

# En eksperimentel undersøgelse af følgeafstande i trafikken under forskellige vejrforhold

## *Abstract*

Følgende er en beskrivelse af et eksperiment udført i 2005 om følgeafstande i trafikken. Eksperimentet omhandlede kørsel under forskellige vejrforhold: reduceret sigtbarhed (tåge), reduceret køretøjskontrol (gladføre) og normal kørsel (normal sigtbarhed og normal køretøjskontrol).

Eksperimentet blev udført i en avanceret køresimulator. 12 forsøgspersoner deltog i eksperimentet. Hver forsøgsperson kørte ca. 43 000 meter under hver betingelse. Forsøgspersonerne skulle i løbet af eksperimentet holde en sikker afstand til forankørende bil, der var programmeret til at køre ved 90 km/t under 20 000 meter. I denne artikel analyseres udelukkende kørsel under 90 km/t.

De kritiske variable i eksperimentet var tidsafstand, tid til kollision, hastighed samt bremseaktiviteter.

Tidsafstanden var lavest ved kørsel under normale vejrforhold, mens tidsafstanden var længst under kørsel i gladføre. En-vejs variansanalyse af forsøgsparametrene viste, at der var signifikante forskelle i tidsafstanden mellem alle forskellige vejrforhold. Tid til kollision var ikke signifikant forskellig imellem nogle af betingelserne. Hastighed var også signifikant forskellig imellem alle betingelser. Bremsen blev anvendt hyppigst under kørsel i gladføre, men for alle tre betingelser gjaldt, at den blev anvendt i mindre end 2% af alle observationerne. Der blev ikke fundet signifikante i omfanget af bremseaktivitet imellem de forskellige betingelser.

Det var forventet, at tidsafstanden ville være længst ved gladføre da forsøgspersonerne qua manglende køretøjskontrol ville kompensere for øget risikooplevelse ved at øge afstanden. Omvendt var det forventet, at tidsafstanden ville være lavest ved tåge, da førere under dette vejrforhold har en tendens til at overvurdere afstanden. Dette blev ikke bekræftet af forsøgsresultaterne.

**Forfatter:** Thomas Troglauer, Danmarks TransportForskning

**Keywords:** Følgeafstand, Tidafstand, Tid til kollision, risikoopfattelse, tåge, gladføre

**Session:** Trafiksikkerhed

**År:** 2005

## **1. Indledning**

Genstanden for denne artikel er analyser af et eksperiment om følgeafstande i trafikken under forskellige vejrforhold. Fokus vil være på følgeafstande ved 90 km/t under forskellige vejrforhold. Resultaterne der bliver præsenteret er en del af et mere omfattende eksperiment, der omhandler følgeafstande i trafikken og mental belastning under forskellige vejrforhold og hastigheder.

### **1.1 Kollisionsrisiko og sikkerhedsafstand**

Bagende kollisioner er en af de hyppigst forekommende trafikuheld. Det er blevet beregnet, at denne type uheld udgør mellem  $\frac{1}{4}$  til  $\frac{1}{3}$  af alle trafikuheld (Taieb-Maimon og Shinar, 2001; Dingus et al., 1997).

En fundamental forudsætning for at undgå kollisioner er at holde passende sikkerhedsafstand til forankørende. Sikkerhedsafstand kan beregnes på forskellige måder. Blandt de mere pragmatiske måder til brug for almindelige bilister er f.eks. at beregne en billængde pr. 15 km/t eller at holde en fysisk afstand, der svarer til hastigheden divideret med 2 (f.eks. Taieb-Maimon og Shinar, 2001).

I forskningsmæssig øjemed defineres følgeafstanden typisk som afstanden mellem fronten af et forankørende køretøj og fronten af et bagvedkørende køretøj på et givent observationstidspunkt. Afstanden angives typisk i meter eller sekunder (tidsafstand). Tidsafstanden betegner den tid, der går mellem at fronten på det forankørende køretøj passerer et givent observationspunkt og fronten af et bagvedkørende køretøj passerer samme punkt (se f.eks. Vogel, 2003). Fordelen ved at anvende tidsafstand frem for fysisk afstand er, at tidsafstanden tager højde for eventuelle hastighedsforskelle på forskellige observationstidspunkter, hvorfor tidsafstande både kan anvendes som generel sikkerhedsindikator og til at sammenligne forskellige observationer under forskellige hastigheder til at vurdere hvor kritisk en given trafikalsituation kan betegnes.

