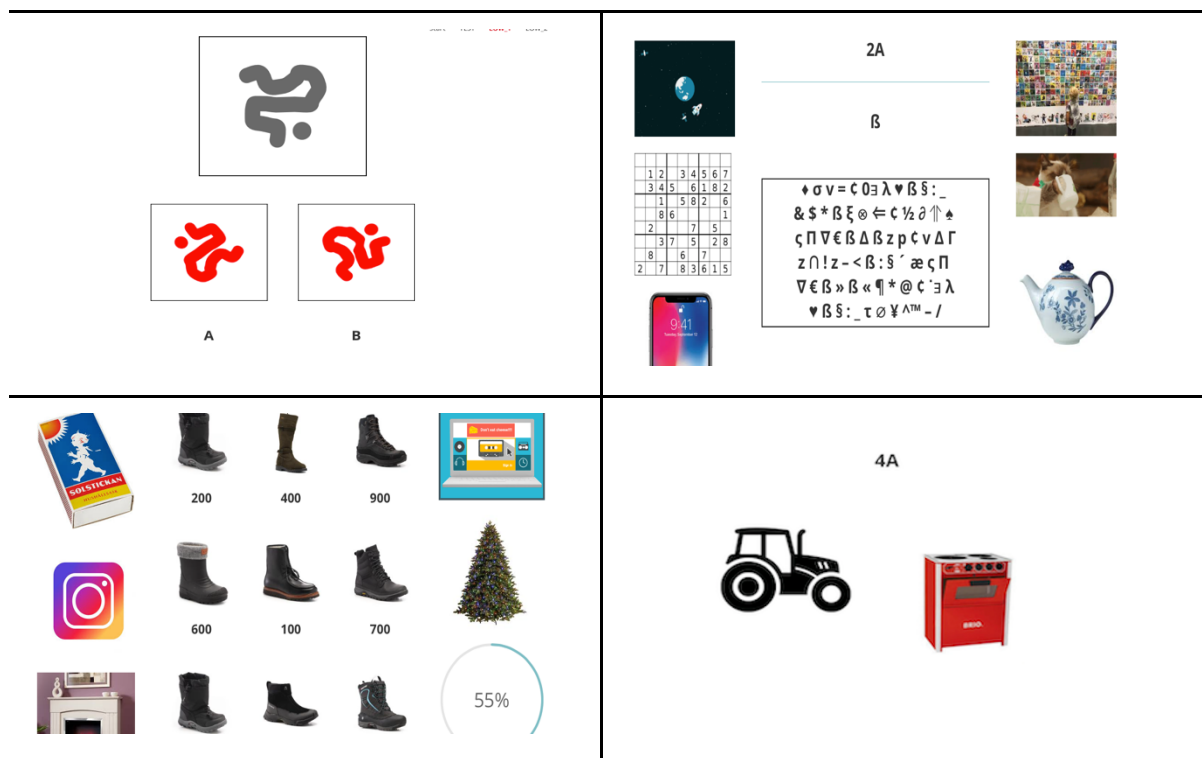
(3) Uppgiften (se figur 2) gick ut på att deltagaren skulle avgöra hur många gånger en målsymbol, exempelvis “X”, förekom i ett kluster av övrigt, slumpvisa symboler fördelade på 6 rader. Uppgiften bestod av tre deluppgifter med ökad svårighetsgrad, A innehöll cirka 70 symboler,  $B \approx 110$  och  $C \approx 400$ . I uppgiften vägs både *bottom-up* processer som framträdande, hur framträdande målsymbolerna är i klustret, och ansträngning, den fysiska ansträngningen som krävs för att söka i klustret genom att flytta blicken, men även *top-down* processer som värde, huruvida en symbol är en målsymbol eller ej, samt särdragsprioritet, hur lätt målsymbolen är att upptäcka, in. Tiden som gavs för att lösa uppgiften var 30 sekunder. För att undvika eventuella övningseffekter och förvirringar användes aldrig samma symbol som målsymbol vid mer än ett tillfälle.

(4) Uppgiften (se figur 2) gick ut på att deltagaren blev presenterad för en 3x6 tabell med ikoner, som simulerande en produktkatalog vanligt förekommande vid näthandel, av olika modeller av antingen skor eller kängor med ett pris under. Ovanför katalogen fanns tre ikoner som utgjorde mål. Deltagarens uppgift var att ta fram priset på de tre målen som presenterades ovanför den simulerade katalogen. En skillnad från övriga uppgifter här är att när deltagaren navigerar i katalogen försvinner målobjekten från synfältet vilket medför att jämförelser måste göras med objektet som hålls i minnet. Uppgiften väger in både *bottom-up* faktorerna framträdande, hur målet sticker ut bland liknande stimuli, och ansträngning, graden av ansträngning som uppkommer på grund av ögonrörelser och fingerrörelser vid navigeringen av hemsidan. Top-down processerna värde, hur informationen i katalogen värderas och särdragsprioritet, hur deltagaren söker med hjälp av utstickande egenskaper som färg på skosnöre eller sula, vägs också in. Tiden som gavs för att lösa uppgiften var 30 sekunder.

(5) Uppgiften (se figur 2) gick ut på att deltagaren presenterades för ett bildspel i form av en GIF-animation. Bredvid animationen fanns en ikon som utgjorde målet. Deltagarens uppgift var att avgöra hur många gånger målet, exempelvis hur många bilder av traktorer, förekom i animationen. Bilderna som inte utgjorde mål bestod av neutrala bilder som skiljde sig från målet, i fallet där målet var traktorer kunde de irrelevanta vara exempelvis banan, bok och leksaksspis. Uppgiften bestod av tre deluppgifter, tre animationer med tillhörande mål. Animationerna designades med en ökande svårighetsgrad, bildspel A innehöll 12 unika bilder med en hastighet på 350ms, B innehöll 15 bilder med en hastighet på 350ms och C innehöll 18 bilder med en hastighet på 300ms. Ett bildspel kunde exempelvis innehålla 4 mål och 11 irrelevanta bilder vilket gör 4 rätt svar på uppgiften. I uppgiften testades i vilken grad objektens dynamiska framträdande uppmärksammades på grund av dess särdragsprioritet, d.v.s. huruvida deltagaren upptäckte att exempelvis en bil uppträdde i en ström av godtyckligt stimuli som exempelvis en stol, en kaffemugg och en fotboll. Tiden som gavs för att lösa uppgiften var 30 sekunder.



