

BUSSFÖRARES KÖRBETEENDE VID EXPONERING FÖR TRAFIKUTROP

En simulatorstudie som undersöker effekten av auditiv
störningsinformation



Henrik Nilsson

Mattias Söderholm Mullaart

Uppsats/Examensarbete:	15 hp
Program och/eller kurs:	Kognitionsvetenskap/Kandidatuppsats
Nivå:	Grundnivå
År:	2018
Handledare:	Alexander Almér & Nataliya Berbyuk Lindström
Examinator:	Gustaf Lindblad
Rapport nr:	2018:062

Sammanfattning

Att köra buss i kollektivtrafik är en komplex och kognitivt utmanande uppgift som ställer höga krav på bussförarens arbetsminne. Medtrafikanter, hastighet, trafikljus, tidtabell etcetera måste ständigt hållas under uppsikt för att kunna framföra fordonet säkert och i tid.

En ökande användning av "In-Vehicle Information Systems" leder till förardistraktion som orsakar många trafikolyckor på våra vägar. Auditiv informationsbearbetning kan påverka körbeteende, och leda till en sämre situationsmedvetenhet, något som är problematiskt i trafiksituationer. Syftet med denna studie är att bidra med insikter om hur bussförarens körbeteende påverkas av auditiv trafikstörningsinformation under färd.

I dagsläget skickar bussföretags trafikledning trafikstörningsinformation till samtliga bussar i omlopp, oberoende av vem som berörs av informationen. En förstudie utförd på Västrafik visade att många förare upplever att majoriteten av de trafikutrop som når dem är irrelevanta för deras busslinje/körsträcka.

En simulatorstudie utfördes på Statens Väg- och Transportforskningsinstitut (VTI) med 30 professionella bussförare för att undersöka hur deras körbeteende påverkas vid exponering för trafikutrop.

Hastighet, lateral position samt antal ratt rörelser mättes vid exponering för trafikutrop under färd. Förändring av körbeteende kan indikera en förhöjd arbetsminnesbelastning. Genom att skapa olika typer av trafikutrop kunde vi jämföra körbeteende mellan olika uttryckssätt som ansågs vara potentiellt problematiska att bearbeta.

Vi fann en signifikant skillnad i antal ratt rörelser mellan irrelevanta trafikutrop och baselínekorning. Detta indikerar att irrelevanta utrop kan ge upphov till ökad arbetsminnesbelastning och därmed utgöra ett säkerhetsproblem i trafiken. Vi tror att irrelevanta trafikutrop kräver bearbetning i det visuospatiala skissblocket, något som borde belasta arbetsminnet mer än enbart auditiv informationsbearbetning.

Nyckelord

Arbetsminnesbelastning, bussförare, auditiv sekundäruppgift, kognition, körsimulator, förardistraktion, körbeteende, trafikutrop, radiokommunikation, Informationssystem i fordon.

DRIVING BEHAVIOR WHILE LISTENING TO TRAFFIC INFORMATION MESSAGES

A driver simulation study that investigates the effect of traffic information on bus drivers

Abstract

Bus driving is a complex and cognitively challenging task that places high demands on bus drivers' working memory. Pedestrians, traffic lights, timetables, etcetera, must be kept under surveillance for the safe and timely delivery of the vehicle.

Increasing use of "In-Vehicle Information Systems" leads to driver distraction and causes many road accidents. Auditive information processing can affect driving behavior, and lead to poorer situational awareness. The purpose of this study is to provide insights on how bus drivers' driving behavior is affected by auditory traffic information.

At present, traffic management sends traffic information to all buses in circulation, regardless of who is affected by the information. A preliminary study at Västtrafik showed that many drivers experience that many messages are irrelevant to them.

A driver simulation study was conducted at the Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI) with 30 bus drivers to investigate how their driving behavior was affected by listening to traffic information. Speed, lateral position and steering wheel reversal rate (SRR) were measured. Changes in driving behavior indicates increased cognitive workload. By creating different types of traffic information messages, we compared driving behavior between different expressions that were considered potentially problematic to process.

We found a significant difference in the number of SRR between irrelevant traffic information messages and baseline. This indicates that irrelevant messages may increase workload and thus constitute a safety problem. We believe that irrelevant traffic messages require processing in the visuospatial sketchpad, something that could increase workload more than just auditory information processing.

Keywords

Working memory, cognitive workload, bus drivers, auditory secondary task, cognition, driving simulator, driver distraction, driving behavior, traffic information, radio communication, In-Vehicle Information Systems.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	2
1.2	Syfte.....	3
1.3	Frågeställning	4
2	Teori.....	6
3	Tidigare forskning.....	8
3.1	In-Vehicle Information Systems (IVIS)	8
3.2	Telefonianvändning	8
3.3	Mått på körbeteende	9
4	Metod	11
4.1	Insamling och analys av trafikutrop	11
4.2	Simulatorstudie.....	12
5	Resultat	19
5.1	Laterala mått.....	19
5.2	Longitudinella mått.....	21
6	Diskussion & slutsats	22
6.1	Syfte och frågeställning	22
6.2	Sammanfattning av resultat	22
6.3	Metodkritik	22
6.4	Generell diskussion.....	23
6.5	Irrelevanta trafikutrop.....	24
6.6	Vidare forskning	24
6.7	Slutsats.....	25
7	Referenser	26
8	Bilagor.....	30
8.1	Bilaga 1	30
8.2	Bilaga 2.....	32
8.3	Bilaga 3	33
8.4	Bilaga 4.....	34

1 Inledning

Att köra buss i kollektivtrafik är en komplex och kognitivt utmanande uppgift som kräver en förmåga hos bussförare att kunna bearbeta information från olika källor samtidigt.

Bussföraryrket ställer höga krav på bussförarens arbetsminne, som ständigt hålls aktivt genom att hålla uppsikt över medtrafikanter, hastighetsbegränsningar, trafikljus och andra faktorer som ingår i en dynamisk och ständigt föränderlig trafiksituation.

Flitigare användning av så kallade In-Vehicle Information Systems (IVIS) är ett ökande trafiksäkerhetsproblem och många trafikolyckor idag kan kopplas till distraktion föranledd av dessa (Yang, McDonald, & Zheng, 2010; Wierwille & Tijerina, 1996; Ranney, Mazzae, Garrott, & Goodman, 2000). IVIS kan exempelvis vara navigeringssystem, mobiltelefoner, system för körassistans, underhållningssystem etc. För en bussförare kan IVIS vara system för biljettförsäljning, tidtabellssystem, radio för kommunikation etc.

I februari år 2018 infördes en ny lag i Sverige som innebar ett förbud mot handhållen telefonianvändning under färd i motordrivna fordon (SFS 2017:1284). Lagen går i linje med den forskning som finns om telefonianvändning under färd (se t.ex. Woo & Lin, 2001). Vad den nya lagen inte tar hänsyn till är att även handlös telefonianvändning kan inducera kognitiv distraktion (Recarte & Nunes, 2003), och exempelvis leda till en ökad risk att förare missar trafiksignaler (Strayer, Drews, & Johnston, 2003), eller att bromsbeteendet påverkas negativt (Treffner & Barrett, 2004). Även handlös telefonianvändning tycks alltså uppta arbetsminneskapacitet (Ross, o.a., 2014).

Vår arbetsminneskapacitet är begränsad (Proctor & Van Zandt, 2008; Sweller, 1988) och måste räcka till för såväl primära som sekundära köruppgifter för att inte bli överbelastad. Tidigare studier (Wood, Hartley, Furley, & Wilson, 2016) har funnit samband mellan arbetsminneskapacitet och förmågan att lösa sekundära uppgifter under bilkörning. Flera har även funnit att bilförare kör sämre samt har en nedsatt uppmärksamhet kopplad till den primära köruppgiften under sekundära auditiva (Chaparro, Wood, & Carberry, 2005), kognitiva (Ross, o.a., 2014), haptiska (Kircher, o.a., 2014; Strand & Tegelin, 2008) samt visuella (Blanco, Biever, Gallagher, & Dingus, 2006) uppgifter.

I denna studie vill vi undersöka hur bussförarens körbeteende påverkas av att lyssna på trafikutrop som sänds från trafikledning. Vi hypotetiserar att trafikutropen påverkar bussförarens arbetsminne på ett sådant sätt att en säkerhetsrisk föreligger vid mottagandet av dem under färd. Givet att utropen är kognitivt ansträngande att bearbeta, bör mindre arbetsminneskapacitet finnas tillgänglig att använda till bussförarens primära uppgift - att framföra bussen på ett säkert sätt för såväl medresenärer som medtrafikanter. Vi tror även att olika uttryckssätt kan påverka körbeteende olika mycket. För att undersöka vilka beståndsdelar av trafikutropen som belastar arbetsminnet mest kommer därför olika typer av trafikutrop att skapas. För att undvika den säkerhetsrisk som kan följa av verbal bearbetning under färd kommer studien utföras på Statens Väg- och Transportforskningsinstitut (VTI) i Göteborg, i deras nyaste och mest avancerade körsimulator *Sim IV*.

1.1 Bakgrund

Västtrafik hade under hösten 2017 identifierat ett potentiellt problem rörande bussförarens arbetsmiljö. Röster hade höjts internt på företaget om att de stödsystem som användes på bussarna var föråldrade och ointuitiva att använda och att detta kunde leda till onödig ökad stress och trötthet hos förarna. Dessutom var stödsystemen många, med ett unikt gränssnitt för varje system. Stödsystemen finns i förarhytten för att hjälpa förarna med att exempelvis: följa tidtabellen, sälja biljetter och få trafikinformation från trafikledningen via radio. Varje system har en tillhörande fysisk enhet som förarna interagerar med vid användning.

Västtrafik ville kartlägga och utforska möjligheten att de stödsystem som finns i bussarna för att hjälpa förarna i deras yrkesutövande faktiskt påverkar arbetsmiljön negativt. En semi-strukturerad intervjustudie inleddes därför, i vilken 28 bussförare intervjuades från tre olika partnerföretag med ansvar för busstrafiken i Göteborg (Nilsson & Söderholm Mullaart, 2017). Vi fann olika områden som bussförare upplevde som problematiska. Bland annat att de föredrar att ta del av störningsinformation gällande trafiken från Radio P4 framför att få samma information från den egna trafikledningen. Detta berodde enligt förarna på att 1) P4 talar tydligare och har bättre meningsstruktur på sina utrop och 2) P4 har bättre ljudkvalitet på sin sändningskanal. Kanalen som används mellan trafikledning och bussförare är brusig, och många anser att det är ansträngande att lyssna på trafikutrop på grund av detta. 3) Radio P4 är snabbare på att rapportera om trafikstörningar än trafikledningen. Många förare upplever att information som kommer från trafikledningen ofta kommer för sent, och därför inte är användbar när den når bussförarna.

Sammanfattningsvis kan man säga att många bussförare ansåg att kommunikationen med den egna trafikledningen fungerade undermåligt, och att den var i behov av förbättring.