Tidsafstanden beregnes ud fra følgende formel:

$$H = t_i - t_{i-1}$$

hvor  $t_i$  angiver tiden hvor køretøj  $i$  passerer et målepunkt, mens  $t_{i-1}$  angiver det tidspunkt, hvor køretøjet foran passerer det samme målepunkt.

Generelt anbefales det at holde en tidsafstand på to til tre sekunder til en forankørende, således at der vil være tid til at reagere i tide på decelerationer eller pludselige opbremsninger hos den forankørende bil. Ved f.eks. 90 km/t svarer en tidsafstand på 2 sekunder til 50 meter, mens en tidsafstand på to sekunder ved 110/km/t svarer til 60 meter.

*Tid til kollision (TTC)* er et andet sikkerhedsmål, der anvendes til at angive hvor kritisk en trafik situation er. Som sikkerhedsmål angiver TTC hvor lang tid, der vil gå før en kollision i mellem to køretøjer forekommer forudsat, at begge køretøjer holder samme hastighed og kurs.

For at kunne anvende TTC som sikkerhedsmål forudsættes, at køretøjerne er på kollisionskurs, men ikke nødvendigvis i en situation hvor en af bilerne kører bagved den anden. Man anvender kun TTC som mål, såfremt det bagvedkørende køretøj har en højere hastighed end den forankørende.

Inden for trafikikkerhedsforskningen er TTC typisk blevet brugt som et udtryk til vurdere hvor kritiske trafikale manøvrer er. Der er fremsat forskellige bud på hvornår en TTC værdi skal betragtes som kritisk og hvilken man værdi bør betragte som sikker. I urbane områder anvendes TTC typisk fra 1,5 til 5 sekunder (Vogel, 2003).

Til at beregne TTC anvendes følgende formel:

$$TTC = \frac{X_{i-1}(t) - X_i(t) - l_i}{\underline{X}_i(t) - \underline{X}_{i-1}(t)}$$

hvor  $\underline{X}$  betegner hastighed;  $X_i$  betegner køretøjsposition;  $l_i$  betegner længde af køretøj  $i$ ;  $i-1$  betegner køretøjet foran køretøjet  $i$

Som det ses, kræver udregning af TTC flere kendte variable end tilfældet er med tidsafstand. Tid til kollision som relevant sikkerhedsvariabel er desuden afhængig af forskellige hastigheder mellem køretøjer, dvs. at når hastigheden er præcis den samme mellem to observerede køretøjer eller når den forankørende bils hastighed er højere vil TTC blive uendelig eller negativ i det bilerne aldrig vil kolliderer. Derfor er TTC som analytisk mål principielt kun interessant når den bagvedkørendes hastighed er højere end den forankørende og er lavere end ti sekunder (Vogel, 2003).

Det er blevet fremhævet, at TTC giver et mere præcist indtryk af hvor kritisk en situation er end tidsafstanden. Tidsafstand som analytisk begreb giver ikke nogen indikation af om en kollision er forestående eller ej, men kun om den bagvedkørende fører vil være i stand til at reagere indenfor en rimelig grænse, såfremt den forankørende ændrer hastighed (Vogel, 2003).

