

Denne artikel er publiceret i det elektroniske tidsskrift
Udvalgte Artikler fra Trafikdage på Aalborg Universitet
(Selected Proceedings from the Annual Transport
Conference at Aalborg University)

ISSN 1603-9696

www.trafikdage.dk/artikelarkiv

Modtaget: 03.10.2016

Godkendt: 18.08.2017

PILOTTEST AF 3D-LYDSYSTEM I LASTBILER TIL FOREBYGGELSE AF HØJRESVINGSULYKKER

Anders Kalsgaard Møller¹, Flemming Christensen¹ og Dorte Hammershøj¹
Aalborg Universitet¹

Abstrakt

Hvert år sker der adskillige uheld, hvor højresvingende lastbiler rammer cyklister, der kører ligeud. Mange tiltag har haft fokus på at forbedre lastbilchaufførens evne til visuelt at spotte cyklisterne, hvilket har resulteret i, at chaufføren er blevet overbebyrdet med for mange visuelle input. I denne artikel forsøges der i stedet at hjælpe lastbilchaufføren ved at repræsentere cyklisten ved hjælp af 3D-lyd, og dermed give lastbilchaufføren en indikation af cyklistens placering. I et feltstudie, hvor fire chauffører kørte på deres daglige rute, blev en eksperimentel platform brugt til at give lastbilchaufføren auditiv information om cyklistens placering, hver gang en cyklist nærmede sig lastbilen. Lastbilchaufførerne gav udtryk for, at systemet var en hjælp, og at de forholdsvis let kunne bruge lyden til at følge cyklisten undervejs.

Baggrund og formål

Siden omkring årtusindeskiftet har der været meget fokus på ulykker mellem højresvingende lastbiler og ligeudkørende cyklister. Det store fokus skyldes formentlig, at det ofte har meget alvorlige konsekvenser for de indblandede cyklister, samt de mange tilskuere, der sædvanligvis er til ulykkerne, fordi de oftest sker i byen. Det øgede fokus medførte i 2004 skærpede krav bl.a. til lastbilernes spejle. Det blev dog vurderet i en rapport fra Havarikommissionen for vejtrafikulykker (HVVU) (Havarikommissionen, 2006), at de nye krav ikke havde nogen effekt på antallet af dræbte og tilskadekomne cyklister. I alle 25 ulykker, der indgår i HVVU's rapport, blev det vurderet, at lastbilchaufførerne havde mulighed for at se cyklisterne, hvis lastbilchaufførerne havde orienteret sig ordentligt.

Det kræver høj koncentration og er en kognitiv udfordring at skulle fordele fokus mellem, hvad der foregår på kørebanen og samtidigt orientere sig i fire spejle i det relativt korte tidsrum, et højresving tager. I en rapport af blandt andre det daværende Trafikstyrelsen (Trafikstyrelsen, 2014) anbefales det at forske videre i chaufførens mulighed for at orientere sig om den trafikale situation via bilruder, spejle og kameraer. Dette med henblik på at afklare i hvilket omfang lastbilchauffører bruger de tilgængelige spejle, og hvorvidt lastbilchaufføren reagerer hensigtsmæssigt i situationerne.

I et studie (Sieker, et al., 2015) af netop lastbilchaufførens ageren og beslutningstagen i og omkring højresving blev det konkluderet, at lastbilchaufførerne primært havde fokus rettet mod orientering i omgivelserne. Lastbilchaufførerne orienterer sig i høj grad efter andre trafikanter på vej hen mod et kryds, mens de primært har fokus på lastbilens placering i selve svinget. For at orientere sig kigger chaufførerne mange gange og meget hurtigt i spejlene, og de bruger kun i begrænset omfang nærzone-spejlet og front-spejlet. Den hurtige flakken mellem spejlene øger risikoen for at overse vigtige objekter og begivenheder såsom cyklister, der bevæger sig op langs lastbilens højre side (Sieker, et al., 2015). Chaufførernes strategi med at orientere sig meget efter trafikanter inden svinget og begrænse sig til kun at benytte to spejle i selve svinget tyder på, at de er overbebyrdet med ting, de skal se i svingssituationen. Det er derfor usandsynligt, at chaufførerne kan drage fordel af yderligere visuelle værktøjer. Chaufførerne har måske større fordel af andre hjælpemidler, der hjælper dem til at lokalisere eventuelle bløde trafikanter mere effektivt.