Figur 1. Uppgift 1. f.v. 1:A, 1:B, 1:C



Figur 2. Uppgift 2 – 5. Uppgift 3 och 4 har hög load.

**Pilotstudie<sup>1</sup>.** Innan försöken startade gjordes två pilotstudier i syfte att säkerställa att instruktionerna var tydliga, att tiden per uppgift låg på en acceptabel nivå, golv- och takeffekter inte förekom, hemsidorna var lättnavigerade, svarsblanketten fungerade samt att uppgifternas svårighetsgrad varierade. Pilotstudierna resulterade i att övningsomgången tillades

<sup>1</sup> Pilotstudierna resulterade i att instruktionerna omarbetades/omformulerades, brusets nivåer och karaktär justerades samt enklare layoutändringar gjordes. En upptäckt som gjordes i pilotstudierna var att övningseffekten, d.v.s. deltagarens tendens att prestera bättre i takt med försöksomgångarna, var starkare än väntat. I pilotomgångarna rapporterade deltagarna att de trodde att stress var den variabel som mättes. För att undvika kontaminerande stressreaktioner togs potentiellt känsloladdat stimuli bort i så stor utsträckning som möjligt. Resultaten ansågs vara för låga i pilotstudie 1 (M=4.5 av 15 möjliga, n=5) vilket resulterade i att tiden per uppgift ökades med 10 sekunder per uppgift för att undvika golveffekt. I pilotstudie 2 blev resultatet M=7 av 15 (n=5) möjliga vilket ansågs vara en god nivå. Värt att poängtera är att pilotstudierna bestod av separata deltagare som varken deltog i huvudexperimentet eller den andra pilotstudien.

## Procedur

Experimentet genomfördes i avskilda grupperum på campus LUX vid Lunds universitet. Deltagarna testades enskilt på en bärbar dator med en skärmstorlek på 13” med ett par referenshörlurar med slutna kåpor (dämpning 18 dBA). Då den ena uppsatsförfattaren talat in de auditiva instruktionerna togs beslutet att den andra uppsatsförfattaren skulle utgöra försöksledare. Detta för att rösten i hörlurarna inte ska matcha rösten från försöksledaren då en risk för att detta skulle kunna uppfattas som förvirrande eller distraherande. Andra faktorer som motiverade beslutet att ha samma försöksledare var att bemötandet och informationen levererades med en större konstans vid samma försöksledare jämfört med två olika. Individuella skillnader försöksledarna emellan kontrolleras för.

Försöksledaren välkomnade deltagaren och informerade om studien, etiska aspekter, valfrihet och möjligheten att avbryta och bad deltagarna signera en samtyckesblankett med sina initialer. Efter att deltagaren signerat fick hen sin individuella kod och frågor som rörde studien kunde ställas. Ingen information om forskningsfrågor eller liknande lämnades ut. Därefter ombads deltagaren att läsa ett dokument med förskrivna instruktioner, en anledning till de förskrivna instruktionerna var att deltagarna skulle få samma information. Om förtydliganden behövde göras eller frågor uppstod besvarades dessa nu. Därefter genomfördes en övningsomgång för att ge deltagarna möjlighet att bekanta sig med experimentets gränssnitt. Övningssidan designades separat baserat på samma mall som huvudomgångarna och innehöll samma typ av uppgifter som huvudexperimentet men av en förenklad karaktär, exempelvis i uppgiften som gick ut på att räkna målsymboler i ett kluster av irrelevanta symboler fanns 2 målsymboler av totalt 7 symboler till skillnad mot 70–400 symboler som i huvudexperimentet. Deltagarna svarade här med penna på en liknande svarsblankett som kom att användas senare i syfte att bekanta sig med denna. Inga av dessa blanketter rättades eller sparades för senare analys.

Efter övningsomgången gavs tillfälle för deltagaren att ställa frågor samt be försöksledaren om eventuella förtydliganden. Deltagarna delgavs även information om att det inte var möjligt att pausa eller starta om när huvudexperimentet väl påbörjats. Under huvudexperimentet följde de fyra testomgångarna varandra med kortare pauser. Deltagarna fick ett häfte med svarsblanketter med koder för ordningen av betingelser i omgångarna, exempelvis (1) låg load med brus, (2) hög load utan brus, med den individuella koden på samtliga papper. Svarsblanketterna (se bilaga) var designade i ett 3x5 rutnät som täckte större delen av pappret där rutorna var markerade med vilken uppgift som skulle besvaras, den första raden avsåg



uppgift 1 och kolumnerna avsåg A, B och C medan den andra raden avsåg uppgift 2. Försöksledaren hade förberett datorn, med för deltagaren rätt ordning av omgångar, och skötte navigeringen mellan omgångarna, när omgång 1 var klar bytte försöksledaren fönster i webbläsaren till nästa omgång. Deltagaren fick själv trycka start och en förprogrammerad fördröjning på 5 sekunder medförde att deltagaren hade tid på sig ifall hen ändrade sig. Deltagaren navigerade sedan själv på hemsidan efter instruktionerna som gavs i hörlurarna och svarade kontinuerligt på svarsblanketten. Under försöksomgångarna var rummet tyst och försöksledaren väntade bakom deltagaren för att inte utgöra en distraktion i synfältet. Vid tillfällen då ett rum med glasfönster användes vändes bordet mot en vägg för att deltagaren inte skulle bli distraherad av det som skedde utanför.