## ***1.2 Variationer i TTC og tidsafstand***

I praksis vil der være mange trafikale situationer, hvor tidsafstanden eller TTC umiddelbart er kritiske lave, men i praksis ikke er det. Ved f.eks. i forbindelse med overhalinger eller ved kørsel omkring lysregulering kan der forekomme situationer, hvor tidsafstanden eller TTC kan være under et sekund uden, at det udgør en sikkerhedsrisiko. Det er derfor vigtigt at poin-

tere, at følgeafstande ikke forekommer i et stereotypt vakuum. Kørselsituationer er typisk præget af dynamik og omskiftelighed, hvorfor det kan være vanskeligt at generalisere om følgeafstande i trafikken generelt. Indenfor trafikikkerhedsforskningen er der dog fundet en række fællestræk, der syntes at påvirke følgeafstande:

*Individuelle præferencer.* Undersøgelser af den foretrukne følgeafstand har vist, at bilførere er i stand til at holde en stabil tidsafstand under forskellige hastigheder. Taieb-Maimon og Shinar fandt således, at bilister under kørsel med hastighedsvariationer fra 50 til 110 km/t var i stand til at holde tidsafstande, der i gennemsnit lå stabilt mellem 0,9 og 1,00 sekunder under alle hastigheder (Taieb-Maimon og Shinar, 2001). Forfatterne fandt dog store individuelle forskelle og den foretrukne tidsafstand lå mellem 0,45 til 1,68 sekunder blandt forsøgspersonerne. Samme tendenser fandt man i en hollandsk undersøgelse, hvor forsøgspersonernes foretrukne tidsafstand varierede fra 0,6 til 3,4 sekunder (Hoedemaker, 1997).

*Mental belastning.* Undersøgelsesresultater har også påpeget, at graden af mental belastning i forbindelse med den trafikale situation kan påvirke afstanden. F.eks. fandt Brookhuis og kollegaer at anvendelse af mobiltelefon under kørsel (øget mental belastning) bevirkede, at forsøgspersonerne holdt en længere tidsafstand (Brookhuis et al., 1991). Ligeledes fandt man i en irsk undersøgelse, at lastbilchauffører der oplevede træthed efter syv timers kørsel i konvoj forøgede deres tidsafstand til det forankørende lastbil betragteligt (Fuller, 1984).

Selvom det ovenstående påpeger en række forholds påvirkning af følgeafstande, er der omvendt forsket overraskende lidt i fysiske forholds indvirkning på følgeafstande. Langt de fleste undersøgelser er foretaget som kørsel under normale betingelser med normal sigtbarhed eller fuld køretøjskontrol. Imidlertid gælder det, at megen bilkørsel netop ikke foregår under optimale betingelser. Vejret kan være omskifteligt, hvilket kan resultere i f.eks. reduceret sigtbarhed, og kørebanelforholdene ændrer sig efter årstider og temperatur.

Det er blevet beregnet, at 90% af de informationer en bilfører anvender til at orientere sig under kørsel kommer via visuelle stimuli (se f.eks. Hill, 1980). Det er dog stadig uklart, hvordan reduceret sigtbarhed, dvs. begrænsede visuelle stimuli, påvirker følgeafstand og risikoopfattelse. Det er blevet foreslået, at bilførere baserer deres risikoopfattelse i forhold til potentielle kollisionsobjekter ved hjælp af såkaldte perceptuelle sikkerhedszoner (se f.eks. Gibson, 1938; Cavello 1988). Præmisserne i denne forståelse er, at føreren anvender tilgængelige visuelle cues, f.eks. træer, afmærkninger eller andre biler og relaterer disse til den hastighed de selv bevæger sig med. Ændringer i cuene vil være afhængig af den hastighed bilisten bevæger sig med og den afstand objekter har i forhold til føreren. Dette relateres naturligvis til antagelser og viden om objekternes bevægelse. Bilisten betragter således ikke et træ i vejkanten som farligt selvom han kører i retning mod det med høj fart, da han typisk ikke har direkte kurs i mod det. Omvendt vil en forankørende bils pludselige opbremsning resultere i, at dette objekts betragtes som farligt og kræver en hurtig intervention.