1.1.1 Kommunikationskontext

I dagsläget använder sig Västtrafiks busspartnerföretag av Rakel (*RADioKOMMunikation för Effektiv Ledning*) för radiokommunikation mellan trafikledning och bussförare. Detta är samma radiokommunikationssystem som används av exempelvis svensk blåljuspersonal samt Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (Försvarsdepartementet, 2002).

Trafikledningen har som uppgift att genom trafikutrop informera om olyckor, vägarbete eller övriga trafikstörningar som kan påverka framkomligheten för kollektivtrafiken. Genom att upplysa om trafikstörningar kan bussförare planera sin rutt, och därmed öka säkerheten samt undvika förseningar.

Rakel används mest i envägskommunikation där trafikledare är avsändare och bussförare är mottagare av trafikutrop. I majoriteten av fallen når trafikutrop samtliga bussar som har gemensam trafikledning. Detta innebär att bussförare mottar meddelanden som inte berör dem eller på något sätt påverkar deras rutt. Förare har inte heller någon möjlighet att styra över informationsflödet. De kan inte själva bestämma när de ska motta trafikutrop, som sänds i realtid. Om de av någon anledning inte skulle uppfatta ett trafikutrop, exempelvis om de inte ännu har börjat sitt arbetspass, är på toaletten, eller är för distraherade för att kunna lyssna, finns ingen möjlighet för dem att se vilket utrop de har missat.

Om bussförare hör men inte förstår ett trafikutrop kan de kontakta trafikledningen och be om att få det upprepat eller förklarat. Det finns dock ingen möjlighet att återspela originalmeddelandet, utan uppringningen sker på bussförarens initiativ, och informationen ges genom tvåvägskommunikation. Bussförare kan även kontakta trafikledningen och inleda tvåvägskommunikation för att rapportera in störningar i trafiken, eller för att ställa frågor om tekniska problem rörande bussen de kör.

1.2 Syfte

Syftet med denna studie är att bidra med insikter om bussförarens arbetsmiljö som kan leda till förbättringar för yrkesgruppen. Till dags dato har mycket forskning gjorts inom *Human factors* som syftar till att förbättra förarmiljöer för bilförare, men enligt undertecknade har inte tillräckligt många studier undersökt hur kollektivtrafikens förare hanterar stressiga arbetspass med en ökande mängd informationssystem som omger dem.

Genom att använda oss av toppmoderna mätverktyg i VTI:s mest avancerade körsimulator kommer studiens reliabilitet att bli hög.

Ytterligare kan studiens resultat bidra med en ökad förståelse för hur lyssning/exponering för auditiv information påverkar körbeteende. Ett förändrat körbeteende kan indikera en förhöjd arbetsminnesbelastning, och därmed lämna föraren med mindre kognitiva resurser till övers för att kunna uppmärksamma kritiska aspekter i trafikmiljön. Förmågan att framföra fordonet försämras därmed vilket kan utgöra ett säkerhetsproblem.

Studiens resultat kan komma att uppmärksamma en problematik som finns idag gällande kommunikationen mellan trafikledning och bussförare. Genom att belysa denna problematik i seriös forskning med hög reliabilitet kan man motivera förändring inom området och skapandet av en standard för radiokommunikation inom kollektivtrafiken.

Eftersom samma radiokommunikationssystem används även inom andra områden finns det goda möjligheter att denna studie kan göra skillnad även för dessa. Exempelvis blåljuspersonal (polis, ambulans, brandkår etc.) som använder sig av Rakel, kan gynnas av kognitionsvetenskapliga perspektiv på kommunikation, där arbetsminnesbelastning undersöks och tas i beaktning. Då såväl bussförare som andra Rakel-operatörer rör sig bland allmänheten och på samma vägar som bilister, fotgängare och cyklister så har denna studie en potentiell samhällsnytta som sträcker sig bortom bussförarnas arbetsmiljö. En minskad arbetsminnesbelastning hos Rakel-operatörer i trafik innebär även en minskad säkerhetsrisk för alla andra som vistas i trafiken.

Vår studie kan ge en ökad förståelse för en utsatt yrkesgrupp, och vi anser att bussförare har gjort sig förtjänta av uppmärksamheten, då de arbetar i samhällets tjänst och bokstavligen får vardagen att rulla, varje dag.

1.3 Frågeställning

Tidigare forskning ger goda belegg för att auditiva sekundäruppgifter under färd kan påverka förarens körbeteende. Om de trafikutrop bussförare exponeras för påverkar deras förmåga att manövrera bussen på ett säkert sätt i trafiken så krävs förändringar i det sätt trafikledarna kommunicerar med bussförarna på. I denna studie försöker vi därför besvara frågan:

“Hur påverkas bussförarens körbeteende av trafikutrop?”

Forskningsfrågan implicerar dels att körbeteende kan påverkas av exponering för auditiv information under färd, men även att det kan vara trafikutropens beståndsdelar i sig som ger upphov till förändrat körbeteende. I syfte att få en djupare förståelse för vilken information trafikutrop innehåller samt på vilka sätt utropen är utformade, inleddes datainsamling av utrop. Efter analys av trafikutropen fann vi mönster i hur trafikutropen utformas som hjälpte oss nyansera forskningsfrågan vidare.

Långa trafikutrop, mätt i duration och antal ord, innehöll inte nödvändigtvis mer information än kortare. De tycktes snarare bli längre på grund av semantisk repetition, d.v.s. att informationen upprepades. Av denna anledning ville vi undersöka 1) hur körbeteende påverkas av meddelandets längd och 2) om semantisk repetition påverkar körbeteende, oavsett längd på meddelande. Den ursprungliga forskningsfrågan fick därmed ett tillägg:

“Hur påverkas bussförarens körbeteende av repetitiva utrop?”

Eftersom kommunikationssystemet är utformat på ett sätt som gör att partnerföretags samtliga bussförare nås av alla de trafikutrop som sänds är det intressant att undersöka hur förare påverkas av meddelanden som inte berör deras busslinje. Vi vill därför jämföra skillnaden i körbeteende mellan utrop som berör förare och utrop som inte berör dem. Om ett meddelande berör en förare förutsätter vi att informationen är relevant och att de således måste lyssna på meddelandet. Om det inte berör föraren kan utropet ses som irrelevant och således distrahera föraren i onödan. Eftersom varje trafikutrop potentiellt kan beröra förarna måste de dock lyssna på utropet innan de kan göra den bedömningen. För att testa detta formulerades tillägsfrågan:

“Hur påverkas bussförarens körbeteende av trafikutrop i vilka det är otydligt vem utropet berör?”

För att kunna extrahera effekten på körbeteende av trafikutrop i vilka mottagaren är otydlig eller innehållet repeteras så behöver vi jämföra körbeteende vid dessa utrop med utrop som inte innehåller samma beståndsdelar. Vi är därför intresserade av att jämföra körbeteendet vid exponering för ovan nämnda trafikutrop med ”neutrala” trafikutrop, d.v.s. utrop som tydligt adresserar mottagare i början av meddelandet, samt endast presenterar utropets innehåll en gång.

Efter nyansering av den ursprungliga forskningsfrågan formulerades följande forskningsfrågor:

1. *Hur påverkas bussförarens körbeteende av:*
 - a. *repetitiva trafikutrop?*
 - b. *trafikutrop i vilka det är otydligt vem utropet berör?*
 - c. *neutrala trafikutrop*

Ovanstående frågeställning gör antagandet att alla trafikutrop belastar arbetsminnet i någon mån, eller påverkar körbeteendet i trafiken. Givetvis kan vi inte uttala oss om trafikutrops allmänna påverkan på bussförarens kognition utan empiriska stöd. Vi måste därför även undersöka hur trafikutrop överlag påverkar bussförarens körbeteende, och om vi kan finna stöd för att arbetsminnet belastas vid exponering för dessa. Av denna anledning måste vi undersöka körbeteendet under tiden de *inte* exponeras för trafikutrop, och jämföra detta med övriga data. Detta kommer kunna ge svar på frågan om trafikutrop utgör en eventuell säkerhetsrisk vid exponering. Om bussförarens körbeteende är sämre vid exponering indikerar det att deras arbetsminne är belastat, vilket i en komplex trafiksituation kan utgöra en säkerhetsrisk, då de inte själva kan bestämma när de ska exponeras för meddelandet.

Vi måste addera ytterligare en aspekt till vår forskningsfråga:

2. *Hur är bussförarens körbeteende när de inte exponeras för trafikutrop?*

2 Teori

Bussförarens perceptuella uppmärksamhet måste ständigt vara aktiv för att kunna upptäcka förändringar i trafikflödet såsom inbromsningar från framförvarande bilar, cyklister som korsar vägen och andra hinder som kan uppstå. Det är viktigt att deras situationsmedvetenhet (se: *situational awareness*), d.v.s. deras perception och förståelse för sin omgivning, ständigt är uppdaterad och överensstämmande med den trafiksituation som de för närvarande befinner sig i. Detta för att de ska kunna manövrera bussen på ett effektivt och säkert sätt. Skapandet och upprätthållandet av situationsmedvetenhet är en aktiv kognitiv process som involverar förvärvande, uppdaterande, integrering samt behållandet av likväl temporal som spatial information (Endsley, 1995; Johannsdottir & Herdman, 2010). Processen är starkt kopplad till en människas arbetsminneskapacitet som avgör hur hög grad av situationsmedvetenhet en person är förmögen att ha i varje givet tillfälle.

Arbetsminnet syftar till det system som ligger till grund för komplex kognitiv aktivitet som kräver bevarande och behandling av information under kort tid. Enligt Baddeley (2015) består arbetsminnet av fyra huvudsakliga komponenter som samarbetar för att bearbeta olika typer av information. Komponenterna är a) Centrala exekutiven, b) Visuospatala skissblocket, c) Fonologiska loopen och d) Episodiska bufferten.

- Centrala exekutiven är ett uppmärksamhetsstyrande system som samordnar över de andra komponenterna.
- Det visuospatala skissblocket bearbetar visuospatal information och är således viktig för rumslig orientering. I det visuospatala skissblocket möts sensorisk information med lagrad information från långtidsminnet, och skissblocket binder samman dessa beståndsdelar för att skapa en sammanhållen bild.
- På samma sätt som skissblocket behandlar och bevarar visuospatal information så bearbetar den fonologiska loopen auditiv information. Den vanligaste formen av auditiv information som bearbetas är verbal.
- Den episodiska bufferten kan beskrivas som länken mellan arbetsminnet och långtidsminnet och fyller således en viktig funktion för att de övriga komponenterna ska fungera.

Varje stund i en dynamisk miljö, som den bussförarna arbetar i, innehåller mycket information som sinnena fångar upp. Myriaden av intryck måste filtreras för att ta reda på vad som är relevant i varje given situation. Utöver att arbetsminnet styr uppmärksamhetens riktning begränsar systemet även hur mycket som kan uppmärksammas samtidigt. Människans arbetsminne har begränsade resurser vilket innebär att en begränsad del information kan bearbetas samtidigt.