När den fjärde omgången var klar gavs tillfälle för deltagarna att ställa frågor om studien och dela med sig av sina erfarenheter och tankar kring det som de varit med om. Detta dokumenterades inte och kommer således inte analyseras eller redovisas. Hela experimentet tog mellan 25–40 minuter.

## **Etik**

I och med att experimentet genomfördes på tid var det rimligt att anta att stressnivån hos deltagarna sannolikt skulle öka, dock på en så pass låg nivå att det inte torde utgöra vare sig ett etiskt problem eller en variabel som kontaminerade resultatet. Stressnivå var inte heller en variabel som mättes och inom ramen för experimentet försöktes den hållas så låg och konstant som möjligt.

Förekomsten av störande ljud är även det en potentiell problemkälla. För att undvika att skada deltagarnas hörsel sattes ljudnivåerna enligt Arbetsmiljöverkets rekommendationer för bullernivå (AFS, 2005:16). Längre exponering av höga ljud kan vara skadligt för hörseln. Ljudfilerna normaliserades därför på förhand och en volymbegränsning lades in på 65 dB vilket motsvarar ett samtal med medel till hög röststyrka cirka en meter ifrån ansiktet. En ljudstyrka på runt 85 dB krävs generellt för att riskera att hörseln tar skada. Ljudnivåerna som användes under experimentet understeg således Arbetsmiljöverkets insatsgränsvärde för bullernivå.

Utöver ljudstyrka kräver även valet av vilka ljud som ska används i det auditiva bruset noggrann planering. Ljud som kan tänkas skapa känsla av obehag hos deltagarna, såsom skällande hundar, explosioner eller liknande valdes bort och istället användes ljud som förvisso var särpräglade i bemärkelsen att de stack ut från det kontinuerliga bakgrundsbruset men

samtidigt inte torde innebära ett sådant obehag att det riskerade att skada deltagaren eller kontaminera resultatet med en obehags- eller rädsla variabel.

Samtliga deltagare fick underteckna en samtyckesblankett där information om studien framgick. Anonymiteten säkerställdes genom att varje deltagare fick en unik kod, bestående av 5 bokstäver och siffror, som inte kunde knytas till person vilken kunde användas om deltagaren önskade att dess data skulle raderas utan att röja sin identitet. Data om kön och ålder insamlades och användes endast i syfte att beskriva urvalet. Inga andra uppgifter samlades in under studien.

## Dataanalys

Totalpoäng för varje omgång och deltagare beräknades och medelvärden för omgångarna skapades i syfte att utföra variansanalyser. Samtliga analyser utfördes i SPSS.

## Resultat

Resultatet visade att deltagarna presterade bäst i omgången hög load x brus (M=10.37), näst bäst i omgången låg load x brus (10.28), tredje bäst i omgången låg load x ej brus och sämst i omgången hög load x ej brus. Medelvärdena och standardavvikelseerna för omgångarna presenteras i tabell 1.

En Repeated Measures ANOVA med faktorna load (2: låg, hög) och auditivt brus (2: ej brus, brus) genomfördes. Interaktionseffekten av load x auditivt brus var ej signifikant  $F(1,31) = 3.769, p = .061, \eta_p^2 = .108$ . Huvudeffekten av load (hög load, låg load) var signifikant  $F(1,31) = 5.694, p = .023^*, \eta_p^2 = .155$  vilket betyder att respondenterna presterade signifikant sämre vid omgångarna med hög load (M=9.575, SD=2.845) jämfört med omgångarna med låg load (M=10.29, SD=2.351) oberoende av auditivt brus. Huvudeffekten av auditivt brus (brus, ej brus) var ej signifikant  $F(1,31) = 2.620, p = .116, \eta_p^2 = .078$ . *Simple effects* analyserades genom *Tukey post-hoc* där skillnaden mellan (hög load x ej brus) (M=8.78) och (hög load x brus) (M=10.37) var signifikant  $t(1,61.3) = -3.073, p = .016^*$  och skillnaden mellan (låg load x ej brus) (M=10.03) och (låg load x brus) (M=10.28) var ej signifikant  $t(1, 61.3) = -.482, p = .968$ , vilket visar att effekten av auditivt brus endast förekommer vid hög load.

Tabell 1

Medelvärden för försöksomgångarna (max poäng = 15)

Omgång	n	Poäng	
		M	SD
Låg load x ej auditivt brus	32	10.03	2.071
Låg load x med auditivt brus	32	10.28	2.630
Hög load x ej auditivt brus	32	8.78	3.270
Hög load x med auditivt brus	32	10.37	2.420

### Diskussion

Studien avsåg att undersöka förhållandet mellan visuella sökuppgifter med auditiva instruktioner och förekomsten av visuellt och auditivt brus som utgör distraktioner. Dessa undersöktes separat, auditiva respektive visuella distraktioners påverkan, men även huruvida en interaktionseffekt fanns där olika kombinationer av brus påverkar mer än andra. Visuellt brus antogs bidra till en svårare uppgift och på så sätt öka dess load. Eftersom den tidigare forskningen visat att bakgrundsljud med identifierbart språk har en negativ effekt många uppgifter undersöktes istället auditivt brus utan språk som samtal i bakgrunden.

Hypotes 1: *Visuellt brus i form av statiska och rörliga bilder påverkar en visuell sökuppgift utifrån auditiva instruktioner negativt.* En signifikant huvudeffekt av visuellt brus konstaterades vilket, dels stödjer hypotes 1 att visuellt brus påverkar en visuell sökuppgift negativt, men även indikerar att manipulationen lyckades gällande att hemsidorna med hög visuell load krävde större kognitiva resurser än hemsidorna med låg kognitiv load. Däremot sjönk resultatet endast i betingelsen hög load x ej auditivt brus, i betingelsen hög load x auditivt brus försämrades inte resultatet utan höjdes snarare marginellt.