Selvom disse antagelser er relativt veletablerede, er det stadig uklart hvilken påvirkning ændringer i tilgængelighed af visuelle stimuli har på sikkerhedsmarginer og følgeafstande. Undersøgelser af afstandsvurdering i tåge har f.eks. vist, at forsøgsparticipanterne systematisk overvurderede afstanden når de ikke havde bekendte cues at orientere sig imod. I et forsøg i et såkaldt tågekammer, der kunne simulere forskellige tågeintensiteter fandt man således, at forsøgsparticipanterne systematisk overvurderede afstanden til en bil som en funktion af den afstand de selv havde til bilen. Forfatterne fandt imidlertid, at overvurderingen var signifikant højere i tåge end ved normal sigtbarhed. Jo længere væk køretøjet syntes at være, desto mere overvurderede forsøgsparticipanterne afstanden. Forfatterne fandt dog omvendt, at omfanget af overvurdering i tåge faldt betydeligt når forsøgsparticipanterne havde bekendte cues at forholde sig til. Når forsøgsparticipanterne f.eks. havde to bremselys frem for ét at vurdere afstanden ud fra var overvurderingen betragteligt lavere (Cavello et al., 2001).

Disse resultater peger på, at det ikke er øget risikovillighed, men perceptuelle begrænsninger der kan være i kritisk korte tidsafstande under kørsel i tåge. Undersøgelsen lider imidlertid under, at resultaterne ikke baserede sig på virkelig kørsel, men foregik mens forsøgsparticipanterne sad stationært og kiggede ud af en forrude på en bil foran dem.

Det er også uklart hvilke effekter reduceret køretøjskontrol har på følgeafstande. De fleste undersøgelser af f.eks. glatføre har typisk opbygget scenarier, hvor føreren holder en kritisk lav afstand eller skal forsøge at reagere adækvat på pludselige opbremsninger hos en forankørende bil (se f.eks. Nilsson og Peters, ukendt år; Nilsson, 2001). Der eksisterer ikke undersøgelser af hvilke følgeafstande bilister vælger at holde når de kører med begrænset køretøjskontrol i længere perioder.

På basis af ovenstående vil det være rimeligt at antage, at ændringer i de vejrbetingelser vil medføre ændringer i den oplevede risiko. Spørgsmålet er imidlertid også om denne forøgelse vil slå igennem, i situationer, hvor føreren ikke kører med reduceret køretøjskontrol, men kører med reducerede perceptuelle orienteringsmuligheder. Man kan således postulere, at i situationer med reduceret køretøjskontrol vil bilisten være sig dette bevidst, fordi bilen reagerer langsommere eller anderledes end under normale forhold. Omvendt er bilisten ikke nødvendigvis bevidst om, at reducerede visuelle betingelser fører til dårligere vurderinger af de sikkerhedsmarginer der normalt anvendes. Bilisten kan således antage at han holder længere afstand end det rent faktisk er tilfældet.

For at kunne efterprøve de ovenstående overstående antagelser blev følgende hypoteser opstillet:

*i) Følgeafstande og variationer i følgeafstande under kørsel med reduceret sigtbarhed vil føre til lavere tidsafstande og sikkerhedsmarginer end ved kørsel med normal sigtbarhed eftersom de begrænsede visuelle informationer vil bevirke, at føreren overvurderer afstanden til forankørende.*

ii) *Kørsel med reduceret sigtbarhed vil føre til kortere tidsafstande end kørsel med reduceret køretøjskontrol da føreren vil undervurdere risikoen for kollisioner eller sin begrænsede reaktionstid på grund af overvurdering af afstanden til en forankørende bil.*

iii) *Kørsel med reduceret køretøjskontrol fører til højere risikooplevelse og vil føre til længere afstande end kørsel med normal køretøjskontrol.*

For at kunne undersøge de ovenstående påstande blev tre kørselsbetingelser der manipulerede de fysiske betingelser opstillet:

- Kørsel med reduceret sigtbarhed, men normal køretøjskontrol (tåge med sigtbarhed på 150 meter)
- Kørsel med reduceret køretøjskontrol, men normal sigtbarhed (gladføre med friktionskoefficient på 0,3).
- Kørsel under normale betingelser (fuld køretøjskontrol og fuld sigtbarhed).

## **2.1 Metode**

I alt deltog 12 personer i eksperimentet (seks kvinder og seks mænd). Gennemsnitsalderen var 35 år (min 22; max 62). Forsøgspersonerne havde alle gyldigt kørekort og havde minimum tre års kørsels erfaring. I gennemsnit havde forsøgsgruppen 17 års kørsels erfaring (min 3; max 42) og kørte i gennemsnit 11 000 km om året (min 2 000; max 20 000). Alle forsøgspersonerne var rekrutteret fra området omkring Linköping, Sverige og modtog et beskedent beløb for at deltage i eksperimentet.