Wickens (1984) och Baddeley (1986) menar att arbetsminnets resurser är uppdelade i modalspecifika pooler. Detta innebär att beroende på vilken modalitet som används för att lösa en uppgift så kommer den modalitetens resurstyp användas. Om två separata uppgifter utförs samtidigt och förlitar sig på samma modalitet (t.ex. visuell) kommer arbetsminnets kapacitet överbelastas vilket leder till en minskad prestationsförmåga för en eller båda uppgifterna. Om de två separata uppgifterna däremot förlitar sig på olika modaliteter (t.ex. visuell och auditiv) kommer prestationsförmågan enbart påverkas om en eller båda uppgifterna är så ansträngande att de dränerar sina resurser (Wickens, 1984). Även en uppgifts komplexitet påverkar hur mycket resurser som krävs för att utföra den. Upprepning och träning av en svår uppgift kan dock öka resurseffektiviteten vilket leder till mindre ansträngning. Ett beteende kan bli automatiserat och utföras utan att medvetet uppmärksammas (Baddeley A. , 2015). I bussförarens arbetssituation finns många moment som kan inducera hög arbetsminnesbelastning, men för erfarna förare som utfört dessa moment flera gånger bör belastningen vara lägre än för nybörjare. Om trafikutrop visar sig belasta arbetsminnet bör nya förare därför påverkas mer än erfarna.

3 Tidigare forskning

3.1 In-Vehicle Information Systems (IVIS)

I och med en ökande användning av IVIS har många intresserat sig för hur dessa påverkar trafiksäkerheten. Eftersom IVIS inte syftar till att underlätta för en förarens primära uppgift - att framföra fordonet på ett säkert sätt - så brukar användandet av ett sådant system falla under kategorin sekundäruppgift under färd. Sekundäruppgifter under färd kan emellertid omfatta andra saker, såsom att föra en konversation med medpassagerare (Kazumitsu, Takahiro, Seiji, & Youichi, 2010; Sayer, Devonshire, & Flannagan, 2005), bearbeta auditiv information (Chaparro, Wood, & Carberry, 2005) eller utföra motoriska handlingar som att reglera temperaturen, eller mata ungar i baksätet (Macy, Carter, Bingham, Cunningham, & Freed, 2014).

Studier har funnit att sekundäruppgifter under färd är distraherande och påverkar förarens uppmärksamhet och körbeteende negativt (Yang, McDonald, & Zheng, 2010; Ross, o.a., 2014). En källa för distraktion från en sensorisk modalitet kan påverka uppmärksamheten för en annan, något som förklaras av teorier om arbetsminnet och dess begränsade kapacitet (t.ex. Baddeley, 1986). Även bearbetning av auditiv information kan alltså påverka förarens körbeteende negativt (Chaparro, Wood, & Carberry, 2005), och exempelvis göra att föraren inte lägger märke till omgivande bilar (Gugerty & Tirre, 2000), reagerar långsammare på trafikskyltar (Strayer, Drews, & Johnston, 2003) och kan ge upphov till s.k. ”förändringsblindhet” (se: *inattentional blindness*) (Strayer & Johnston, 2001).

3.2 Telefonianvändning

Forskning som har gjorts på handlös telefonianvändning under färd bekräftar ovan beskrivna bild. I en översiktsartikel om telefonianvändning under färd fann Ishigami & Klein (2009) att såväl handhållen som handlös telefonianvändning har en negativ påverkan på körbeteende. I de jämförda studierna hade handlös telefonianvändning sällan en mindre påverkan på körbeteende jämfört med handhållen. I vissa studier fann man dessutom att förare kompenserade för telefonianvändningens negativa effekter vid handhållen telefonianvändning, men inte vid handlös. Ishigami & Klein (2009) menar att detta indikerar att handlös telefonianvändning under färd faktiskt kan vara mer farlig än handhållen. Flera andra studier har bekräftat att handlös telefonianvändning under färd inte tycks vara säkrare än handhållen (se t.ex. Redelmeier & Tibshirani, 1997), men hittills har inget land förbjudit handlös telefonianvändning under färd.

Att lyssna på radio under färd påverkar emellertid inte körbeteende negativt på samma sätt som telefonianvändning, något som indikerar att det inte enbart är talproduktion som belastar arbetsminnet under ett telefonsamtal. Förare kan vid behov inhibera radiolyssning och rikta sin uppmärksamhet mot vägen (Strayer & Johnston, 2001).

Bussförare som lyssnar på ett trafikutrop har samma val, men konsekvensen av att ignorera ett trafikutrop är värre - trafikutropen kan innehålla viktig information för deras yrkesutövande. Gherri och Eimer (2010) undersökte om aktiv lyssning kan påverka visuell uppmärksamhet under färd. Aktiv lyssning syftar till processen att rikta uppmärksamheten för att förstå och memorera ett meddelande. De fann att aktiv lyssning starkt påverkar visuell uppmärksamhet. Studiens resultat går emot den tidigare uppfattningen om att visuell uppmärksamhet enbart påverkas av talproduktion. Försämrat körbeteende vid telefonsamtal tycks alltså inte enbart påverkas av kognitivt resurskrävande processer som verbal bearbetning eller talproduktion, utan även av vikten föraren lägger vid att ta till sig information.

Studier som jämfört telefonsamtal med passagerarsamtal i bilen kom fram till att telefonsamtal påverkar körbeteende avsevärt mer (Drews, Pasupathi, & Strayer, 2008). Vanligtvis förklaras detta med att förare och passagerare har delad uppmärksamhet på vägen (se: *shared attention*) (Gherri & Eimer, 2010) Om trafiksituationen intensifieras kan samtalsparterna enkelt minska interaktionen tills situationen är löst. I telefonsamtal saknas delad uppmärksamhet då samtalets ena part inte har tillgång till trafiksituationen. Således ökar risken för auditiv distraktion vid trafiksituationer i vilka föraren hade behövt rikta sin fulla uppmärksamhet mot den primära köruppgiften.

Det tycks råda konsensus kring att den ökade användningen av IVIS är ett säkerhetsproblem i trafiken, och distraherade förare har visats orsaka en stor andel av de olyckor som sker i trafiken (Wierwille & Tijerina, 1996; Ranney, Mazzae, Garrott, & Goodman, 2000). Vad som vidare behöver undersökas är *på vilket sätt* sekundäruppgifter påverkar förare under färd: vilka påverkar mest, vilka är mer harmlösa mot arbetsminnet etc. Detta är viktigt att fastställa för att nya IVIS ska kunna utvecklas som belastar förarens arbetsminne så lite som möjligt.

3.3 Mått på körbeteende

Att framföra ett fordon är en komplicerad handling som består av flera uppgifter som föraren är tvungen att utföra för att framföra fordonet på ett säkert sätt. Det finns med andra ord ingen enskild parameter som mäter körbeteende eller förardistraktion. I en översiktsartikel av (Papantoniou, Papadimitriou, & Yannis, 2017) presenteras kvantitativa parametrar som anses vara mått på hur körbeteende påverkas av distraktioner.

3.3.1 Longitudinella mätpunkter

Två vanliga longitudinella parametrar som används för att mäta förardistraktion är *hastighet* och *avstånd till framförvarande fordon* (se *headway*). Det finns en tydlig och väletablerad korrelation mellan hastighet och olycksrisk (Papantoniou, Papadimitriou, & Yannis, 2017). Vid ökad hastighet blir fordonet mer svårkontrollerat och förare måste reagera snabbare för att hinna undvika farliga situationer. Exempel på hastighetsrelaterade mått som används i körstudier är: genomsnittshastighet, maximal hastighet samt hur mycket hastigheten varierar över tid. Distraherade förare tillämpar ofta kompensatoriska strategier för att återfå kontroll över en körsituation som upplevs osäker (Papantoniou, Papadimitriou, & Yannis, 2017). En sådan strategi är att sänka fordonets hastighet för att öka den ”tillgängliga” reaktionstiden.

Papantoniou o.a. (2017) citerar Haigney, Taylor, & Westerman (2000), Rakauskas, Gugerty, & Ward (2004), Yannis, Papadimitriou, Karekla, & Kontodima (2010) och Beede & Kass (2006) som har undersökt telefonsamtals påverkan på körbeteende och funnit att förarens hastighetsvariation tenderar att öka under telefonsamtal.

Avstånd till framförvarande fordon betraktas som ett mått på hur stort säkerhetsavstånd förare accepterar (Papantoniou, Papadimitriou, & Yannis, 2017). Ett kort avstånd till framförvarande fordon är ett riskabelt körbeteende eftersom tillgänglig reaktionstid minskar om en trafikolycka skulle inträffa, eller att det framförvarande fordonet gör en kraftig inbromsning. Utöver det försämras också förarens sikt framåt vilket försvårar identifiering av eventuella hinder på väg och således påverkas även färdplanering negativ. Ett kort avstånd tolkas alltså vanligtvis som ett indikament på försämrad prestationsförmåga. En kompensationsstrategi för förare som är distraherade av telefonsamtal är att de ökar avståndet till framförvarande fordon (Ranney, Harbluk, & Noy, 2005; Strayer, Drews, & Johnston, 2003).

3.3.2 Laterala mätpunkter

Två laterala mått på distraktion är: *lateral position* och *rattrörelser*. *Lateral position* (se: *lane keeping*) syftar till fordonets position när det rör sig i sidled, i förhållande till körfältets mittpunkt, och är ett starkt mått på körfältshållning. Enligt Engström, Johansson & Östlund (2005) leder kognitiv belastning inducerad av sekundäruppgifter till att fordonets laterala position centreras. Alla sorters sekundäruppgifter tycks dock inte påverka körfältshållning. Till skillnad från visuella och kognitiva distraktioner har telefonianvändning (auditiv distraktion) visat sig ha minimal påverkan på körfältshållning (Horrey & Wickens, 2006; Caird, Willness, Steel, & Scialfa, 2008). Fyndet kan tolkas som att bibehållande av lateral position förlitar sig på modalspecifika resurser.

Det finns mått på rattkontroll (se: *steering performance measure*) och rattrörelser som kan indikera arbetsminnesbelastning (Papantoniou, Papadimitriou, & Yannis, 2017).

Odistraherade förare korrigerar bilens position med små och kontrollerade rattrörelser (Regan, Lee, & Young, 2008; Brooks, Tyrrell, & Frank, 2005). Distraherade förare däremot, tenderar att korrigera bilens position med stora och långa rörelser, och kan göra plötsliga rörelser om de finner sin körfältsposition avvikande från den önskade positionen. Ett mått på rattrörelser (se: *steering wheel reversal rate*) under färd kan alltså indikera kognitiv belastning vid distraktion.

4 Metod

4.1 Insamling och analys av trafikutrop

4.1.1 Urval:

För att få tillgång till trafikutrop kontaktade vi följande partnerföretag till Västtrafik som ansvarar för busstrafik i Göteborg och tillhandahåller trafikledning: Keolis och GS-Buss. Dessa företag gav oss skriftlig tillåtelse att spela in och analysera samtliga trafikutrop som sändes under perioden 9/3 – 26/3 2018.