Synssansen giver trafikanten et højt niveau af informationer, men kun indenfor menneskets forholdsvis snævre synsfelt har vi en god evne til at vurdere afstand (Perrott, et al., 1990). Vi er derimod i stand til at høre lyde i alle retninger omkring os i tre dimensioner, hvilket vi naturligt bruger til at orientere os efter lydgivende objekter for derefter at dreje hovedet og bringe dem ind i vores synsfelt (Bolia, 2004). Tidligere forsøg har eksempelvis vist, at mennesket reagerer hurtigere på en visuel stimulus, hvis der samtidig afspilles en lyd fra positionen (Perrott, et al., 1990), og at vi ligeledes hurtigere kan finde en visuel stimulus, hvis der samtidig forekommer en lyd (Posner, et al., 1976).

Vores lydoplevelse dannes ud fra kun to fysiske inputs: lydtrykkene på højre og venstre øre. Ved at genskabe disse kan en auditiv oplevelse ligeledes genskabes (Møller, 1992). Ved hjælp af dette 3D-lyds princip, kan lyden af cyklisten simuleres, så chaufføren ved, hvor cyklisten befinder sig. Princippet er blandt andet blevet brugt i jagerfly, hvor man har anvendt 3D-lyd til at understøtte et visuelt display til at hjælpe med at opdage og undvige nærgående objekter, såsom missiler og andre fly (Veltman, et al., 2004; Begault, 1993). Der er også eksempler på auditive informationssystemer i lastbiler og andre køretøjer (Graham, 1999; Fagerlönn, 2010), men disse har oftest haft karakter af alarmsystemer, hvor systemerne og typen af advarselslyde typisk bliver vurderet ud fra, hvor alarmerende og irriterende, de lyder (Edworthy, et al., 1991).

I dette projekt er formålet at udvikle en ekstra støtte til chaufføren til bedre at kunne lokalisere og orientere sig i forhold til evt. cyklister. Denne støtte kommer i form af 3D-lyd, der skal give chaufføren en hørbar og naturtro oplevelse af, hvor cyklisten befinder sig i forhold til lastbilen, så chaufføren har en intuitiv fornemmelse af cyklistens tilstedeværelse. Dermed forsøges det at højne chaufførens "situational awareness" (Endslev, 1996), så chaufføren bedre kan træffe den rigtige beslutning. Med en højere bevidsthed om hvor og hvornår der befinder sig cyklister nær lastbilen, vil chaufføren formentlig kunne bruge spejlene mere effektivt og potentielt undgå kollision i forbindelse med højresvinget.

Metode

For at undersøge hvorvidt 3D-lyd kan anvendes til at forbedre lastbilchaufførens fornemmelse af cyklisters placering i og omkring en højresvingssituation, er der udført et feltstudie.

Valg af lydstimuli

Inden feltstudiet var der lavet et forstudie i laboratoriet for at finde ud af hvilken lyd der foretrækkes til repræsentation af en cykel. I forsøget blev 20 forsøgspersoner enkeltvis bedt om at vurdere, hvilke lyde de