Hypotes 2: *Auditivt (icke-verbalt) brus påverkar inte en visuell sökuppgift utifrån auditiva instruktioner.* Huvudeffekten av auditivt brus var inte signifikant vilket tyder på att auditivt (icke-verbalt) brus inte påverkar en visuell uppgift negativt oberoende av huvuduppgiftens load. Detta indikerar att bakgrundsljud utan hörbart språk inte påverkar visuella uppgifter och att det inte spelar någon roll om uppgiften är svår eller ej.

Hypotes 3: *Det finns en interaktionseffekt som gör att uppgifter med både auditivt (icke-verbalt) brus och visuellt brus i form av statiska och rörliga bilder påverkar prestationen på en visuell sökuppgift utifrån auditiva instruktioner negativt.* Ingen statistiskt signifikant

interaktionseffekt kunde hittas vilket skulle kunna tyda på att det inte finns någon kombination av brus som är skadligare för prestationen än övriga. Auditiva brus stör då inte signifikant mer under en svår uppgift jämfört med en lätt även om resultatet visar på att endast betingelsen hög load x ej auditivt brus skiljer sig från de övriga. Hypotes 3 kan således inte bekräftas.

Resultatet av huvudeffekten load går i linje med tidigare forskning som, exempelvis, Lavie (2010) som menar att visuella distraktioner aktivt filtreras bort vilket leder till att en informationsrik plattform får en högre load än en som optimerats efter relevans. Finns det mer att filtrera bort ökar riskerna för att effektiviteten och prestationen sjunker.

Även resultatet av huvudeffekten av auditivt brus går delvis i linje med den tidigare forskningen även om den auditiva kanalen inte helt kunde ignoreras i denna studie (Liebl et al., 2012). Den forskning som går emot resultatet har antingen använt språk i bruset eller mätt minnesfunktioner vilket gör det medför svårigheter att göra jämförelser.

Angående interaktionseffekten, load x auditivt brus, finns stöd både för att auditiva brus kommer påverka negativt (Seddigh et al., 2014) men även emot, att ingen skillnad kommer att ske (Marsh et al., 2018).

Värt att notera är att på hemsidorna med hög visuell load presterade deltagarna signifikant bättre vid försöket med auditivt brus, ( $M=10.37$ ), jämfört med försöket utan auditivt brus, ( $M=8.78$ ). Valet att göra en *post-hoc* analys trots att interaktionen inte var signifikant motiveras med att vi ansåg att skillnaderna mellan hög load utan brus och hög load med brus är värda att diskutera. Då en signifikant huvudeffekt förekom ansåg vi att det var av värda att undersöka hur den specifika huvudeffekten såg ut. Stöd för detta återfinns i Wei et al. (2012) som menar att det är värt att undersöka *simple effects* hos en huvudeffekt även om resterande huvudeffekter och interaktionseffekten inte är signifikant. Detta för att förstå hur grupperna inom den specifika faktorn skiljer sig.

Det auditiva brusets positiva effekt under betingelsen hög visuell load x utan brus kan förklaras genom att eftersom det centrala nervsystemet är ett icke-linjärt system fluktuerar nervsignalernas amplitud, styrka, efter en sinusvåg. Detta betyder att signalens amplitud har en topp- och en bottennivå som växlar fram och tillbaka. Detta medför att om signalen är svag ökar risken för att den inte når tröskeln för när signalen uppfattas. Ju oftare tröskeln nås desto mer framträdande blir det stimulus som orsakar signalen (Koch & Segev, 2000). Om brus, exempelvis auditivt vitt brus (Söderlund, Sikström & Smart, 2007) eller visuellt vitt brus (Simonotto et al. 1997), används i samband med uppgifter vars yttre stimuli ger en svag signal, exempelvis en bild där kontrasten gentemot bakgrunden är så svag att motivet är svårt att

urskilja, kan bruset ha en positiv effekt. Detta fenomen kallas *stokastisk resonans* och innebär att när rätt nivå av brus appliceras på en svag signal fungerar det som en förstärkning av signalen. Topparna blir högre och botten blir lägre. Vad detta medför är att eftersom topparna blir högre kommer signalen från neuronet passera tröskelvärdet frekventare vilket leder till att det stimulus som knappt uppfattades utan brus kommer att uppfattas i en högre grad med brus (Moss, Ward & Sannita, 2004). Rausch, Bauch & Bunzeck (2014) visar i en studie att vitt auditivt brus har en positiv effekt på en minnesuppgift där deltagarna rapporterade huruvida de sett en bild under en inkodningsfas eller ej. Bruset spelades upp under inkodningen. Söderlund, Sikström, Loftesnes & Sonuga-Barke (2010) menar att auditivt bakgrundsbrus kan skapa en ökad alerthet och göra personer mer skärpta. Effekten beror delvis på brusets ljudvolym samt individuella skillnader vilket gör det svårt att dra några slutsatser huruvida den positiva effekten i detta arbetet beror på en ökad alerthet. I studien användes vitt brus med en volym på 86dB vilket sänkte minnesprestationen hos barn med normal koncentrationsförmåga men resultatet blir svårjämförbart då urval, barn jämfört med vuxna, samt volym på bruset, 86dB jämfört med 65dB, skiljer sig åt.