4.1.2 Utrustning

- *Radioenhet:* För att över en lyssningsbar kanal kunna ta del av de krypterade trafikutrop som sänds i radiosystemet Rakel (RAdio Kommunikation för Effektiv Ledning) använde vi oss av en handhållen Rakel-enhet.
- *Inspelningsenhet:* Rakel-enheten kopplades med kabel till en ljudinspelare av märket ZOOM för att möjliggöra inspelning av trafikutrop precis som de låter i bussarnas Rakel-enheter. Detta säkerställde även att omgivande brus inte fann sin väg in till våra inspelade utrop.

4.1.3 Transkribering av trafikutrop

För att kunna analysera trafikutropen i skreven text genomfördes transkribering av ljudinspelningarna. Då vi enbart var intresserade av vilken information trafikutropen innehöll valde vi följande avgränsningar:

- Prosodiska aspekter i utropen som stakningar, intonation samt rytm behandlades inte.
- Ord som inte kunde uppfattas på grund av utropens ljudkvalitet antecknades som "ohörbara". Om ett meddelande innehöll flera ohörbara ord och detta ledde till att meddelandet inte kunde förstås räknades hela meddelandet som ett bortfall.
- Meddelande/ljud som uppstått på grund av tekniska problem räknades som bortfall.

Sammanlagt transkriberades 119 trafikutrop varav 17 räknades som bortfall vilket lämnade 102 meddelanden för analys. Medelvärde för antal ord per trafikutrop var 75 och medellängden var 34 sekunder. Det längsta trafikutropet varade i 147 sekunder och det kortaste i 9 sekunder.

4.1.4 Analys av transkriberade trafikutrop

Eftersom trafikutropens uttryckssätt skulle kunna vara en bidragande faktor till ökad kognitiv belastning utgick analysen från att hitta sådana beståndsdelar av trafikutropen som potentiellt kan vara kognitivt krävande att bearbeta. En faktor vi sökte efter var trafikutropens duration i relation till mängden information de innehöll. Detta ansågs intressant eftersom mer information att bearbeta kräver mer kognitiva resurser. Stora informationsmängder att bearbeta leder enligt tidigare nämnda teorier till att minskad situationsmedvetenhet och påverkar därmed körförmågan negativt.

Efter analysen kunde vi konstatera att en vanligt förekommande anledning till att trafikutrop blev långa både räknat i ord och duration, var att redan presenterad information repeterades. Den vanligaste formen av repetition var semantisk, det vill säga att trafikledaren uttryckte samma information flera gånger, fast med andra ord. Syntaktisk repetition, det vill säga ordagrann repetition var ovanlig. För de flesta längre trafikutrop repeterades samtlig information flera gånger, men inget tydligt mönster fanns för vilken information som repeterades, eller i vilken ordning.

4.2 Simulatorstudie

En simulatorstudie med en 3x2x2 mixad design utfördes hos VTI Göteborg för att jämföra bussförarens körbeteende vid exponering för olika typer av trafikutrop.

4.2.1 Skapade trafikutrop

För att undersöka körbeteende vid exponering för trafikutrop under färd skapades fyra realistiska trafikscenarier, som beskrevs på olika sätt i 12 trafikutrop. Varje scenario genererade alltså tre utrop vardera. Innehållet i de skapade utropen baserades på de utrop som tidigare analyserats. Saker som uttrycksstil, duration, förkortningar såsom "Hjalmar" istället för "Hjalmar Brantings plats" och artighetsfraser, efterliknades för att ge autenticitet till de skapade utropen. Utropen spelades även in av en före detta trafikledare med mycket radiokommunikationsvana, något som ytterligare ökade utropens autenticitet.

För exempel på skapade trafikutrop, se bilaga 1.

4.2.2 Mellangruppsvariabel

Studiens mellangruppsvariabel var *uttrycksätt*, och hade tre nivåer:

- a) *Repetitiva trafikutrop*: Repetition avsåg i vårt fall semantisk repetition. I repetitiva trafikutrop upprepades utropens innehåll en gång, samt i en annan ordning än den först blivit presenterad i.
- b) *Trafikutrop med otydlig mottagare*: Ett meddelande bedömdes ha en otydlig mottagare om det inte specificerades i början av utropet vem som berördes av det. I skapade trafikutrop av denna nivå presenterades mottagaren i slutet av utropen.
- c) *Neutrala trafikutrop*: I neutrala utrop presenterades mottagaren i början av utropet, och ingen repetition förekom.

4.2.3 Inomgruppsvariabler

Två av de skapade trafikutropen innehöll fler ord och blev därför längre. Vi kallade dessa för *långa trafikutrop*. Resterande två kallades för *korta trafikutrop*.

Det ena av de två långa utropen konstruerades på ett sådant sätt att innehållet var relevant för den busslinje som skulle köras i simulatorm. Det andra långa utropet innehöll, för samma busslinje, irrelevant störningsinformation. Samma fördelning gjordes för de två korta utropen. Ett utrop var relevant för den busslinje som skulle köras, och det andra var irrelevant.

Dessa fyra olika typer av utrop kan delas in i två inomgruppsvariabler, med två nivåer vardera:

Variabel 1: Duration

- 1) *Långa trafikutrop*: Ett långt trafikutrop var ett trafikutrop som för repetitiva utrop varade i 40–47 sek. Utrop med otydlig mottagare och neutrala utrop varade i 26–29 sek.
- 2) *Korta trafikutrop*: Ett kort trafikutrop var ett trafikutrop som för repetitiva utrop varade i 27–33 sek. Utrop med otydlig mottagare och neutrala utrop varade i 16–17 sek.

Variabel 2: Relevans

- 1) *Relevanta trafikutrop*: Relevanta trafikutrop var trafikutrop som innehöll information som berörde försöksdeltagarens linje/körväg.
- 2) *Irrelevanta trafikutrop*: Irrelevanta trafikutrop var trafikutrop med information som berörde andra busslinjer/körvägar än den som försöksdeltagaren körde.

4.2.4 Experimentdesign

Tabell 1: Tabell över samtliga unika trafikutrop som skapades. Utrop 1–3 är Korta och Relevanta, 4–6 Korta och Irrelevanta, 7–9 Långa och Relevanta och 10–12 Långa och Irrelevanta. Det finns tre varianter av varje typ av trafikutrop: Repetitiva utrop, utrop med Otydlig Mottagare och Neutrala utrop. Med andra ord: trafikutrop på samma rad (t.ex. 1–3) innehåller samma störningsinformation, men uttrycks på olika sätt. Samtliga skapade utrop finns i bilaga 1.

	<i>Repetitiva trafikutrop</i>	<i>Otydlig Mottagare</i>	<i>Neutrala trafikutrop</i>
<i>Korta Relevanta</i>	1	2	3
<i>Korta Irrelevanta</i>	4	5	6
<i>Långa Relevanta</i>	7	8	9
<i>Långa Irrelevanta</i>	10	11	12

Då repetitiva meddelanden i sin natur har en längre duration än neutrala utrop och utrop med otydlig mottagare, ville vi undersöka om det var repetitionen i sig själv, eller meddelandets duration som påverkar körbeteendet – om körbeteendet påverkas. Av denna anledning skapades inomgruppsvariabeln *duration*, med nivåerna *långa utrop* och *korta utrop*.

Om en bussförare lyssnar på ett trafikutrop med en otydlig mottagare så finns risken att bussföraren först i slutet av meddelandet får veta om utropet var relevant eller inte. Bussföraren tvingas då att aktivt lyssna för att ta del av utropets innehåll, oberoende av huruvida innehållet är avsett för honom/henne eller till en annan busslinje. Vi ville undersöka om utrop som är relevanta för bussförare påverkar deras körbeteende lika mycket som de som är irrelevanta – om körbeteendet påverkas. Av denna anledning skapades inomgruppsvariabeln *relevans*, med nivåerna *relevant* och *irrelevant*.

4.2.5 Deltagare

30 professionella bussförare (26 män och 4 kvinnor)¹ som var anställda av bussföretaget Keolis deltog i experimentet. Samtliga förare körde buss i Göteborgs stadstrafik till vardags. Förarnas medelålder var 48,8 år ± 11,1, de hade i genomsnitt haft körkort, klass D i 14,5 år ± 11,7 år. 11 förare hade svenska som modersmål, och av de som var födda utomlands hade en försöksdeltagare bott i Sverige mellan två och fyra år och resterande 18 i längre än fyra år. Samtliga deltagare erhöll en ersättning på 1350 SEK för deltagande i studien.

4.2.6 Etik

Samtliga deltagare fick läsa en kort text om studiens syfte (Bilaga 2), samt blev informerade om det eventuella obehag som kan uppstå vid körning i simulator. De blev informerade om att de inte var tvungna att fullfölja studien och att de kunde avbryta körningen när som helst utan konsekvenser. Deltagarna informerades om att de monitorerades under hela experimentet i syfte att säkerställa deras välmående. De fick fylla i en blankett med allmänna frågor rörande ålder, kön, hur länge de har haft busskörkort, etc. (Bilaga 3). Slutligen fick de lämna sitt samtycke till att de medverkade i studien, samt att deras uppgifter sparades för att användas i forskningssammanhang (Bilaga 4). Bilaga 3 och 4 arkiverades för förvaring i VTI:s arkiv för personuppgifter i Linköping.

4.2.7 Simulator

Studien utfördes i VTI:s nyaste och mest avancerade körsimulator med rörlig plattform, *Sim IV*. Den rörliga plattformen gör det möjligt att simulera de krafter som förare utsätts för under körning. *Sim IV* kan röra sig i sidled, framåt och bakåt. Kabinen kan även lutas i alla riktningar och på så sätt simulera långsam acceleration, hastighetsminskning samt vägkurvatur. Den rörliga plattformen genererar även vibrationer för simulering av olika vägunderlag och vägkvaliteter. För en mer utförlig beskrivning av *Sim IV*:s specifikationer, se Jansson, o.a., (2014).

En Volvo FH16-kabin monterades på plattformen, för att bättre efterlikna de köregenskaper en buss har, detta eftersom både kabinen och tillhörande mjukvarukod innehåller fordonsdynamiken för ett långt (7,85 meter), brett (2,4 meter) och tungt (40 ton) fordon .

¹ Könsfördelningen i studien motsvarar den som finns i bussbranschen enligt Sveriges Bussföretag (2018)

Tabell 2: Specifikationstabell över Sim IV.

RÖRELSESYSTEM	
Pitch (grader)	± 16.5
Roll (grader)	± 16.5
LINJÄRSYSTEM	
Amplitud	$\pm 2,5 / \pm 0,31$ (surge) $\pm 3,0 / \pm 0,32$ (sway)
Hastighet (m/s)	$\pm 2,0 / \pm 0,8$ (surge) $\pm 3,0 / \pm 0,8$ (sway)
Acceleration (m/s ²)	$\pm 5,0 / \pm 6,5$
VISUALISERINGSSYSTEM	
Synfält (grader)	> 180
Backspeglar (LCD-skärmar)	3
Genomsnittlig upplösning (bågminut/linjepar)	5,0 horisontellt Och 2,5 vertikalt
KABIN	Volvo FH16



Figur 1: Bild på Sim IV, tagen av författarna.