## **2.2 Simulator hardware og software**

Eksperimentet blev udført i *VTI Driving Simulator III* i Sverige hos det Svenske Statens Väg och Transport Forskningsinstitut (VTI). Dette er en avanceret køresimulator, der kan simulere visuelle forhold, køretøjsbevægelse og lyd. Simulatoren er derfor i stand til at simulere realistiske kørselssituationer, både i forhold til det omkringliggende vejmiljø samtidig med, at føreren gives oplevelsen af at befinde sig i en rigtig bil med normalt styretøj (rat, gear, bakspejl), der reagerer på hans bevægelser.

Mere specifikt havde simulatoren et avanceret bevægelsessystem, der tillod lateral bevægelse i på +/- 24 grader og vertikal bevægelse på -9 grader til 14 grader.

Den anvendte bil var en Volvo 850, der var placeret foran en storskærm, der tillod et udsyn på 120 grader horisontalt og 40 grader vertikalt. Skærmen havde en opløsning på 1280x768 dpi med en opdaterings hastighed på 60 Hz. Desuden var køretøjet udstyret med bakspejl og sidespejl med indbyggede skærme, der simulerede trafik og vejmiljø, der var tilpasset scenariet på frontskærmen.

### **2.2.1 Kørselsmiljø**

Hver kørsels-session foregik i simulatoren på en firesporet motorvej uden kurver med to vognbaner i hver retning. Hver vognbane var 5,5 meter bred. Under kørsel i glatføre var kørebanelen delvis dækket af et snedække på to meter fra siderne. Dette betød at den højre vognbane i denne betingelse havde en bredde på 3,7 meter. Den yderste del af rabatten blev vist som en snedrive med en diameter på en meter og en højde på 0,5 meter. Under kørsel i glatføre var vejen dækket af sne. Kørselsretningerne var adskilt af et sikkerhedshegn.

Kørselssceneriet inkluderede fire køretøjer. Der var tre køretøjer i kørselsretningen: Forsøgspersonen samt bilen, som han/hun skulle følge efter samt en bil der kom bagfra fra en afstand af 400 meter og fortsatte med at køre ind på forsøgspersonen indtil den lå i en afstand af 50 meter. Denne position blev holdt i op til 150 sekunder, hvorefter bilen overhalede forsøgspersonen og den forankørende bil og forsvandt af syne efter 500 meter. Den fjerde bil kom i den modkørende vejbane og repræsenterede tilfældigt forekommende modkørende trafik.

Alle forsøgspersoner kørte i tre forskellige eksperimentelle betingelser på den samme vej: Tåge med udsyn på 150 meter og normal friktionskoefficient på 0,8 (svarende til tør asfalt); glatføre i vinterlandskab med normalt udsyn men med lav friktionskoefficient på 0,3 (svarende til pakket sne) samt en normal betingelse med normal friktionskoefficient (0,8) og normalt udsyn, der fungerede som basislinje betingelse. Normalbetingelsen forgik ligeledes i vinterlandskab.

Ved kørsel i tåge havde den forankørende bil ikke tændte baglygter og bremselygterne blev ikke aktiveret ved decelerationer.

### **2.3 Procedure**

Vi anvendte et blandet design med intra-subjekt variationer af vejrbetingelser. Efter ankomst modtog forsøgspersonerne en beskrivelse af forsøget, som de blev bedt om at læse grundigt og efterfølgende blev de spurgt om de havde spørgsmål til eksperimentet. Herefter blev de bedt om at udfylde et ark med baggrundsoplysninger, bl.a. alder, kørsels erfaring og hvor ofte de kørte.

Dernæst blev de introduceret til køresimulatoren for at gøre dem fortrolige med simulatoren og kørselsscenerierne: Forsøgspersonerne blev bedt om at sidde i førersædet, indstille sæde og rat samt introduceret til kørescenerierne. Herefter blev de præsenteret for et visuelt scenarium, hvor de holdt stille på den fire-sporede motorvej, mens en stationær bil holdt foran dem med en afstand på 35 meter. Forsøgslederen fortalte, at dette var den afstand, som de skulle forsøge at holde under eksperimentet.