Det auditiva bruset som spelades under betingelsen hög load x med brus kan ha haft en positiv effekt på prestationen då en möjlig tolkning är att det förstärkt signalstyrkan för huvuduppgiften som sänkts i styrka av det visuella bruset, vilket skulle förklara sänkningen av prestationen i betingelsen hög load x ej brus. Att signalen blir svagare under betingelserna med hög load är tänkbart eftersom de relevanta stimuli som krävs för att lösa uppgifterna blir mindre framträdande. I nämnda studier användes vitt brus vilket påverkar jämförbarheten då vår studie använde stimuli som är meningsbärande, exempelvis öppnande av vattenkranar. En annan faktor som bör vägas in är att bruset inte var konstant utan dynamiskt, vilket är en annan skillnad studierna emellan, även om det ligger konstant ambient brus i form av ljud från ett kontorslandskap eller ett café som bas i brusets mix vilket kan ha en liknande effekt såsom vitt brus har.

En annan potentiell förklaring är att om uppgiften uppfattades som den svåraste kan även motivationen att prestera på den varit högst. Stöd för detta kan hittas i studier där tv-spel används i lärandesyfte där en ökad svårighetsgrad gav bättre lärande genom ökad motivation upp till en viss nivå som är beroende av grad av expertis och vana (Orvis, Horn, & Belanich, 2008). Kalyuga and Sweller (2005) visar att om uppgiften uppfattas som för enkel försvinner en del av motivationen och att en viktig faktor i utformningen av uppgifter är att anpassa svårighetsgraden efter användarens förmåga.

Ur ett större perspektiv indikerar resultatet att bakgrundsbrus utan förekommande språk inte utgör en så pass stor distraktor att resultatet påverkas märkbart i enklare sökuppgifter, även om individuella skillnader kan förekomma. Då känsligheten är låg borde inte arbetsmiljöer där bakgrundsbrus förekommer vara ett problem för prestationen, problemet ligger möjligtvis snarare i att personalens hälsa kan påverkas, något som på sikt leder till att prestation och produktivitet sjunker (Liebl et al., 2012). Belägg finns även för att bakgrundsljud sänker stressnivån förutsatt att de är självvalda vilket kan leda till en bättre prestation (Labbé et al., 2007). Betydelsen av visuella distraktioner, såsom reklam och animationer, har däremot en negativ påverkan på prestationen. I dagens informationstäta arbets- och skolliv kan således överflödigt visuellt stimuli, i form av reklam eller sociala medier på den egna eller en närbelägen skärm, inverka på resultatet. Resultatet visar på att den kognitiva ergonomin i högre grad hotas av visuellt stimuli än av auditivt, förutsatt att inget språk förekommer. Det är dock viktigt att poängtera att resultatet kommer från ett experiment i laboratoriemiljö där basala kognitiva funktioner som uppmärksamhet isolerats och utomstående distraktioner som existerar i vardagslivet kontrollerats för.

En annan potentiell risk som kan uppkomma är att då vi ständigt utsätts för dynamiskt stimuli som är designat i syfte att väcka vår uppmärksamhet ökar även risken att varningssignaler upptäcks med fördröjning eller filtreras ut av misstag (Itti & Koch, 2000).

En annan alternativ förklaring är att *copingstrategier* användes i en högre grad i omgången hög load x brus än i omgången med hög load x ej brus vilket kan ha haft en positiv effekt på prestationen. Seddigh et al. (2014) menar att *copingstrategier* kan släcka ut effekten från distraktorer. Eftersom samtliga deltagare var universitetsstudenter kan antagande göras att de tillämpar *copingstrategier* i syfte att öka koncentrationsförmågan i miljöer som deltagarna inte har kontroll över. Vi kan dock inte uttala oss om huruvida detta är fallet eller ej i vår studie då ingen data kopplad till detta samlades in.

En annan möjlig förklaring är att även om uppgiften i huvudsak bestod av en visuell uppgift behövde försöksdeltagaren samtidigt övervaka sin auditiva kanal efter relevant information för att lösa uppgiften. I försöken med auditivt brus hade den sekundära uppgiften en högre kognitiv load vilket teoretiskt borde leda till att deltagarna var mindre känsliga för distraktioner (Lavie, 2010).

Att interaktionseffekten, load x brus, inte var signifikant kan förklaras genom att den ökningen av load inte krävde högre kognitiva processer i form av koncentration utan att

filtreringen skedde på ett passivt perceptuellt stadie (Lavie, 1995), något som påverkar känsligheten för distraktioner i en lägre grad (Lavie, Hirst, de Fockert, & Viding, 2004).

En annan förklaring kan vara att de auditiva stimuli som var tänkta att fånga uppmärksamheten hos försöksdeltagaren inte var tillräckligt meningsskapande och således ineffektiva. I litteraturen föreslås det att alla auditiva distraktioner fångar uppmärksamheten vilket leder till en långsammare bearbetning av den relevanta informationen i den visuella kanalen (Dunifon et al., 2016). I takt med att den primära uppgiften kräver mer resurser försvinner förvisso disponibla resurser vilket leder till att känsligheten sänks men starkt framträdande auditivt stimuli borde kunna överträda tröskeln för när en distraktion processas och inte filtreras bort på ett förperceptuellt stadie (Kramer, Wiegmann & Kirlik, 2006).

En annan förklaring kan vara att manipulationen av load på huvuduppgiften inte var tillräckligt stark. Huvudeffekten var förvisso signifikant men effektstorleken var låg. En starkare manipulation som ställde högre krav på deltagarnas koncentration, gärna med fler nivåer av load i huvuduppgiften, hade behövts för att utesluta att en interaktionseffekt förekommer i detta experiment.

**Kritik och begränsningar.** En begränsning för generaliserbarheten är att urvalet uteslutande bestod av västerländska universitetsstudenter i 20-årsåldern. Resultatet återspeglar således denna population och om en annan population istället skulle undersökas, exempelvis från en annan kultur som är mer vana vid distraktioner eller åldersgrupp som inte är van vid teknologin, skulle resultatet kunna bli annorlunda.