4.2.8 Beroende variabler och operationella definitioner

De beroende variabler som användes i studien var den longitudinella mätvariabeln *hastighet*, samt de laterala mätvariablerna *rattrörelse* samt *fordonets laterala position*. Samtliga mått samlades in med en frekvens på en mätpunkt var femte millisekund. En sekunds färdtid i simulatoren motsvarade alltså 200 datapunkter. Samtliga operationaliseringar av de beroende variablerna baserades på rekommendationer som återfinns i (Society of Automotive Engineers, 2015) för fordonsbaserade mått.

4.2.8.1 Hastighet // Speed

Fordonets longitudinella hastighet mäts i m/s (25 m/s motsvarar 90 km/h).

4.2.8.2 Körfältsposition // Lateral lane keeping

Lateral distans mäts i meter och är sträckan som fordonets mittpunkt förflyttar sig sidledes, i förhållande till vägens mittlinje.

4.2.8.3 Rattrörelser // Steering wheel reversal rate

En rattrörelse definieras som en förändring av rattens riktning. För att en rattrörelse ska räknas måste den ha skett i motsatt riktning och minst en grad.

4.2.9 Körsträcka

I studien användes en tvåfilig landsväg på 30km som körsträcka där trafik kan färdas i båda riktningar. Körsträckan bestod av 3 x 10km identisk körväg, d.v.s. med samma kurvatur, körfältsbredd (3,25 meter), kupering, hastighetsbegränsning (90 km/h) samt väderlek. För att försöksdeltagarna inte skulle uppleva vägen som onaturlig och repetitiv förändrades den omgivande miljön varje varv. Under de tre varven förändrades trädensiteten och typ av växtlighet på motsvarande positioner. Väderleken sattes till lätt dimma i syfte att försvåra sikten för förarna, men även för att de inte skulle känna igen den återkommande vägsträckan.

En framförvarande bil programmerades att ligga framför lastbilen från och med 1100 meter till slutet av körningen. Den var programmerad på så sätt att den kompenserade för förarens accelerationer och decelerationer fast fördröjt, för att inte verka onaturlig i sitt beteende. Anledningen till varför den framförvarande bilen användes var för att simulera en naturlig trafiksituation i vilken kompensatoriska körbeteenden kan behöva tillämpas.

4.2.10 Mätintervall

För att kunna avgöra om de oberoende variablerna påverkar körbeteendet skapades en referenskörning utan distraherande variabler, kallad *baseline*. Eftersom körvägen var identisk för varje varv valdes 2 positioner per varv där utropen skulle spelas upp. Två positioner per varv resulterade i 6 positioner totalt. Positionerna valdes baserat på 1) temporal distans - utropen skulle inte komma för tätt inpå varandra, samt 2) liknande vägegenskaper. Eftersom det längsta utropet varade i 47 sekunder samlades körbeteendedata in under 47 sekunder vid varje mättillfälle. Detta gjordes för samtliga positioner. Vid en hastighet på 90 km/h färdas fordonet ca 1170m på 47 sekunder.

Tabell 3: Samtliga positioner vid vilka körbeteendedata samlades in. Datainsamlingen inleddes vid angivna positioner och fört gick i 47 sekunder.

Varv	Position 1	Position 2
1)	Baseline 1 2875 m	Baseline 2 7200 m
2)	Utrop 1 12 875 m	Utrop 2 17 200 m
3)	Utrop 3 22 875	Utrop 4 27 200

4.2.11 Procedur

Varje försöksdeltagare fick läsa en kort instruktionstext som beskrev deras uppgift i simulatorn (se Bilaga 2). Efter att ha fyllt i en blankett om personliga uppgifter (Bilaga 3), fick de lämna skriftligt samtycke på att den data som erhöles av dem i studien får användas i forskningssyfte (Bilaga 4). För att försäkra oss om att försöksdeltagarna lyssnade på utropen i simulatorn informerades de om att ett simulerat förarbyte skulle ske efter körningen, vid vilket föraren skulle kunna informera en kollega om saker som rör linjen.

Efter en kort genomgång av hur simulatorn fungerar samt kalibrering av eye-tracking-kameror², startades en övningskörning. Övningskörningen varade i tre minuter och sträckan var en raksträcka under vilken försöksdeltagarna ombads accelerera och bromsa lätt för att bekanta sig med simulatorns kördynamik. Om försöksdeltagarna inte hade några ytterligare frågor när övningskörningen var avklarad, inleddes det riktiga testet.

Försöksdeltagarna startade körningen stillastående, på den landsväg de skulle köra på under experimentet. Efter 900 meter kom en hastighetsskylt som visade att den tillåtna hastigheten var 90km/h. Efter 1100 meter körde försöksdeltagarna ikapp en bil, som var programmerad att ligga framför förarna under resten av körningen, med ett minimumavstånd mellan fordonen på 75 meter. Om försöksdeltagarna accelererade eller bromsade, så gjorde även den framförvarande bilen det fast fördröjt, för att inte föraren skulle uppleva det imiterade beteendet som suspekt eller onaturligt³.

Under varv 1 mättes försöksdeltagarnas körbeteende vid två tillfällen under 47 sekunder per tillfälle. Under båda dessa tillfällen körde försöksdeltagarna i tystnad, och medelvärde på deras körbeteende under båda mättillfällena användes som *baseline*-mått.

Under varv 2 och 3 mättes försöksdeltagarnas körbeteende vid fyra tillfällen, på motsvarande positioner samt under lika lång tid som baseline-måtten. Vid dessa mättillfällen exponerades förarna för trafikutrop. Varje förare fick höra fyra trafikutrop, som samtliga antingen tillhörde

² Ögondata samlades in från försöksdeltagarna i syfte att mäta arbetsminnesbelastning vid exponering för trafikutrop. Pupillometriska mått samt mått på antal sackadrörelser ansågs särskilt intressanta då dessa anses direkt kunna indikera arbetsminnesbelastning. Analysen av ögondata utblev dock som en följd av tidsbrist.

³ Vi märkte tidigt under studien att många förare upplevde avståndet till framförvarande bil som för kort, varför de bromsade in när de närmade sig den. Eftersom de körde ikapp bilen i ett tidigt skede av körningen hann vi instruera dessa försöksdeltagare via mikrofon att de skulle accelerera till 90km/h innan de nådde position 1.

mellangruppernivån *Repetitiva trafikutrop*, *Trafikutrop med otydlig mottagare* eller *Neutrala trafikutrop*. De fyra utropen var 1) *Kort relevant utrop*, 2) *Kort irrelevant utrop*, 3) *Långt relevant utrop* och 4) *Långt irrelevant utrop*. Ordningen på de olika utropstyperna balanserades med en Latinsk kvadrat.

Körningen varade i ca 23 minuter varefter förarna fick stanna bilen, testet avslutades och de kunde lämna simulatoren.

5 Resultat

I syfte att undersöka huruvida det fanns en skillnad i körbeteende under exponering för de skapade trafikutropen och under tystnad (baseline), utfördes en 3x5 two-way mixed ANOVA i SPSS för varje beroendemått⁴. En ny inomgrupp med 5 nivåer skapades alltså för ändamålet, innehållande samtliga skapade utrop samt baseline. Analyserna undersökte även skillnad i körbeteende mellan mellangrupsnivåerna 1) Repetitiva utrop, 2) Otydlig Mottagare och 3) Neutrala utrop.

Om inget annat anges nedan så uppfylldes antagandet om normalitet, enligt Shapiro-Wilks normalitetstest ($p > 0,05$). Även kraven på homogen varians uppfylldes enligt Levenes test ($p > 0,05$), och kovarians ($p > 0,05$) enligt Box test, om inget annat anges.

5.1 Laterala mått

5.1.1 Antal ratt rörelser (Steering Wheel Reversal Rate)

En boxplotanalys visade 6 outliers i datasetet som låg 1,5 boxlängder ifrån kanten. Dessa behölls i vidare analys. Mauchly's sfäricitetstest indikerade att antagandet om sfäricitet uppfylldes $\chi^2(9) = 4,718$, $p = 0,859$.

En huvudeffekt av skapade utrop och baseline hittades, $F(4,108) = 4,310$, $p < 0,005$, partial $\eta^2 = 0,138$. Antal ratt rörelser för baseline ($M = 28,7 \pm 1,694$) var signifikant fler än för nivån Korta Irrelevanta utrop ($M = 25,0 \pm 1,713$) och Långa Irrelevanta utrop ($M = 25,6 \pm 1,675$). Ingen signifikant skillnad fanns mellan mellangrupsnivåerna, $F(2,27) = 0,553$, $p = 0,582$, partial $\eta^2 = 0,039$.

Tabell 4: Genomsnittligt antal ratt rörelser vid exponering för trafikutrop samt under baseline-körning.

	Uttryckssätt			Mean
	Repetitivt utrop	Otydlig Mottagare	Neutralt utrop	
Skapade utrop	Antal (M)	Antal (M)	Antal (M)	
Kort Relevant	28,6	25,9	25,9	26,8
Kort Irrelevant	28,2	23,0	23,8	25,0
Långt Relevant	30,7	27,1	22,8	26,8
Långt Irrelevant	26,6	26,9	23,3	25,6
Baseline	30,3	27,6	28,2	28,7
Mean	28,9	26,1	24,8	

⁴ MATLAB R2017b användes för att extrahera beroendemåtten från position 1–6 i rådatan.

5.1.2 Standardavvikelse av körfältsposition (Std Lateral Position)

En boxplotanalys visade 4 outliers i datasetet. Dessa behölls i vidare analys. Mauchlys sfäricitetstest indikerade att antagandet om sfäricitet uppfylldes $\chi^2(9) = 6,497$, $p = 0,690$.

Det fanns ingen signifikant skillnad i standardavvikelse av körfältsposition för skapade trafikutrop och baseline, $F(4,108) = 1,961$, $p = 0,106$, partial $\eta^2 = 0,068$. Intervallet av standardavvikelsen av körfältsposition för inomgruppsnivåerna var mellan 0,104 - 0,117 meter.

Ingen signifikant skillnad fanns mellan mellangruppsnivåerna, $F(2,27) = 2,025$, $p = 0,151$, partial $\eta^2 = 0,130$. Intervallet av standardavvikelsen av körfältsposition var mellan 0,100 - 0,119 meter.

5.1.3 Genomsnittlig körfältsposition (Mean Lateral Position)

En boxplotanalys visade att inga outliers fanns i datasetet. Antagandet om sfäricitet bröts enligt Mauchlys sfäricitetstest $\chi^2(9) = 31,370$, $p = 0,000$.

Det fanns ingen signifikant skillnad i genomsnittlig körfältsposition för skapade trafikutrop och baseline, $F(4,108) = 1,235$, $p = 0,300$, partial $\eta^2 = 0,044$. Intervallet av genomsnittlig körfältsposition för inomgruppsnivåerna var mellan 1,763 - 1,802 meter.

Ingen signifikant skillnad fanns heller mellan mellangruppsnivåerna, $F(2,27) = 0,573$, $p = 0,570$, partial $\eta^2 = 0,041$. Intervallet av genomsnittlig körfältsposition var mellan 1,753 - 1,809 meter.