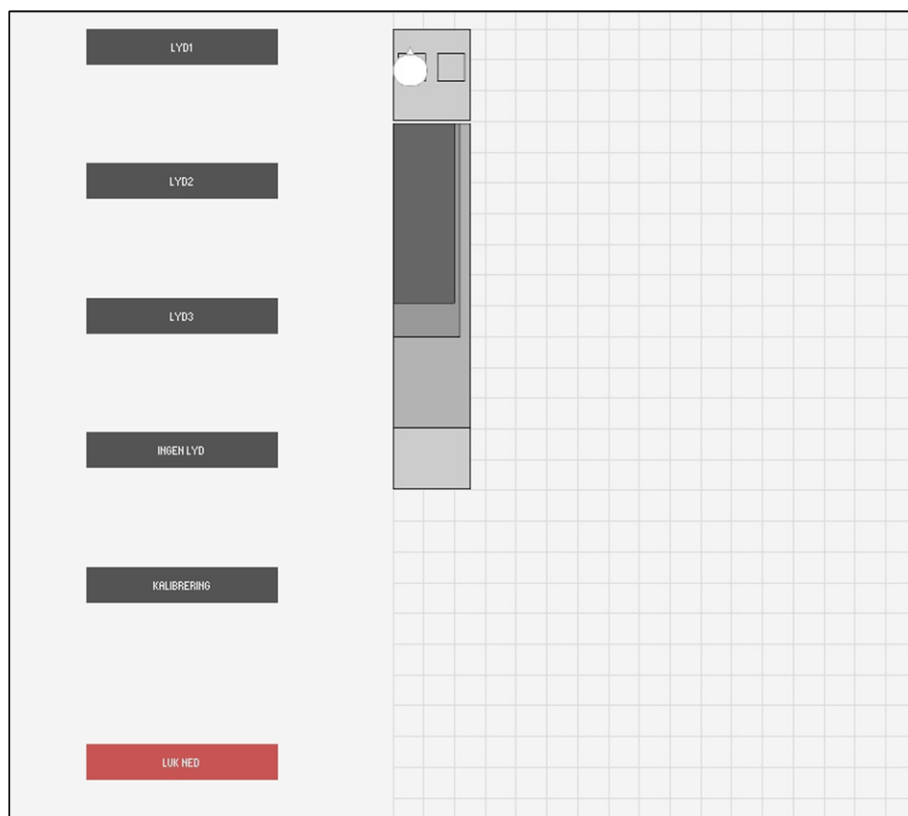
foretrak, hvis de forestillede sig, at de kørte lastbil, og lyden kom fra cyklen. Lydene bestod af to forskellige ringeklokker, en cyklist der fløjtede, lydene fra en cykel, hvor der trædes rundt i pedalerne og en kunstig alarmlyd. Alle lyde blev sammenlignet parvis i to situationer: 1) Hvor forsøgspersonen forestillede sig, at han/hun kørte ligeud, og 2) hvor forsøgspersonen forestillede sig, at han/hun drejede til højre. Forstudiet pegede på, at lyden af en cykels ringeklokke var at foretrække i begge situationer. I feltstudiet blev der derfor kun anvendt forskellige ringeklokkelyde. Resultaterne fra udvælgelsen af lydstimuli er foreløbig beskrevet i (Møller, 2016).

Lydsystem

Til feltstudiet blev et system udviklet som gjorde lyden hørbar for chaufførerne. Systemet kunne ikke selv detektere cyklisterne, men gav lyd ved forsøgslederens manuelle kontrol. Til at styre lyden brugte forsøgslederen en tabletcomputer med et interface, hvor forsøgslederen kunne flytte lydkilden ved at flytte fingeren rundt på interfacet. Derudover kunne forsøgslederen skifte mellem tre forskellige ringeklokker for at variere lyden af cyklisten.

3D-lyden blev afspillet over hovedtelefoner (Sennheiser PC 363D), som chaufføren havde på under kørslen. På hovedtelefonerne var der monteret et sensorsystem (geomagnetisk, gyroskop og accelerometer) til at tracke lastbilchaufførens hoveddrejninger. En anden sensor (geomagnetisk) var placeret i lastbilen til at tracke lastbilens drejning.