En svaghet med metoden som uppdagades var valet att sätta en tidsfrist på uppgifterna istället för att mäta tiden det tog för deltagarna att lösa uppgifterna. En stor anledning till att tidsfristen användes var av tekniska begränsningar och att den förenklade experimentet för deltagarna. Ett alternativ som övervägdes var att implementera en "gå till nästa" knapp där tiden från att uppgiften startar då sidan visas till att knappen trycks, vilket indikerar att deltagaren har löst uppgifterna, mättes istället för antal korrekta svar inom tidsfönstret. Denna idé övergavs då den ansågs vara för resurskrävande i kombination med att den potentiellt kunde skapa förvirring för deltagarna. Att mäta tid för uppgiften i kombination med antalet korrekta och inkorrekta svar kunde ha gett större möjligheter till analys.

Svarsblanketten utgjorde en annan teknisk begränsning. Även om att skriva för hand är automatiserat är det rimligt att anta att en svarsfunktion integrerad i informationsplattformen ger upphov till mindre individuella skillnader i svarstid.

**Vidare forskning.** Utöver detta tycker vi att det hade varit intressant att fånga in subjektiva aspekter av prestationen. Under vår debriefing där information om studiens syfte gavs rapporterade många deltagare att de trodde att studien avsåg att undersöka hur väl de presterade under stress. Vissa deltagare berättade att de tyckte att experimentet var roligt att utföra och att de såg uppgiften som en utmaning och var nyfikna på om de presterade bra medan andra suckade och sa att det var skönt att det var över. Detta kan betyda att faktorer som personlighet och motivation kan påverka. Vidare hade det varit intressant att undersöka om deltagarna upplevt sig prestera sämre på omgångarna med hög load och auditivt brus vilket tidigare forskning indikerat (Liebl et al., 2012).

En intressant uppföljning vore att använda tre faktorer, kognitiv load, perceptuell load och auditiva (ickeverbala) distraktorer, för att undersöka hur visuellt och auditivt brus påverkar prestationen på arbetsuppgifter beroende på svårighetsgrad. I arbetet har uppgifter av varierande svårighetsgrad använts, även om denna inte bedömts genom exempelvis skattning, men inga individuella analyser uppgifterna emellan har genomförts. Att använda fler nivåer på bruset, exempelvis 65dB och 85dB, kan ge en nya kunskaper kring hur auditivt brus påverkar.

En annan intressant vidareutveckling av studien kan vara att placera distraherande visuellt stimuli i en generisk kontorsmiljö för att undersöka huruvida det sänker den faktiska arbetsprestationen. Kausala samband som dras i laboratoriemiljö saknar ekologisk validitet då situationen som uppkommer inte är naturlig. Ett annat problem är att eventuella *copingstrategier* som utvecklas över tid inte fångas upp. En fältstudie hade varit att föredra för att exempelvis undersöka validiteten i just arbetslivet.

**Slutdiskussion.** I frågan om arbetsprestation är en möjlig tolkning av resultatet att bakgrundsljud utan förekomst av hörbart språk inte påverkar en arbetssituation där visuell information söks utifrån auditiva instruktioner. Dessa situationer kan innefatta exempelvis olika kontorsarbeten där en person aktivt söker information och värderar denna enligt direktiv. Däremot visar resultatet att visuellt brus i form av, för uppgiften irrelevanta, statiska och dynamiska bilder kan ha en negativ inverkan på prestationen i de fall den auditiva modulen inte belastas. En potentiell förklaring är att då uppgiften både bestod av visuell bearbetning av information och att aktivt övervaka och tolka informationen i den auditiva modulen orsakade en hög belastning i båda modulerna samtidigt att färre kognitiva resursen fanns lediga för distraktioner i form av för uppgiften irrelevanta tankeprocesser. Att behöva tillägna mer koncentration på en svårare uppgift kan ha en positiv effekt på resultatet även om det medför att uppgiften är svårare.



Hur detta kan användas i arbetslivet finns inget entydigt svar på. Faktorer såsom hur arbetsuppgiften belastar de individuella modulerna, gällande både grad och typ av load, måste vägas in. Beroende på den specifika arbetssituationen kan avsaknad av visuella stimuli vara att föredra medan i andra arbetsuppgifter kan bakgrundsljud stimulera till en bättre arbetsprestation. Eftersom arbetslivet gått från produktion där personal och effektivitet enkelt kunde mätas genom antal producerade enheter till en mer svårämbar produktion i en kontorsmiljö uppdagas en bristfällig kognitiv ergonomi potentiellt först betydligt senare i en kvartalsrapport. Kunskap om den kognitiva ergonomin, både hos arbetsledare och personal, samt en kontinuerlig utvärdering av denna där dessa faktorer betonas skulle kunna öka möjligheterna för att ett sundare och effektivare arbetsliv säkerställs.