5.1.4 Använd bredd av körfält

Detta mått anger skillnaden mellan fordonets minimala och maximala avstånd till mittlinjen, d.v.s. hur stor körfältsbredd som användes vid varje position för datainsamling.

En boxplotanalys visade 7 outliers i datasetet, varav 3 var extrema outliers eftersom de befann sig mer än 3 boxlängder ifrån kanten. Antagandet om normalitet bröts, enligt Shapiro-Wilks normalitetstest ($p < 0,05$). Mauchlys sfäricitetstest indikerade att antagandet om sfäricitet uppfylldes $\chi^2(9) = 10,289$, $p = 0,329$.

Det fanns ingen signifikant skillnad i använd bredd av körfält för skapade trafikutrop och baseline, $F(4,108) = 1,742$, $p = 0,146$, partial $\eta^2 = 0,061$. Intervallet av använd bredd på körfält för inomgruppsnivåerna var mellan 0,464 - 0,529 meter.

Ingen signifikant skillnad fanns heller mellan mellangruppsnivåerna, $F(2,27) = 0,633$, $p = 0,539$, partial $\eta^2 = 0,045$. Intervallet av använd bredd på körfält var mellan 0,458 - 0,509 meter.

5.2 Longitudinella mått

5.2.1 Genomsnittlig hastighet

En boxplotanalys visade 18 outliers i datasetet, varav 10 var extrema outliers. Antagandet om normalitet bröts, enligt Shapiro-Wilks normalitetstest ($p < 0,05$). Variansen inom datan var heterogen ($p < 0,05$) enligt Levenes test av homogenitet. Även Box homogenitetstest av kovarians bröts ($p < 0,05$). Mauchlys sfäricitetstest indikerade att antagandet om sfäricitet inte bröts $\chi^2(9) = 9,778$, $p = 0,370$. Analysen av hastighetsvariabeln fortskred inte då ovanstående antaganden bröts.

Tabell 5: Genomsnittlig hastighet vid exponering för trafikutrop samt under baseline-körning.

	<i>Uttryckssätt</i>			Mean
	<i>Repetitivt utrop</i>	<i>Otydlig Mottagare</i>	<i>Neutralt utrop</i>	
Skapade utrop	Antal (M)	Antal (M)	Antal (M)	
<i>Kort Relevant</i>	85,5	87,5	89,2	87,4
<i>Kort Irrelevant</i>	87,9	87,6	88,7	88,1
<i>Långt Relevant</i>	87,0	86,3	88,7	87,0
<i>Långt Irrelevant</i>	87,6	86,0	88,3	87,3
<i>Baseline</i>	86,7	88,3	88,6	87,9
Mean	86,9	87,1	88,5	

5.2.2 Standardavvikelse av hastighet

En boxplotanalys visade 8 outliers i datasetet, varav 1 var extrem. Antagandet om normalitet bröts, enligt Shapiro-Wilks normalitetstest ($p < 0,05$). Variansen inom datan var heterogen ($p < 0,05$) enligt Levenes test av homogenitet. Även Box homogenitetstest av kovarians bröts ($p < 0,05$). Antagandet om sfäricitet bröts enligt Mauchlys sfäricitetstest $\chi^2(9) = 17,646$, $p = 0,040$. Analysen av hastighetsvariabeln fortskred inte då ovanstående antaganden bröts.

6 Diskussion & slutsats

6.1 Syfte och frågeställning

Syftet med denna studie var att undersöka hur bussförarens körbeteende påverkas av trafikutrop. En förändring i körbeteende vid exponering för trafikutrop kan indikera en förhöjd arbetsminnesbelastning, något som kan utgöra ett säkerhetsproblem i trafiken. Våra forskningsfrågor var:

1. . Hur påverkas bussförarens körbeteende av:
 - a. repetitiva trafikutrop?
 - b. trafikutrop i vilka det är otydligt vem utropet berör?
 - c. neutrala trafikutrop?
2. Hur är bussförarens körbeteende när de inte exponeras för trafikutrop?

6.2 Sammanfattning av resultat

Den statistiska analysen visade att antalet rattörelser minskade signifikant vid exponering för irrelevanta trafikutrop jämfört med baseline. Däremot visade analysen ingen signifikant skillnad mellan körning under exponering för utrop och baselinekörning på övriga laterala beroendemått, något som går i linje med tidigare forskning.

Analysen visade även att *genomsnittlig hastighet* samt *standardavvikelsen av hastighet* inte skiljde sig signifikant mellan baselinekörning och körning vid exponering av trafikutrop.

Ingen signifikant skillnad fanns heller mellan de tre mellangruppernivåerna på något av de sex beroendemåtten.

6.3 Metodkritik

Studiens resultat antyder att köruppgiften var för enkel. Deltagarna körde på en landsväg med lätt dimma och ett framförvarande fordon. Det fanns inga skarpa svängar och inga distraktioner som krävde omedelbar uppmärksamhet utöver trafikutropen.

Bussförarna i studien var erfarna, de hade en hög genomsnittlig ålder och de hade haft busskörkort länge. Det är möjligt att oerfarna bussförare belastas mer av trafikutrop än erfarna.

Eftersom förståelse av trafikutropen förlitar sig på hur väl man behärskar svenska hade det varit intressant att använda sig av språkförståelse som kovariat i den statistiska analysen. Ett starkt mått på språkförståelse fanns dock inte så denna analys uteblev.

6.4 Generell diskussion

Tidigare forskning har visat att bearbetning av auditiv information belastar arbetsminnet på ett sådant sätt att körbeteende blir lidande. Enligt Wickens kan två uppgifter som förlitar sig på olika modaliteter (ex. visuell och auditiv) påverka varandras prestationsförmåga om en eller båda uppgifter är så ansträngande att de dränerar sina respektive resurspooler.

Denna studie har inte funnit stöd för detta. Om vi hade upptäckt en sådan effekt hade vi sett signifikanta skillnader mellan baseline och exponering för trafikutrop, oavsett utropets utformning. Vi hade dessutom fått utslag på durationsvariabeln - långa utrop behöver bearbetas under längre tid än korta, och bör därför ha en större effektstorlek. Vad vi däremot har funnit stöd för är att trafikutrops innehåll kan påverka körbeteende.

Det är vedertaget att bearbetning av auditiv information i den fonologiska loopen belastar arbetsminnet. Våra resultat kan tolkas i ljuset av Baddeleys modell av arbetsminnet och mer specifikt hans teori om automatiserat beteende. Förarnas medelålder var 48,8 år, och de hade i genomsnitt haft körkort, klass D i 14,5 år. Detta tyder på att de var erfarna och således skickliga på att manövrera fordon likt det som användes i studien. Vi fann inte att kompensatoriska strategier tillämpades på de longitudinella beroendemåtten vid exponering för utrop, något som får oss att tro att deltagarnas farthållning är automatiserad.

Automatiserad farthållning underlättar sannolikt för bussförare i deras vardagliga yrkesutövande då den avlastar arbetsminnet, något som gör att fokus kan riktas mot andra uppmärksamhetskrävande aspekter i trafiken. Automatiserad farthållning behöver dock inte alltid vara positivt, exempelvis om den sker i kombination med förhöjd arbetsminnesbelastning. Vi fann en signifikant skillnad i antal ratt rörelser vid exponering för irrelevanta utrop, långa som korta, jämfört med baselinekörning. Vid samma tillfällen fann vi även att hastigheten inte skiljde sig signifikant.

Tidigare studier har visat att ett minskat antal ratt rörelser indikerar en ökad arbetsminnesbelastning. Vid ökad arbetsminnesbelastning under färd fyller kompensatoriska strategier en viktig funktion, nämligen att öka den tillgängliga reaktionstiden. I en kritisk trafiksituation kan denna kombination utgöra en säkerhetsrisk.

Viktigt att notera är att farthållning är en relativt medveten process, vars status ständigt uppdateras eftersom föraren ser fordonets aktuella fart på hastighetsmätaren. Antal ratt rörelser däremot är ett mått på en omedveten handling, vars status är svår att överblicka under färd. Antalet ratt rörelser är således en stabilare indikator på arbetsminnesbelastning än farthållning.

Om farthållningen var automatiserad kan det betyda att vi inte ansträngde deltagarnas arbetsminne tillräckligt mycket för att få utslag på kompensatorisk fartminskning. Däremot indikerar resultaten att deras arbetsminne var ansträngt över det normala och det är tänkbart att mindre erfarna förare hade tillämpad kompensatorisk fartminskning.

6.5 Irrelevanta trafikutrop

Hur kommer det sig att irrelevanta trafikutrop tycks påverka körbeteende mer än relevanta?

En tänkbar förklaring är att förare inhiberar irrelevanta trafikutrop så att mer uppmärksamhet kan riktas på själva körningen. Denna kognitiva process upptar arbetsminneskapacitet och skulle således kunna påverka körbeteende. För att inhibering ska kunna ske måste dock förarna först vara säkra på att meddelandet faktiskt inte berör dem, något som ibland kan vara svårt att veta. I utrop med otydlig mottagare finns det exempelvis inte något incitament för förarna att inhibera, eftersom det råder osäkerhet om var trafikhindret finns - informationen kan mycket väl vara relevant för dem. Eftersom vi inte har sett några interaktionseffekter på mellangrupsnivån *Otydlig Mottagare* och *Irrelevans* vill vi härleda effekten av irrelevans till något annat än inhibering.

Eftersom irrelevanta utrop medför en osäkerhet kring trafiksituationens påverkan på den egna linjen så måste utropet noggrant utvärderas. Det är tänkbart att detta sker genom visualisering av den egna körsträckan, en process som utförs av det visuospatiala skissblocket. Föraren måste jämföra utropets innehåll med kunskap om den egna linjen som hämtas från långtidsminnet. Om utropets innehåll inte passar in i den mentala representationen av den egna körsträckan, avfärdas utropet som irrelevant. Denna process innefattar samtliga komponenter av arbetsminnet. Den fonologiska loopnen bearbetar auditiv information, den mentala visualiseringen sker i det visuospatiala skissblocket och den episodisk bufferten hämtar information från långtidsminnet. Eftersom körning till stor grad förlitar sig på det visuospatiala skissblocket bör en parallell bearbetning i detta system påverka körbeteendet.

Både Wickens och Baddeley menar att om två separata uppgifter utförs samtidigt och förlitar sig på samma modalitet (t.ex. visuell) kommer arbetsminnets kapacitet överbelastas vilket leder till en minskad prestationsförmåga för en eller båda uppgifterna.

6.6 Vidare forskning

Enligt ovan förklaring tycks det vara något mer än enbart auditiv bearbetning som påverkar förarens körbeteende vid exponering för trafikutrop. Vi tror att den kognitiva belastningen sker när irrelevanta utrops innehåll integreras med tidigare kunskaper, d.v.s. processen där följande frågor besvaras: *“Hur påverkar utropet min körsträcka och vad ska jag göra för att undvika hindret?”* Det vore därför intressant att undersöka hur arbetsminnet belastas av en visualiseringsuppgift under färd. En sådan studie skulle belysa det fenomen vi tror oss ha identifierat.