Alle delene var koblet til en bærbar computer, som indsamlede tracking data, udregnede cyklistens placering ift. lastbilchaufførens hovedorientering og placering, loggede data, foretog den nødvendige processering, og afspillede lyden over hovedtelefonerne. Den bærbare computer var styret af den tablet, som forsøgslederen anvendte til styring af 3D-lydkildens placering (ovennævnte interface). Tabletinterfacet er vist på Figur 1. "lyd1", "lyd2", "lyd3" kunne bruges til at skifte mellem tre forskellige optagelser af ringeklokker, "Kalibrering" kunne bruges til at kalibrere de forskellige tracking sensorer, "luk ned" blev brugt til at lukke hele systemet ned og "Ingen lyd" blev ikke brugt i studiet. Ved at flytte fingeren rundt i det ternede område kunne lydkilden flyttes i forhold til lastbilen, hvert tern svarede til 1m². De forskellige firkanter tegnet bag lastbilens styrehus repræsenterer forskellige vognstørrelser og kunne bruges som reference og hjælp til forsøgslederen, når han skulle vurdere afstanden til cyklerne. For en mere detaljeret beskrivelse af den eksperimentelle platform se (Christensen, et al., 2016).



Figur 1 – Interfacet der blev brugt til afspilning af lyden. Interfacet på tabletten kunne bruges til indikere cyklens placering og starte afspilningen af lyden fra tre forskellige ringeklokker. Interfacet tilbød desuden mulighed for at kalibrere positionsdetektorerne.

Rekruttering af lastbilchauffører og ruter

I undersøgelsen kørte forsøgslederen med fire forskellige chauffører på deres daglige fragtruter. Chaufførerne blev udvalgt i samarbejde med Danske Fragtmænds Aalborg central ud fra et kriterie, om at de kørte i- og omkring bymiljøet. Dette medførte at fragtruterne lå i Nordjylland og kørslen primært foregik i bymiljøet i- og omkring Aalborg. Chaufførerne havde alle mellem 9 og 30 års erfaring med at køre lastbil og kørte i lastbiler, der var ca. 12 meter lange og ca. 2,55 meter brede.

Forløb

Inden chaufførerne startede på turen, blev de introduceret til systemet og forklaret, at det kun var en prototype af det endelige system, hvor forsøgslederen holder øje med cyklisterne og manuelt starter afspilningerne. Afspilningerne foregik ved at forsøgslederen under kørslen startede lyden og flyttede lydkilden hver gang en cyklist befandt sig i den umiddelbare nærhed af lastbilens højre side, dvs. fra ca. 30 meter bag lastbilen til ca. 10 meter foran lastbilen. Eftersom at der var en risiko for at forsøgslederen overså enkelte cyklister blev chaufførerne derfor bedt om at orientere sig normalt. Chaufførerne fik desuden lov til at høre lyden et par gange for at vænne sig til systemet.

Efter udvalgte episoder specielt omkring kryds, spurgte forsøgslederen chaufføren om oplevelsen af 3D lyden og gjorde løbende notater. Derudover noterede forsøgslederen chaufførens reaktioner i krydsene.

Til slut blev chaufføren interviewet omkring den generelle oplevelse af at køre med systemet, samt for at spørge mere uddybende ind til specifikke situationer. Spørgsmålene var målrettede imod at få afdækket om:

- Systemet hjalp chaufføren med at få bedre overblik over cyklisterne
- Lastbilchaufføren reagerede hensigtsmæssigt på lyden af cyklisten
- Lastbilchaufføren blev irriteret over at høre lyden

Under hele turen lå der en diktafon i lastbilen, som optog samtalerne mellem lastbilchaufføren og forsøgslederen. Ved hvert stop, hvor lastbilchaufføren var ude af lastbilen for at læsse varer af, nedskrev forsøgslederen noter om episoder, som kunne være med til at besvare de tre overordnede spørgsmål, dette inkluderede noter om lastbilchaufførens reaktioner. Dette blev gjort ved at indtale beskrivelserne på diktafonen.

Analysemetode

Analysen tog udgangspunkt i de tre ovennævnte temaer, hvor både de umiddelbare reaktioner samt informationerne fra interviewet er inddraget. Dette er samlet til en beskrivelse af hvert tema, som så er understøttet med relevante citater. Disse beskrivelser er efterfølgende diskuteret med henblik på at kunne drage konklusion om anvendelsespotentialer for 3D-lyd.