## Referenser

- Acun, V., & Yilmazer, S. (2018). A grounded theory approach to investigate the perceived soundscape of open-plan offices. *Applied Acoustics*, 131, 28-37. doi:10.1016/j.apacoust.2017.09.018
- AFS 2005:16. BULLER: Arbetsmiljöverkets föreskrifter om buller samt allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna.
- Baddeley, A., (2007). *Working memory, Thought and Action*. Oxford: Oxford University press.
- Banbury, S., & Berry, D. C. (1998). Disruption of office-related tasks by speech and office noise. *British Journal of Psychology*, 89(3), 499. doi:10.1111/j.2044-8295.1998.tb02699.x
- Bergstrom, J., Miller, M., & Horneij, E. (2015). Work environment perceptions following relocation to open-plan offices: A twelve-month longitudinal study. *Work: A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation*, 50(2), 221-228. doi:10.3233/WOR-131798
- Bevan, N. (1999). Quality in use: Meeting user needs for quality. *Journal of Systems & Software*, 49(1), 89. doi:10.1016/S0164-1212(99)00070-9
- Brocolini, L., Parizet, E., & Chevret, P. (2016). Effect of masking noise on cognitive performance and annoyance in open plan offices. *Applied Acoustics*, 114, 44-55. doi:10.1016/j.apacoust.2016.07.012
- Chandler, P. & Sweller, J. (1991). Cognitive Load Theory and the Format of Instruction. *Cognition and Instruction*, 8(4), 293.
- Damodaran, L. (1996). User involvement in the systems design process-a practical guide for users. *Behaviour & Information Technology*, 15(6), 363-377. doi:10.1080/014492996120049
- Dunifon, C. M., Rivera, S., & Robinson, C. W. (2016). Auditory stimuli automatically grab attention: Evidence from eye tracking and attentional manipulations. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 42(12), 1947-1958. doi:10.1037/xhp0000276
- Filosofiska rummet (2018, oktober 14). Bildning i bildsamhället. [Ljudpodcast]. Hämtad 2019-05-21 från <https://sverigesradio.se/sida/avsnitt/1161130?programid=793>
- Forster, S., & Lavie, N. (2008). Failures to ignore entirely irrelevant distractors: The role of load. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 14(1), 73-83. doi:10.1037/1076-898X.14.1.73
- Horrey, W. J., Wickens, C. D., & Consalus, K. P. (2006). Modeling Drivers' Visual Attention Allocation While Interacting With In-Vehicle Technologies. *Journal of Experimental Psychology. Applied*, 12(2), 67-78. doi:10.1037/1076-898X.12.2.67

- Itti, L., & Koch, C. (2000). A saliency-based search mechanism for overt and covert shifts of visual attention. *Vision Research*, 40(10-12), 1489-1506. doi:10.1016/S0042-6989(99)00163-7
- Jensen, M. S., Yao, R., Street, W. N., & Simons, D. J. (2011). Change blindness and inattention blindness. *Wiley Interdisciplinary Reviews. Cognitive Science*, 2(5), 529-546. doi:10.1002/wcs.130
- Kalyuga, S., Chandler, P., & Sweller, J. (2011). Managing split-attention and redundancy in multimedia instruction. *Applied Cognitive Psychology*, 25(SUPPL. 1), S123-S144. doi:10.1002/acp.1773
- Kalyuga, S., & Sweller, J. (2005). Rapid Dynamic Assessment of Expertise to Improve the Efficiency of Adaptive E-Learning. *Educational Technology Research and Development*, 53(3), 83.
- Kalyuga, S., Chandler, P., & Sweller, J. (2011). Managing split-attention and redundancy in multimedia instruction. *Applied Cognitive Psychology*, 25(SUPPL. 1), S123-S144. <https://doi.org/10.1002/acp.1773>
- Karlsson, T., Classon, E., & Rönnerberg, J. (2014). Den hjärnvänliga arbetsplatsen - kognition, kognitiva funktionsnedsättningar och arbetsmiljö. (Kunskapssammanställning, 2014:2). Stockholm: Arbetsmiljöverket.
- Kramer, A. F., Wiegmann, D. A., Kirlik, A., (2006). *Attention: From theory to practice*. Oxford: Oxford University press.
- Koch, C., & Segev, I. (2000). The role of single neurons in information processing. *Nature Neuroscience*, 3 Suppl, 1171-1177
- Labbé, E., Schmidt, N., Babin, J., & Pharr, M. (2007). Coping with Stress: The Effectiveness of Different Types of Music. *Applied Psychophysiology & Biofeedback*, 32(3/4), 163-168. doi:10.1007/s10484-007-9043-9
- Lavie, N. (1995). Perceptual load as a necessary condition for selective attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21(3), 451-468. doi:10.1037/0096-1523.21.3.451
- Lavie, N. (2005). Distracted and confused?: Selective attention under load. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(2), 75-82. doi:10.1016/j.tics.2004.12.004
- Lavie, N. (2010). Attention, distraction, and cognitive control under load. *Current Directions in Psychological Science*, 19(3), 143-148. <https://doi.org/10.1177/0963721410370295>
- Lavie, N., Hirst, A., de Fockert, J. W., & Viding, E. (2004). Load Theory of Selective Attention and Cognitive Control. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133(3), 339-354. doi:10.1037/0096-3445.133.3.339