Efterfølgende modtog forsøgspersonerne træning i kørsel under de forskellige vejrbetingelser; tåge, glatføre og normal. I løbet af træningen skulle forsøgspersonerne forsøge at accelerere og decelerere både gradvist og hårdt for at få en fornemmelse af bilens reaktioner under de

forskellige friktionsbetingelser. Under forsøgssessionen blev forsøgspersonerne gjort opmærksom på, om de holdt den afstand de oprindeligt blev opfordret til at holde.

### ***2.3.1 Eksperimentel procedure***

I løbet af eksperimentet skulle forsøgspersonerne følge efter en bil foran dem og tilstræbe at holde en afstand af 35 meter. Ved eksperimentets start accelererede den forankørende bil til 70 km/t og kørte ved denne hastighed i 2000 meter, hvorefter den accelererede til 90 km/t over 75 meter. Denne hastighed blev holdt de næste 2000 meter, hvorefter bilen accelererede til 110 km/t over 75 meter og kørte med denne hastighed i 2000 m. Herefter decelererede bilen til 90 km/t over 75 meter og kørte denne ved denne hastighed i yderligere 2000 meter, hvorefter den decelererede til 70 km/t over 75 meter og kørte dernæst 70 km/t i de følgende 2000 meter.

Forsøgspersonerne kørte altså omkring 43 000 meter i hver betingelse. I alt tog hver betingelse omkring 30 minutter at gennemføre. I alt kørte forsøgspersonerne 90 km/t i 10 gange 2000 meter eller ca. halvdelen af forsøgsperioden. Hver forsøgsperson gennemførte alle forsøgsbetingelser samme dag. Denne artikel rummer udelukkende resultater fra kørsel ved 90 km/t.

I analysen er forsøgspersonernes afstand til forankørende, hastighed, position samt bremseaktivitet registreret hver 10. meter. For kørsel ved 90 km/t over 20 000 meter betød det, at der blev foretaget omkring 1000 registreringer af afstanden pr forsøgsperson pr. betingelse, eller i alt ca. 37 500 registreringer af følgeafstande for alle forsøgspersoner i alle forsøgsbetingelser.

Tidsafstand og tid til kollision blev udregnet som beskrevet i ligning I og ligning II (se afsnit 1.1). Som nævnt i afsnit 1.1 baserer tidsafstanden sig på den fysiske position i forhold til hastigheden, hvorfor TH er blevet beregnet for alle observationspunkter. Tid til kollision som sikkerhedsvariabel er mere hastighedsafhængig. I dette eksperiment var hastigheden mellem de to køretøjer meget lig hinanden, hvorfor TTC i mange tilfælde var mange hundrede sekunder. I analysen blev det derfor besluttet at udelukke alle TTC værdier over 10 sekunder.

Bremseaktivitet blev registeret som en kategorisk variabel, dvs. at bremsen blev registeret som enten aktiveret eller ikke.

For at kunne undersøge forskellene mellem variable i de forskellige vejrtilstande blev der foretaget en-vejs variansanalyse af gennemsnit for tidsafstande, tid til kollision og hastighed i de tre forskellige vejrtilstande. Analyser af forskellene i tidsafstand, tid til kollision og hastighed blev foretaget ved hjælp af en-vejs variansanalyse udført ved proc ANOVA med signifikansniveau på 0,01. Analyser af bremse aktiviteter blev foretaget gennem Cochran-Mantel-Haenszel metode. Begge analyser blev foretaget i SAS version 9.1.



### 3. Resultater

Tabel 1 viser gennemsnitsværdier for variablene tidsafstand, Tid til kollision og hastighed for alle forsøgsbetingelser. Tabel 2 viser gennemsnit for de samme variable, men fordelt over de tre forskellige vejrtilstande.