Resultater

Ruterne

Lastbilchaufførernes ruter varierede en del, både angående om de kørte i bymiljøet eller på landet, men også med hensyn til hvor mange stop de havde undervejs, og hvor mange cykler de mødte. Det tog typisk omkring fire timer at gennemføre en rute undtagen turen med lastbilchauffør 4, som tog ca. seks timer. Lastbilchauffør 1 kørte i området lige i periferien af bycentrum og kørte typisk fem minutter mellem hvert stop. Lastbilchauffør 2 kørte helt inde i bycentrum og i gågader. Lastbilchaufføren havde en del meget korte stop, hvor der kun blev kørt få hundrede meter mellem hver. Lastbilchauffør 3 kørte i og omkring bycentrum og kørte ca. 5 minutter mellem hvert stop. Lastbilchauffør 4 kørte nogle lange ture mellem to byer ad landeveje, så der var stor forskel på, hvor lang tid det tog mellem hvert stop. Med de to første chauffører kom forsøgslederen med på to ture, og hos de to sidste var forsøgslederen kun med på en tur. Tabel 1 viser en oversigt over antallet af køreture med hver chauffør, hvor lang tid turene ca. tog, hvor de foregik og antallet af cykler, de mødte.

Tabel 1 – Oversigt over ruterne

	Chauffør 1	Chauffør 2	Chauffør 3	Chauffør 4
Køreture	2	2	1	1
Tid	Ca. 4 timer	Ca. 4 timer	Ca. 4 timer	Ca. 6 timer
Sted	By	Bycentrum	By/bycentrum	By/land
Antal cykler:	Tur 1: 29, Tur 2: 42	Tur 1: 20, Tur 2: 24	18	3

Reaktioner på systemet

I følgende afsnit vil chaufførernes reaktioner og kommentarer, som er relevante til at beskrive de enkelte temaer blive præsenteret temavis.

Hjalp systemet lastbilchaufførerne med at bedre overblik over cyklisterne?

Chaufførerne mente, at de havde en god fornemmelse for, hvor cyklisterne befandt sig omkring lastbilen, og at de kunne følge dem ved hjælp af lyden. De talte desuden om, hvordan lyden gik fra højre og venstre og blev højere, når cyklisten kom tættere på. Der var dog en chauffør, som var lidt usikker på, om han kunne høre, hvor cyklisterne præcist befandt sig. Chaufføren var ikke desto mindre i stand til at udpege den rigtige cyklist hver gang og kunne også godt høre, når lyden flyttede sig f.eks. fra højre til venstre.

Alle fire lastbilchauffører vurderede, at det var en god hjælp at have systemet. De mente ikke, at systemet ændrede så meget på deres måde at køre på, men at det gav en ekstra sikkerhed for, at de ikke overså en cyklist, og at de blev ekstra opmærksomme på, når der befandt sig en cyklist i nærheden af lastbilen. Dette kommer blandt andet til udtryk i disse udtalelser:

"Når den ringer, så ved man, der er noget, og så skal man lige holde øje"

"Jeg ved, at når den har ringet, så ved jeg også, at der er noget mere, i stedet for, at jeg kun har kamera og spejle, det gør alligevel noget, at jeg ved, at den har ringet."

"Bare det der med, at man bliver advaret om, at der er cyklister. Den jeg ikke så, der begynder man med det samme at lokalisere, hvor det er."

Dog blev det nævnt, at det godt kunne virke lidt overraskende første gang de hørte lyden, men at de hurtigt vænnede sig til den.

"Altså lige de første par gange, hvor den kom, der tænkte man hvad fanden sker der lige her, man skal lige vende sig til den lyd, men sådan er det med alt nyt, og det er godt nok"

Reagerede lastbilchaufførerne hensigtsmæssig på lyden af cyklisterne?

Et par gange lykkedes det også for forsøgslederen at afspille lyden af cyklisten, inden chaufføren havde opdaget cyklisten. I disse situationer reagerede chaufføren roligt og hensigtsmæssigt og fandt cyklisten i spejlene. Forsøgslederens observationer blev efterfølgende bekræftet af chaufførerne.