- Lavie, N., Lin, Z., Zokaei, N., & Thoma, V. (2009). The role of perceptual load in object recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 35(5), 1346-1358. doi:10.1037/a0016454
- Liebl, A., Haller, J., Jödicke, B., Baumgartner, H., Schlittmeier, S., & Hellbrück, J. (2012). Combined effects of acoustic and visual distraction on cognitive performance and well-being. *Applied Ergonomics*, 43(2), 424-434. doi:10.1016/j.apergo.2011.06.017
- Manske, P. G., & Schier, S. L. (2015). Visual Scanning in an Air Traffic Control Tower – A Simulation Study. *Procedia Manufacturing*, 3, 3274-3279. doi:10.1016/j.promfg.2015.07.397
- Marsh, J. E., Yang, J., Qualter, P., Richardson, C., Perham, N., Vachon, F., & Hughes, R. W. (2018). Postcategorical Auditory Distraction in Short-Term Memory: Insights from Increased Task Load and Task Type. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 44(6), 882-897.
- Mishra, J., & Gazzaley, A. (2012). Attention distributed across sensory modalities enhances perceptual performance. *The Journal Of Neuroscience: The Official Journal Of The Society For Neuroscience*, 32(35), 12294-12302. doi:10.1523/JNEUROSCI.0867-12.2012
- Moss, F., Ward, L. M., & Sannita, W. G. (2004). Stochastic resonance and sensory information processing: a tutorial and review of application. *Clinical Neurophysiology*, 115(2), 267–281. <https://doi-org.10.1016/j.clinph.2003.09.014>
- Murphy, G., & Murphy, L. (2018). Perceptual load affects change blindness in a real-world interaction. *Applied Cognitive Psychology*, 32(5), 655-660. doi:10.1002/acp.3441
- Osborne, D. & Arnold, K. (2001). Human-machine interaction: usability and user needs of the system. In N. Anderson D. S. Ones & H. K. Sinangil *Handbook of industrial, work & organizational psychology - volume 1: Personnel psychology* (Vol. 2, pp. 336-347). London: SAGE Publications Ltd doi: 10.4135/9781848608320.n16
- Orvis, K. A., Horn, D. B., & Belanich, J. (2008). The roles of task difficulty and prior videogame experience on performance and motivation in instructional videogames. *Computers in Human Behavior*, 24(5), 2415-2433. doi:10.1016/j.chb.2008.02.016
- Posner, M. I. (2016). Orienting of attention: Then and now. *quarterly journal of experimental psychology*, 69(10), 1864–1875. <https://doi.org/10.1080/17470218.2014.937446>
- Rausch, V. H., Bauch, E. M., & Bunzeck, N. (2014). White noise improves learning by modulating activity in dopaminergic midbrain regions and right superior temporal sulcus. *Journal Of Cognitive Neuroscience*, 26(7), 1469–1480.)
- Ree, M., Carretta, T. & Steindl, J. (2001). Cognitive ability. In N. Anderson D. S. Ones & H. K. Sinangil *Handbook of industrial, work & organizational psychology - volume 1: Personnel psychology* (Vol. 2, pp. 219-232). London: SAGE Publications Ltd doi: 10.4135/9781848608320.n12

- Rees, G., Frith, C., & Lavie, N. (2001). Processing of irrelevant visual motion during performance of an auditory attention task. *Neuropsychologia*, 39(9), 937-949. doi:10.1016/S0028-3932(01)00016-1
- Ruxandra, I. T., Tom, R., Cédric, C., Jean-François, K., Nora, T., Fatima, A., Micah, M. M. (2019). Mental Rotation of Digitally-Rendered Haptic Objects. *Frontiers in Integrative Neuroscience*. doi:10.3389/fnint.2019.00007
- Seddigh, A., (2013). Kontorslandskap - hur påverkar det oss?. Hämtad 2019-05-21 från, Stockholms universitet, Samverkansavdelningen: <https://www.su.se/forskning/forskningsnyheter/kontorslandskap-hur-paverkar-det-oss-1.133026>
- Seddigh, A., Berntson, E., Bodin Danielson, C., & Westerlund, H. (2014). Concentration requirements modify the effect of office type on indicators of health and performance. *Journal of Environmental Psychology*, 38, 167-174. doi:10.1016/j.jenvp.2014.01.009
- Seddigh, A., Stenfors, C., Berntsson, E., Bååth, R., Sikström, S., & Westerlund, H. (2015). The association between office design and performance on demanding cognitive tasks. *Journal of Environmental Psychology*, 42, 172-181. doi:10.1016/j.jenvp.2015.05.001
- Simonotto E, Riani M, Seife C, Roberts M, Twitty J, Moss F. (1997). Visual perception of stochastic resonance. *Physical Review Letters*, 78, 1186–9
- Steelman, K. S., McCarley, J. S., & Wickens, C. D. (2011). Modeling the control of attention in visual workspaces. *Human Factors*, 53(2), 142-153. doi:10.1177/0018720811404026
- Steelman, K. S., McCarley, J. S., & Wickens, C. D. (2013). Great expectations: Top-down attention modulates the costs of clutter and eccentricity. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 19(4), 403–419. <https://doi.org/10.1037/a0034546>
- Steelman, K. S., McCarley, J. S., & Wickens, C. D. (2017). Theory-based Models of Attention in Visual Workspaces. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 33(1), 35-43. doi:10.1080/10447318.2016.1232228
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, K., (2011). *Cognitive load theory*. New York: Springer.
- Söderlund, G. B. W., Sikström, S., Loftesnes, J. M., & Sonuga-Barke, E. J. (2010). The effects of background white noise on memory performance in inattentive school children. *Behavioral & Brain Functions*, 6, 55–64. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1186/1744-9081-6-55>
- Söderlund, G., Sikström, S., & Smart, A. (2007) Listen to the Noise: Noise is Beneficial for Cognitive Performance in ADHD. (2007). *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, (8), 840. doi:10.1111/j.1469-7610.2007.01749.x

- Sörqvist, P., Halin, N., & Hygge, S. (2010). Individual differences in susceptibility to the effects of speech on reading comprehension. *Applied Cognitive Psychology*, 24(1), 67–76. <https://doi.org/10.1002/acp.1543>
- Tomko, L., & Proctor, R. (2017). Crossmodal spatial congruence effects: visual dominance in conditions of increased and reduced selection difficulty. *Psychological Research*, 81(5), 1035-1050. doi:10.1007/s00426-016-0801-2
- Wei, J., Carroll, R. J., Harden, K. K., & Wu, G. (2012). Comparisons of treatment means when factors do not interact in two-factorial studies. *Amino acids*, 42(5), 2031–2035. doi:10.1007/s00726-011-0924-0
- Wickens, C. D., (1992). *Engineering psychology and human performance* (2nd rev. ed.). New York: HarperCollins Publishers
- Wolfe, J. M. (1994). Guided search 20: A revised model of visual search. *Psychonomic Bulletin & Review*, 1(2), 202–238. <https://doi.org/10.3758/BF03200774>
- Zhao, B., & Sala, S. D. (2018). Different representations and strategies in mental rotation. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 71(7), 1574-1583. doi:10.1080/17470218.2017.1342670