Vi är även intresserade av att undersöka hur länge bussförare minns trafikutrop. Detta är intressant eftersom bussens avstånd till hindret som trafikutropet informerar om avgör hur länge de måste hålla informationen i korttidsminnet. Svårighetsgraden för denna memoreringsuppgift bör korrelera med hur mycket information som ska minnas.

Vi tycker det vore intressant att utföra en naturalistisk studie som undersöker hur bussförare påverkas av trafikutrop med andra distraktionskällor närvarande, exempelvis från IVIS och passagerare. Detta hade kunnat ge svar på huruvida auditiv informationsbearbetning ger upphov till förändrat körbeteende vid hög arbetsminnesbelastning.

6.7 Slutsats

Studiens resultat indikerar att irrelevanta trafikutrop belastar arbetsminnet mer än relevanta utrop. Samtidigt upplever bussförare att de exponeras för fler irrelevanta trafikutrop än relevanta. Av denna anledning anser vi att trafikledning bör utvärdera sina rutiner för utskick av trafikutrop och sluta skicka ut varje trafikutrop till samtliga linjer. Utropen bör istället riktas enbart till de linjer som faktiskt berörs av innehållet.

För att extrahera effekten av enbart trafikutrop har vi eliminerat många distraktioner som under ett vanligt arbetspass påverkar bussförarnas arbetsminne. Exempelvis behövde förarna inte interagera med de IVIS som vanligtvis finns i deras arbetsmiljö. De hade inte heller något ansvar över passagerare och var inte heller tvungna att förhålla sig till en tidtabell.

Vi har kunnat se en signifikant påverkan på arbetsminnet enbart med en typ av sekundäruppgift, men i verkligheten så är bussförares arbetsminnen förmodligen långt mer belastade än vad vår simulation kunde inducera. Detta måste tas i beaktning vid tolkning av denna studies resultat. Signifikant skillnad i körbeteende har identifierats vid exponering för irrelevanta utrop under enkel landsvägskörning, utan passageraransvar eller en tidtabell att följa. Detta tyder på att bussförares arbetsmiljö är ett viktigt område att rikta fokus mot, då det finns mycket som kan förbättras för att minska förarens arbetsminnesbelastning – något som gynnar trafiksäkerheten för många på våra vägar.

7 Referenser

- Baddeley, A. (2015). Working Memory. In A. Baddeley, M. W. Eysenck, & M. C. Anderson, *Memory* (2nd ed., pp. 133-87). London: Psychology Press.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford, UK: Clarendon.
- Beatty, J. (1982). Task-evoked pupillary response, processing load, and the structure of processing resources. *Psychological Bulletin*, *91*, 276-92.
- Beede, K., & Kass, S. (2006). Engrossed in conversations: The impact on cell phones on simulated driving performance. *Accident Analysis and Prevention*, *38*, 415.
- Blanco, M., Biever, W. J., Gallagher, J. P., & Dingus, T. A. (2006). The impact of secondary task cognitive processing demand on driving performance. *Accident Analysis and Perception*, *38*, 895-906.
- Brooks, J. O., Tyrrell, R. A., & Frank, T. A. (2005). The effects of severe visual challenges on steering performance in visually healthy young drivers. *Optometry and Vision Science*, *82*(8), 689-97.
- Caird, J. K., Willness, C. R., Steel, P., & Scialfa, C. (2008). A meta-analysis of the effects of cell phones on driver performance. *Accident Analysis & Prevention*, *40*(4), 1282-93.
- Chaparro, A., Wood, J., & Carberry, T. (2005). Effects of age and auditory and visual dual tasks on closed-road driving performance. *Optometry and Vision Science*, *82*(8), 747-54.
- Crundall, D. E., Underwood, G., & Chapman, P. R. (1998). How much do novice drivers see? The effects of demand on visual search strategies in novice and experienced drivers. In G. Underwood, *Eye guidance in reading and scene perception* (pp. 395-418). Oxford : Elsevier.
- Drews, F. A., Pasupathi, M., & Strayer, D. L. (2008). Passenger and cell phone conversations in simulated driving. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, *14*(4), 392-400.
- Endsley, M. R. (1995). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors*, *37*(1), 32-64.
- Engström, J., Johansson, E., & Östlund, J. (2005). Effects of visual and cognitive load in real and simulated motorway driving. *Transportation Research Part F*, *8*, 97-120.
- Försvarsdepartementet. (2002). Regleringsbrev för budgetåret 2011 avseende Myndigheten för. *Regeringsbeslut 18*. Stockholm: Försvarsdepartementet.
- Gherri, E., & Eimer, M. (2010). Active listening impairs visual perception and selectivity: An ERP study of auditory dual-task costs on visual attention. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *23*(4), 832-44.

- Gugerty, L., & Tirre, W. (2000). Individual differences in situation awareness. In M. R. Endsley, & D. J. Garland, *Situation awareness analysis and measurement* (pp. 249-276). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Haigney, D. E., Taylor, R. G., & Westerman, S. J. (2000). Concurrent mobile (cellular) phone use and driving performance: task demand characteristics and compensatory process. *Transportation Research F*, 3, 113-21.
- Hess, E. H., & Polt, J. M. (1964). Pupil size in relation to mental activity during simple problem-solving. *Science*, 143(3611), 1190-92.
- Horrey, W., & Wickens, C. (2006). Examining the impact of cell phone conversations on driving using meta-analytic techniques. *Human Factors*, 48(1), 196-205.
- Ishigami, Y., & Klein, R. M. (2009). Is a hands-free phone safer than a handheld phone? *Journal of Safety Research*, 40, 157-64.
- Jansson, J., Sandin, J., Augusto, B., Fischer, M., Blissing, B., & Källgren, L. (2014). Design and performance of the VTI Sim IV. *Driving Simulation Conference*. Paris, France.
- Johannsdottir, K. R., & Herdman, C. M. (2010). The role of working memory in supporting drivers' situation awareness for surrounding traffic. *Human Factors*, 52(6), 663-73.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1993). The intensity dimension of thought: Pupillometric indices of sentence processing. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 47, 310-39.
- Kahneman, D., & Beatty, J. (1966). Pupil diameter and load on memory. *Science*, 154(3756), 1583-85.
- Kapitaniak, B., Walczak, M., Kosobudzki, M., & Jozwiak, Z. (2015). Application of eye-tracking in drivers testing: A review of research. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 28(6), 941-54.
- Kazumitsu, S., Takahiro, N., Seiji, T., & Youichi, I. (2010). Detailed analysis of distraction induced by in-vehicle verbal interactions on visual search performance. *IATSS Research*, 34(1), 42-47.
- Kircher, K., Ahlström, C., Rydström, A., Ljung, M. A., Ricknäs, D., Almgren, S., & Nåbo, A. (2014). *Secondary task workload test bench – 2TB*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.
- Macy, M., Carter, P., Bingham, C., Cunningham, R., & Freed, G. (2014). Potential distractions and unsafe driving behaviors among drivers of 1- to 12-year-old children. *Academic Pediatrics*, 14(3), 279-86.
- Nilsson, H., & Söderholm Mullaart, M. (2017). *Slutrapport: Kognitiv förarmiljö. Västtrafik*. Opublicerad rapport.
- Papantoniou, P., Papadimitriou, E., & Yannis, G. (2017). Review of driving performance parameters critical. *Transportation Research Procedia*, 1796–1805.
- Proctor, R. W., & Van Zandt, T. (2008). *Human Factors in Simple and Complex Systems* (2nd ed.). Boca Raton: CRC Press.

- Rakauskas, M. E., Gugerty, L., & Ward, N. (2004). Effects of naturalistic cell phone conversations on driving performance. *Journal of Safety Research* 35, 453-464.
- Ranney, T. A., Harbluk, J. L., & Noy, Y. I. (2005). Effects of voice technology on test track driving performance: Implications for driver distraction. *Human Factors*, 47(2), 439-54.
- Ranney, T. A., Mazzae, E., Garrott, R., & Goodman, M. J. (2000). NHTSA driver distraction research: Past, present and future. NHTSA.
- Recarte, M. A., & Nunes, L. M. (2003). Mental workload while driving: effects on visual search, discrimination, and decision making. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 9(2), 119-137.
- Redelmeier, D. A., & Tibshirani, R. J. (1997). Association between cellular-telephone calls and motor vehicle collisions. *The New England Journal of Medicine*, 453-58.
- Regan, M. A., Lee, J. D., & Young, K. L. (2008). *Driver distraction: theory, effects, and mitigation*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press Taylor & Francis Group.
- Ross, V., Jongen, E. M., Wang, W., Brijs, T., Brijs, K., Ruiters, R. A., & Wets, G. (2014). Investigating the influence of working memory capacity when driving behavior is combined with cognitive load: An LCT study of young novice drivers. *Accident Analysis and Prevention*, 62, 377-387.
- Sayer, J., Devonshire, J., & Flannagan, C. (2005). *Effects of secondary tasks on driving performance (Report No. UMTRI-2005-29)*. Ann Arbor: The University of Michigan Transportation Research Institute.
- Schwalm, M., Keinath, A., & Zimmer, H. D. (2008). Pupillometry as a method for measuring mental workload within a simulated driving task. In D. de Waard, F. O. Flemisch, B. Lorenz, H. Oberheid, & K. A. Brookhuis, *Human Factors for assistance and automation* (pp. 1-13). Maastrich, the Netherlands: Shaker Publishing.
- SFS 2017:1284. (n.d.). Trafik med motordrivna fordon på väg. Stockholm: Näringsdepartementet.
- Society of Automotive Engineers. (2015). *Operational Definitions of Driving Performance Measures and Statistics J2944*. SAE International.
- Strand, N., & Tegelid, A. (2008). *Effekten av visuell och kompletterande haptisk feedback på föraren i ett fordonsgränssnitt*. C/D-uppsats, Luleå tekniska universitet, Luleå. Retrieved from Hämtad från: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1031385/FULLTEXT01.pdf>
- Strayer, D. L., Drews, F. A., & Johnston, W. A. (2003). Cell phone-induced failures of visual attention during simulated driving. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 9(1), 23-32.
- Strayer, D., & Johnston, W. (2001). Driven to distraction: dual-Task studies of simulated driving and conversing on a cellular telephone. *Psychological Science*, 12(6), 462-6.

- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12, 257-85.
- Sveriges Bussföretag. (2018, Mars). Statistik om bussbranschen 2018.
- The British Standards Institution. (2014). *Road Vehicles - Measurement of driver visual behavior with respect to transport information and control systems*. BSI Standards Limited.
- Treffner, P. J., & Barrett, R. (2004). Hands-free mobile phone speech while driving degrades coordination and control. *Transportation Research Part F* 7, 229-246.
- Wickens, C. D. (1984). Processing resources in attention. In R. Parasuraman, & R. Davies, *Varieties of attention* (pp. 63-101). New York: Academic Press.
- Wierwille, W., & Tijerina, L. (1996). An analysis of driving accident narratives as a means of determining problems caused by in-vehicle visual allocation and visual workload. In A. G. Gale (Ed.), *In Vision In Vehicles*. Amsterdam: North Holland.
- Woo, H., & Lin, J. (2001). Influence of mobile phone use while driving: The experience in Taiwan. *IATSS Research*, 53(2).
- Wood, G., Hartley, G., Furley, P. A., & Wilson, M. R. (2016). Working memory capacity, visual attention and hazard perception in driving. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 5(4), 454-462.
- Yang, Y., McDonald, M., & Zheng, P. (2010). The effect of increasing workload on drivers' eye movement. *12th WCTR*. Lisbon: Leeds University.
- Yannis, G., Papadimitriou, E., Karekla, X., & Kontodima, F. (2010). Mobile phone use by young drivers: effects on traffic speed and headways. *Transportation Planning and Technology*, 4(33), 385-94.

8 Bilagor

8.1 Bilaga 1

Kort | Relevant | Neutralt: Vi har ett gruppanrop till er som kommer från Boråshållet. En trafikolycka har skett på E6:an, precis utanför Liseberg, i nordlig riktning. Vi är inte uppdaterade än på trafiksituationen, men förbered er för att det kan bli köbildning. Tack och klart slut. | **42 ord. 16 sek**

Kort | Relevant | Repetitivt: Vi har ett gruppanrop till er som kommer från Boråshållet. En trafikolycka har skett på E6:an, precis utanför Liseberg, i nordlig riktning. Vi är inte uppdaterade än på trafiksituationen, men förbered er för att det kan bli köbildning. Vi har alltså en trafikolycka som har skett utanför Liseberg, och vi vill att ni förbereder er för långa köer. Detta gäller för er som kommer in från Boråshållet, på E6:an. Klart slut. | **71 ord. 27 sek**

Kort | Relevant | Otydlig Mottagare: Då har det alltså skett en trafikolycka. Vi är inte uppdaterade på trafiksituationen än, men förbered er för att det kan bli köbildning. Olyckan har skett på E6:an, utanför Liseberg, och kommer alltså påverka de linjer som kommer från Borås. Klart slut. | **42 ord. 16 sek**

Kort | Irrelevant | Neutralt: Då var det ett gruppanrop till dom linjer och omlopp som kör via Katrinebergsgatan riktning Mölndals centrum. Vi har trafikljus där som är ur funktion, och prio-signalen fungerar inte. Ni får förlita er på högerregeln tills problemet är åtgärdat. Slut på anrop. | **42 ord. 17 sek**

Kort | Irrelevant | Repetitivt: Då var det ett gruppanrop till dom linjer och omlopp som kör via Katrinebergsgatan riktning Mölndals centrum. Vi har trafikljus där som är ur funktion, och prio-signalen fungerar inte. Ni får förlita er på högerregeln tills problemet är åtgärdat. Jag repeterar, det är ett trafikljus som inte fungerar vid Katrinebergsgatan riktning Mölndals centrum, och prio-signalen där fungerar alltså inte. Gäller alla er som trafikerar Katrinebergsgatan, tänk på att följa högerregeln. Klart slut. | **72 ord. 33 sek**

Kort | Irrelevant | Otydlig Mottagare: Detta är ett allmänt gruppanrop. Då har vi ett trafikljus som är ur funktion, och prio-signalen fungerar inte. Ni som kör riktning Mölndals centrum på Katrinebergsgatan får förlita er på högerregeln tills problemet är åtgärdat. Slut på anrop. | **38 ord. 16 sek**

Långt | Relevant | Neutralt: Ja då var det ett gruppanrop här till alla de linjer som angör Nils Ericssonterminalen. Vi har en spårvagn här som har sparat ur och just nu är det väldigt långa köer kring centralstationen. Ingen har kommit till allvarlig skada och vi har GS på plats som jobbar med att få bort vagnen. Om ni har några frågor om alternativa resvägar så är ni välkomna att kontakta oss på trafikledningen. Tack och klart slut. | **74 ord. 26 sek**

Långt | Relevant | Repetitivt: Ja då var det ett gruppanrop här till alla de linjer som angör Nils Ericssonterminalen. Vi har en spårvagn här som har spårat ur och just nu är det väldigt långa köer kring centralstationen. Ingen har kommit till allvarlig skada och vi har GS på plats som jobbar med att få bort vagnen. Det gäller alltså alla de omlopp och linjer som stannar på eller kör förbi Nils Ericsson. GS är på plats och jobbar där med en spårvagn som dessvärre har spårat ur. Ingen person har kommit till allvarlig skada, men det är för tillfället väldigt långa köer vid Göteborg C. Om ni har några frågor om alternativa resvägar så är ni välkomna att kontakta oss. Tack och klart slut från oss på trafikledningen. | **125 ord. 40 sek**

Långt | Relevant | Otydlig Mottagare: Ja då var det ett gruppanrop från trafikledningen. Då har vi en spårvagn som har spårat ur och skapar väldigt långa köer. Ingen har kommit till allvarlig skada och vi har GS på plats som jobbar med att få bort vagnen. Ursparningen skedde vid Centralstationen, och berör alla linjer som angör Nils Ericssonterminalen. Om ni har några frågor om alternativa resvägar så är ni välkomna att kontakta oss på trafikledningen. Tack och klart slut. | **74 ord. 29 sek**

Långt | Irrelevant | Neutralt: Det är trafikledningen som går ut med ett allmänt anrop till samtliga linjer som trafikerar Rambergsvallen riktning Hjalmar, hållplatsläge C. Det ligger en person där på gatan och ambulansen är på väg. För att ambulansen ska få plats när den kommer så behöver ni stanna på vägen precis innan hållplatsen när ni ska plocka upp resenärer. Var extra försiktiga när ni passerar. Detta var allt från trafikledningen, tack och klart slut. | **71 ord. 28 sek**

Långt | Irrelevant | Repetitivt: Det är trafikledningen som går ut med ett allmänt anrop till samtliga linjer som trafikerar Rambergsvallen riktning Hjalmar, hållplatsläge C. Alltså, för alla linjer som kör mot Hjalmar och stannar på Rambergsvallen hållplatsläge C. Ni behöver stanna på vägen strax innan hållplatsen när ni kommer in eftersom det ligger en person på gatan där och inväntar hjälp från ambulans. Så jag vill att ni ska ta det försiktigt där. För att ambulansen ska få plats när den kommer så behöver ni alltså stanna på vägen precis innan hållplatsen när ni ska plocka upp resenärer. Det ligger alltså en person där på gatan och ambulansen är på väg, så vidta största försiktighet när ni passerar. Det är viktigt att ambulansen får plats. Detta var allt från trafikledningen, tack och klart slut. | **130 ord. 47 sek**

Långt | Irrelevant | Otydlig Mottagare: Detta är trafikledningen med ett allmänt anrop. Det ligger en person på gatan som inväntar ambulans. Så för att ambulansen ska få plats när den kommer så behöver ni stanna på vägen precis innan hållplatsen när ni ska plocka upp resenärer. Detta gäller alltså för er som trafikerar Rambergsvallen hållplatsläge C, riktning Hjalmar. Var extra försiktiga när ni passerar. Detta var allt från trafikledningen, tack och klart slut. | **68 ord. 28 sek**

8.2 Bilaga 2



Hej,

Tack för att du deltar i vår simulatorstudie!

I denna studie undersöker vi bussförarens kognitiva arbetsbelastning i trafiken. Därför vill vi undersöka ert körbeteende under ett vanligt arbetspass.

Var god läs igenom texten noggrant och ställ gärna frågor till försöksledaren om du inte förstår eller har några övriga frågor.

Körningen

I simulatormen kommer du få köra som busslinje 100 på en landsväg mellan Borås och Göteborg. Sista körsträckan innan Göteborg kommer du köra in på E6:an, förbi Liseberg. Du ska svänga av mot Korsvägen, och stanna på Korsvägens hållplats, hållplatsläge G. Sedan kör du vidare, via Heden, till sluthållplatsen Nils Ericssonterminalen.

Förarbyte

Efter avslutad körning kommer vi att simulera ett förarbyte. Under detta ska du kunna berätta för en kollega om saker som du lagt märke till som rör den linje du nyss har kört, linje 100.

Du ska kunna återge saker som din kollega kan tänkas behöva veta för att kunna köra samma sträcka.

Körningen i simulatormen kommer att pågå i ca 30 minuter. Du har när som helst under denna tid möjligheten att avbryta studien utan att detta får några konsekvenser. Notera att simulatorskörning likt denna kommer med en risk för så kallad *simulatorsjuka*. Simulatorsjuka kan innebära: Illamående, lätt huvudvärk, yrsel och trötthet. Om du upplever nämnda symptom har du möjlighet att avbryta studien, och få hjälp av oss vid behov.

OBS!

Det är viktigt att du alltid följer försöksledarnas instruktioner. Simulatormen är utrustad med aktiva mikrofoner, och du kan alltid kommunicera med oss via dessa. Under studiens gång vill vi dock undvika all kommunikation mellan deltagare och försöksledare i den mån det är möjligt, för att inte påverka studiens resultat. Vi vill att du enbart kommunicerar med oss om du upplever obehag, eller av någon anledning vill avbryta studien.

Vi vill att du följer vanligt trafikvett och de trafikskyltar som finns längs vägen, och i övrigt beter dig som du skulle gjort under ett vanligt arbetspass.

Lycka till!

8.3 Bilaga 3



Bakgrundsinformation

Kön:

Man

Kvinna

Annat

Vilket bussföretag är du för närvarande anställd hos? _____

Ålder: _____ år

Hur länge har du haft körkort klass D? _____ år

Är svenska ditt modersmål?

Ja

Nej

Om du svarade "Nej" på föregående fråga, hur länge har du bott i Sverige?

< 1 år

Mellan 1 år och 2 år

Mellan 2 år och 4 år

> 4 år

8.4 Bilaga 4



Samtyckesformulär

Samtliga insamlade uppgifter om dig kommer anonymiseras och behandlas konfidentiellt. Inga personuppgifter som kan identifiera dig kommer att dokumenteras. De uppgifter som samlas in om dig kommer att användas i forskningssyfte och i anonymiserad form.

Den data som samlas in under körning i simulatort är anonymiserad, och det går inte att identifiera vem som körde under tillfället för datainsamlingen. Den data som registreras under körning i simulatort ägs av VTI samt forskningsledare Henrik Nilsson och Mattias Söderholm Mullaart.

Du har rätt att återkalla ditt samtycke. Du har även rätt att begära att få information om vilka uppgifter vi har om dig. För återkallning av samtycke, eller om du har invändningar rörande dina personuppgifter så kontaktar du försöksledare eller VTI, kontaktuppgifter finns nedan.

Jag samtycker till ovanstående behandling av mina uppgifter		
Underskrift	Namnfortvdligande	Datum

Kontaktuppgifter

Henrik Nilsson
Tel.nr: 0720-23 18 20
Mail: hnilsson.a@gmail.com

Mattias Söderholm Mullaart
Tel.nr: 0735-37 02 90
Mail: m.soderholm.mullaart@gmail.com