"Man reagerer på, at der kommer sådan en lyd. Det kan godt ske, at jeg ikke har lagt mærke til dem (cyklerne), når de kommer bagfra her i gågaden, men så snart man hører dem, så kigger man jo."

"Lige da den ringede, så vidste jeg, han var derovre (pegede i retning af ham)"

Blev lastbilchaufførerne irriterede over at høre lyden fra systemet?

I enkelte tilfælde ville chaufførerne gerne have lyden af cyklerne højere eller lavere, hvilket blev tilpasset. Der var dog ingen negative kommentarer eller observationer, der gav mistanke om, at chaufførerne ikke brød sig om lyden eller systemet. Heller ikke da chaufførerne blev spurgt eksplicit til dette, gav de indikation af, at de var generet af ringeklokken. Modsat blev det nævnt, at det var udmærket, at det var en ringeklokke og ikke en eller anden tilfældig biplyd.

Enkelte chauffører havde radioen tændt under kørslen, men volumen var ikke særlig høj. Den chauffør, som hørte radioen på højeste niveau, var ham, der kørte en stor del af tiden på landevej.

Der var enkelte forslag til mulige tilføjelser, bl.a. at andre trafikanter som f.eks. knallerter også kunne inddrages samt muligheden for også at kunne høre, når cyklisterne befandt sig på venstre side af lastbilen.

Diskussion

Fokus i studiet har været på at undersøge chaufførens reaktioner og adfærd i naturlige rammer. Ved at følge chaufførerne på deres daglige ruter var hyppigheden og tidspunkt for cyklist i overensstemmelse med virkeligheden og dermed mere naturligt end sammenlignet med f.eks. et simulator eksperiment. Disse resultater er dog kun indikationer baseret på et studie med fire chauffører og ikke et forsøg på at kvantificere effekten.

Ud fra chaufførernes udtalelser og reaktioner synes det sandsynligt, at de var i stand til at bestemme cyklens placering med hørelsen på basis af de afspillede lyde. Det synes endvidere sandsynligt, at det hjalp dem til at få et bedre overblik over cyklisterne og dermed en ekstra sikkerhed. Dette til trods for at chaufførerne ikke fra starten har været bevidste om at de kunne bruge lyden til at høre, hvor cyklisterne befandt sig, men bare reagerede intuitivt på lyden.

Efter en kort tilvænning blev chaufførerne ikke længere overraskede over at høre cyklisterne. Når de hørte lyden af en cyklist reagerede de roligt ved at lokalisere cyklisten via synet og derefter agere hensigtsmæssigt i forhold til cyklistens placering.

Lyden af cyklisten blev omtalt i positive vendinger, det blev blandt andet pointeret, at det var godt, at man kunne skelne lyden fra andre bilyde i lastbilen. Der kom desuden flere forslag om at udvide systemet til også at omfatte andre trafikanter, hvilket ligeledes kan indikere, at chaufførerne oplevede lyden positivt.

Resultaterne fra studiet indikerer at 3D-lyden hjalp chaufførerne med at identificere objekter uden for lastbilen (i dette tilfælde cyklister), hvilket er i overensstemmelse med, hvad man fandt i forsøgene med 3D-lyd i jagerfly (Veltman, et al., 2004; Begault, 1993).

Modsat tidligere forsøg med et andet auditivt informationssystem (Graham, 1999; Fagerlönn, 2010) har formålet ikke blot været at advare i det øjeblik en farlig situation var ved at opstå, men i højere grad at understøtte chaufførens situational awareness ved at give information om cyklistens placering på en måde, der var let tilgængelig og let at fortolke, så de farlige situationer helt undgås. Som præsenteret i (Endslev, 1996), afhænger vores beslutningstagen og handlinger af vores situational awareness, som igen er baseret på de informationer, vi får gennem vores sanser. Ved at gøre informationerne omkring cyklisterne lettere tilgængelige, synes chaufførens situational awareness at være forøget, og det må dermed formodes, at chaufførens evne til at tage den rigtige beslutning i eksempelvis et højresving ligeledes vil være skærpet.