Forskellene i tidsafstanden under de tre forskellige kørselsbetingelser var signifikante ( $F=1053,68$ ,  $p<0.0001$ ). For at undersøge forskellene imellem de tre vejrtilstande blev der foretaget et Tukey studentized range test. Testen viste at der var signifikant forskel mellem TH imellem alle tre vejrtilstande ( $p<0.01$ ).

Der var ikke signifikante forskelle i TTC imellem de tre vejrtilstande ( $F=0.65$ ,  $p=0.5229$ ). Et Tukey test viste, at der ikke var signifikante forskelle imellem nogle af betingelserne.

En-vejs variansanalyse viste at hastighedsforskellene var signifikant forskellige under de tre forskellige kørselsbetingelser ( $F=23.97$ ,  $p<0.0001$ ). Tukey testen viste, at der var signifikante forskelle imellem hastigheden i tåge og glatføre og imellem glatføre og normalbetingelsen, men ikke imellem tåge og normalbetingelsen (tabel 3).

Tabel 1: gennemsnit for alle forsøgspersoner i alle forsøgsbetingelser ved 90 km/t

Variabel	N	gennemsnit (sek.)	std. afv.	Min	Max
TH	37436	1,63	0,73	0,38	6,52
TTC<10 sek.	1156	7,29	1,69	2,42	9,99
Hastighed	37436	87,92	4,03	66,59	127,82

Tabel 2: gennemsnit for alle forsøgspersoner fordelt på vejrtilstande

Variabel	N	gennemsnit (sek.)	std. afv.	Min	Max
<i>Normal</i>					
TH	12411	1,47	0,60	0,49	6,52
TTC<10 sek.	339	7,38	1,70	2,53	9,99
Hastighed	12411	87,99	3,70	68,12	121,00
<i>Tåge</i>					
TH	12844	1,57	0,63	0,46	4,54
TTC<10 sek	451	7,26	1,64	2,78	9,99
Hastighed	12844	88,05	4,35	66,59	127,82
<i>Glatføre</i>					
TH	12181	1,87	0,86	0,38	6,46
TTC<10 sek.	366	7,25	1,74	2,42	9,99
Hastighed	12181	87,72	4,02	68,38	117,11

Tabel 3: Tukey test for forskelle imellem vejrtilstande

Betingelse	Gennemsnit	Forskelle i gennemsnit i mellem betingelser	99% konfidens intervaller	p-værdi	
<i>Tidsafstand</i>					
Normal	1,47	Glatføre-tåge	0,297	0,23;0,322	<0.01
Tåge	1,57	Glatføre-normal	0,398	0,372;0,426	<0.01
Glatføre	1,87	Tåge-normal	0,103	0,077;0,129	<0.01
<i>Tid til kollision</i>					
Normal	7,38	Glatføre-tåge	0,012	-0,359;0,335	>0,01
Tåge	7,26	Glatføre-normal	0,130	-0,502;0,241	>0,01
Tåge-normal	7,25	Tåge-normal	0,118	-0,473;0,236	>0.01
<i>Hastighed</i>					
Normal	87,99	Glatføre-tåge	0,336	-0,484;-0,187	<0.01
Tåge	88,05	Glatføre-normal	0,266	-0,415;-0,116	<0.01
Glatføre	87,72	Tåge-normal	0,069	-0,078;0,217	>0.01

For at undersøge om der var forskellige i forsøgspersonernes bremseaktiviteter i de forskellige vejrtilstande blev der foretaget en Cochran-Mantel-Haenszel test af anvendelse af bremsen under de forskellige vejrtilstande. Analysen viste, at bremsen kun blev anvendt i under 2% af observationerne ved hver af de tre betingelser. Der var ikke signifikant forskel på hvor ofte bremsen blev anvendt imellem de tre kørbetingelser.