Inden hver tur fik chaufførerne besked om ikke fuldt ud at stole på systemet, men altid orientere sig, da der var en risiko for, at forsøgslederen overså en cykel. Der kunne desuden være en vis usikkerhed i forsøgslederens evne til præcist at vurdere cyklistens placering i forhold til lastbilen. Selvom lastbilchaufførerne muligvis har haft i baghovedet, at det ikke var et fuldt funktionsdygtigt system, de kørte med, virkede det som om, at de i situationerne levede sig helt ind i at bruge systemet, f.eks. når de pludselig hørte en cyklist komme bagfra.

På fragtcentralen, hvor de chauffører som medvirkede i forsøget kørte fra, har der været meget fokus på højresvingsulykker. Dette har gjort, at lastbilchaufførerne, allerede inden undersøgelsen gik i gang, var meget positive i forhold til alt, hvad der kan forhindre højresvingsulykker. Dette kunne afføde en positiv bias i forhold til systemet. Derfor krævede det lidt arbejde fra forsøgslederen at få lastbilchaufførerne til at forholde sig til det konkrete system og ikke udelukkende, om de gerne ville undgå højresvingsulykker. Selvom det vurderes, at dette i høj grad lykkedes, så kan det ikke udelukkes, at der stadig har været en positiv bias til fordel for systemet. Denne positive bias vil formentlig også eksistere i et vist omfang for et

fuldt funktionsdygtigt system. Man kan derfor formode, at chaufførerne vil være tilbøjelige til at acceptere, at lydene fra cyklerne spilles jævnlige.

Selvom der i eksperimentet forekom forholdsvis lange test sessioner, er langtidseffekterne af systemet ikke undersøgt. Det kan eksempelvis ikke udelukkes, at der efter længere tids brug vil ske en ændring i chaufførernes holdning og reaktioner på systemet. Det kan heller ikke udelukkes, at chaufførens vaner med hensyn til f.eks. radio ændrer sig, så lyden ikke længere er hørbar, eller at chaufførerne efter længere tids brug beslutter sig for, at lydene af cyklerne bliver for irriterende. Dog virkede det til, at chaufførerne i høj grad tilpassede volumen af radioen til den aktuelle trafiksituation.

En sikker detektion af cyklisterne vil være afgørende for, om systemet i sidste ende vil have nogen berettigelse. I situationen med falsk-negativ vil lastbilchaufføren muligvis foranledes til at tro, at eftersom der ikke optræder nogen lyd, er der heller ingen cyklist. Dog taler det som en formidlende omstændighed, at der også kan optræde andre trafikanter end cyklister, som lastbilchaufføren skal være opmærksom på, så lastbilchaufføren under alle omstændigheder er nødt til at orientere sig i spejlene, for at sikre at svingbanen er fri. Et højt antal falsk-positive vil ligeledes være problematisk da det ud over at være en irritationsfaktor også vil være med til at drage lastbilchaufførens opmærksomhed væk fra andre begivenheder og dermed øge den kognitive belastning.

Et færdigudviklet system skal altså være i stand til at skelne imellem cyklister og andre objekter såsom fodgængere og lygtepæle, der optræder tæt på kørebanen. Et sådan system findes dog ikke i dag, men man kunne forestille sig, at man med målrettede løsninger, inkl. eksempelvis dedikerede trådløse løsninger til lastbiler og cyklister, vil kunne opnå dette.

For at chaufføren skal have tillid til systemet, er det ikke kun nødvendigt at kunne detektere, om der er en cyklist eller ej, men også hvor realistisk cyklistens placering er gengivet auditivt. Stemmer cyklistens placering ikke overens med den auditive opfattelse af placeringen, vil illusionen og tiltroen til at kunne høre, hvor cyklisterne befinder sig, straks bryde sammen.

Selvom resultaterne fra undersøgelsen pegede i retning af, at det er muligt at præsentere lyden af cyklisten, så chaufføren intuitivt kan navigere ved hjælp af hørelsen og derefter finde cyklen i sidespejlet, så kræver det, at et fuldt funktionsdygtigt system kan detektere cyklistens position præcist og hyppigt nok til, at denne kan gengives troværdigt.

Konklusion

I observationerne og kommentarerne, som er indsamlet i løbet af de seks køreture med de fire chauffører, blev der givet udtryk for, at systemet hjælper chaufførerne. Efter lidt tilvænning virkede det som om, at chaufførerne havde forholdsvis let ved at bruge lyden fra systemet til at lokalisere cyklister.

Chaufførernes reaktioner peger på, at systemet giver en ekstra sikkerhed især i de tilfælde, hvor en cyklist kommer bagfra, og chaufføren hører cyklisten, før han/hun ser vedkommende. I disse situationer reagerede chaufføren hensigtsmæssigt og orienterede sig roligt i spejlene, fandt cyklisten, og agerede herefter.

Der var undervejs ingen indikation af, at chaufførerne blev trætte af systemet, eller at lyden af cyklisterne skulle være irriterende.

Anerkendelse

Projektet er støttet af Trygfonden.

En speciel tak til Lektor Harry Lahrmann for sparring gennem projektet og til Clemen Boje Larsen (AM3D) for udlån af 3D-lyds softwaren.

REFERENCER

Begault, D. R., 1993. Head-up auditory displays for traffic collision avoidance system advisories: A preliminary investigation. *Human factors*, 35(4), pp. 707-717.

Bolia, R. S., 2004. Special Issue: Spatial Audio Displays for Military. *The International Journal of Aviation Psychology*, 14(3), pp. 233-238.

Christensen, F., Møller, A. K. & Hammershøi, D., 2016. *A dynamic binaural synthesis system for investigation into situational awareness for truck drivers*. Buenos Aires, Proceedings of the 22nd International Congress on Acoustics.

Edworthy, J., Loxley, S. & Dennis, I., 1991. Improving auditory warning design: relationship between warning sound parameters and perceived urgency. *Human factors*, 33(2), pp. 205-231.

Endslev, M. R., 1996. Towards a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors*, Volume 37, pp. 32-64.

Fagerlön, J., 2010. *Distracting effects of auditory warnings on experienced drivers*. The 16th International Conference on Auditory Display (ICAD-2010), June 9-15, 2010, Washington D.C., s.n., pp. 127-132.

Graham, R., 1999. Use of auditory icons as emergency warnings: evaluation within a vehicle collision avoidance application. *Ergonomics*, 42(9), pp. 1233-1248.

Havarikommisjonen, 2006. *Ulykker mellem høresvingende lastbiler og ligeudkørende cyklister*, s.l.: Havarikommisjonen for Vejtrafikulykker.

Møller, A. K., 2016. *Evaluation of 3D Positioned Sound in Multimodal Scenarios*. Aalborg: Aalborg Universitetsforlag.

Møller, H., 1992. Fundamentals of Binaural Technology. *Applied Acoustics*, 36(3/4), pp. 177-218.

Perrott, D. R., Saberi, K., Brown, K. & Strybel, T. Z., 1990. Auditory psychomotor coordination. *Perception & Psychophysics* 48, pp. 214-226.

Posner, M. I., Nissen, M. J. & Klein, R. M., 1976. Visual Dominance: An Information-Processing Account. *Psychological Review*, 83(2), pp. 157-171.

Sieker, T. G. et al., 2015. A Cognitive Analysis of Truck Drivers' Right-hand Turns. *Transport Conference at Aalborg University*, p. 13.

Trafikstyrelsen, 2014. *Strategi for forebyggelse af høresvingsulykker mellem lastbil og cyklist*, s.l.: Rigspolitiet, trafikstyrelsen og vejdirektoratet.

Veltman, J. A., B., O. A. & Bronkhorst, A. W., 2004. 3-D Audio in the Fighter Cockpit Improves Task. *The International Journal of Aviation Psychology*, 14(3), pp. 239-256.