#### 4. Diskussion

Det var ikke muligt at bekræfte hypotesen om, at forsøgspersonerne ville køre med lavere tidsafstand ved kørsel med reduceret sigtbarhed. Det kunne ellers antages, at forskellene ville være udtalte eftersom forsøgspersonerne ikke havde nogle visuelle cues i form af baglygter at orientere sig imod, og derfor ville have tilbøjelighed til at overvurdere deres afstande (Cavell, 2001). Omvendt kan de manglende baglygter have bevirket en forøget oplevet usikkerhed ved kørbetingelsen, hvorfor forsøgspersonerne holdt en længere afstand end ville have gjort med tilgængelige cues. Der var ligeledes tale om relativ tæt tåge, hvorfor den oplevede usikkerhed kunne være mere udpræget end ved kørsel i tåge med højere sigtbarhed.

Tidsafstanden ved tåge og normal betingelse var lavere end ved glatførebetingelsen, hvilket bekræftede vores anden og tredje hypotese.

At forsøgspersonerne kørte med længere tidsafstand under denne betingelse bekræfter, at den oplevede usikkerhed syntes mere udtalt når køretøjskontrollen reduceres. Selvom der var signifikant forskel på tidsafstanden imellem de tre kørbetingelser var tidsafstanden under glatføre betydeligt højere end de to andre betingelser hhv. 0,3 sekund højere end tåge og 0,4 sekund højere end normal betingelsen, mens afstanden mellem tåge og normal betingelse var 0,1 sekund. Det er desuden værd at bemærke, at standardafvigelsen under kørsel i glatføre (0,86) var betydeligt højere end ved kørsel i tåge og normalbetingelsen (0,63 og 0,60), hvilket

yderligere kan tolkes som udtryk for at forsøgspersonerne i højere grad havde vanskeligere ved at tilpasse afstanden under glatførebetningen.

Det er værd at bemærke, at forsøgspersonerne under ingen af betingelserne holdt de to sekunder der er anbefalet tidsafstand. Den primære forklaring kan sandsynligvis findes i, at forsøgspersonernes reference var en afstand på 35 meter, som de blev forevist under den indledende træning. Gennemsnitsafstanden var betydeligt længere end omkring 1 sekund som Taieb-Maimon og Shinar fandt (Taieb-Maimon og Shinar, 2001). Omvendt kan forsøgseresultaterne tolkes, således at denne afstand var betydelig vanskeligere at holde for forsøgspersonerne i særdeleshed under kørsel i glatføre, hvor de blev opfordret til at holde en afstand, der ikke blev oplevet som sikker eller komfortabel.

## *Litteratur*

Brookhuis, K.A., Vries, G. de, Waard, D. de., 1991. The effects of mobile phone telephoning on driving performance. *Accident Analysis and Prevention*, 24, 4 309-316.

Dingus, T., Mcgehee, D.V., Manakkal, N., Jahns, S.K., Carney, C., Hankey, J., 1997. Human factors field evaluation of automotive headway maintenance/collision avoidance devices, *Human Factors*, 39, 2, 216-229.

Cavello, V., Laurent, M., 1988. Visual information and skill level in time-to-collision. *Perception* 17, 623-632.

Cavello, V., Colomb, M., Dore, J., 2001. Distance perception of vehicle rear lights in fog. *Human Factors* 43, 3, 442-451

Fuller, F., 1984. Prolonged driving in convoy: the truck drivers experience. *Accident Analysis and Prevention*, 16, 371-382.

Gibson, J., 1938. A theoretical field-analysis of automobile driving. *The American Journal of Psychology*, 453-472.

Hills, B.L., 1980. Vision visibility, and perception in driving. *Perception*, 9, 183-216.

Hoedemaker, M., Wiethoff, M., van Wolffelar, P.C., 1997. Driving style and acceptance of intelligent cruise control headways. *Proceedings of the second seminar on human factors in Road Traffic 9-11 april 1997*, 108-113.

Nilsson, L., Peters, B., (unknown): Effects of driving with ACA under adverse weather conditions, Internal, deliverable ACA/Roadster

Nilsson, R., 2001. *Safety margins in drivers, Summary of Uppsala Disertation*, Uppsala University.

Taieb-Maimon, M., Shinar, D., 2001. Minimum and comfortable driving headways: Reality versus perception. *Human Factors* 43, 1, 159-172.

Vogel, K., 2003. A comparison of headway and time to collision as safety indicators, *Accident Analysis and Prevention*, 35, 3, 427-433.