

# **Nordic Human Factors Guidelines**

## **Reaktionstid**

### **Bremsereaktionstid og beslutningsreaktionstid**

**Litteraturstudium - Baggrundsnotat**



Lene Herrstedt

21. februar 2012

# Indhold

<b>Introduktion.....</b>	<b>3</b>
<b>Referenceliste .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Resumeer.....</b>	<b>9</b>

## Introduktion

Litteraturstudiet om ”Reaktionsid – Bremsereaktionsid og Beslutningsreaktionsid” indgår i det nordiske samarbejdsprojekt om udvikling af ”Nordic Human Factors Guidelines”, som omhandler forskellige trafikantgruppers krav til vejsystemets udformning og indretning baseret på eksisterende viden om trafikanters fysiske og mentale formåen i forskellige trafiksituationer.

Udviklingsprojektet ”Nordic Human Factors Guidelines” er initieret af Nordisk Vejregelgruppe. Resultaterne fra projektet beskrives i en række temanotater, som publiceres på [www.nmft.dk](http://www.nmft.dk)

Dette notat indgår i denne række af temanotater og indeholder en række korte resumeer af udvalgte referencer fra det udførte litteraturstudium om reaktionstider.

Resultaterne af litteraturstudiet er opsummeret i et sammenfatningsnotat.



## Referenceliste

### Resumer af følgende Referencer:

1.0 Johansson, C. & Rumar, K.: **Drivers Brake Reaction Time.** Human Factors. Vol. 13, No. 1. 1971.

1.1 NCHRP report 400: **Determination of stopping sight distances.** Transportation Research Board. Washington D.C., 1997.

1.2 Lerner, N. D., Huey, R.W., McGee, H.W., Sullivan, A.: **Older driver perception-reaction time for intersection sight distance and object detection. Report FHWA-RD-93-168. January 1995.**

1.3 Lerner, Neil: **Giving the older driver enough perception-reaction time.** Exp. Aging Research 20(1), 25-33. USA. 1994

1.4 Edwards, C.J. et al: **Older and younger driver performance at complex intersections: Implications for using perception-response time and driving simulation.** Proceeding of the Second International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design.2003.

1.5 Sagberg, F.: **Påvirkning av bilførere gjennom utforming av vegsystemet.** TÖI rapport 648/2003.

1.6 Transportation Research Board: **Transportation in an aging Society. A Decade of experience.** Conference Proceedings 27 – November 1999 in Maryland. Washington D.C. 2004.

6.1 Alison Smiley. *Human Factors North, Inc., Toronto, Ontario, Canada: Adaptive strategies of older drivers. p.36-p.42.*

6.2 Schieber, Frank. *University of South Dakota, Vermillion: Highway research to enhance safety and mobility of older road users. pp.125-154*

1.7 Green, Marc: **How long does it take to stop? Methodological analysis of driver perception-brake times.** Transportation Human Factors, 2000 2 pp.195-216.

1.8 Summala, H.: **Brake reaction Time and driver behaviour analysis.** Transportation Human Factors. Vol.2 pp 217-226. 2000 (Commentary note addressed to Green)

1.9 Liebermann, D.G. et al: **A field Study on braking responses during driving.** Ergonomics 38(9). 1995.

1.10 McGehee, D.V., Mazzae, E.N., Baldwin, G.H.S.: **Driver reaction time in crash avoidance research. Validation of a driving simulator study on a test track.** University of Iowa, Proceeding of IEA/HFES Congress 2000.

1.11 Triggs, Thomas J.: **Reaction time of drivers on the road: Faster drivers initiate more rapid braking.** Monash University, Victoria, Australia. Proceedings of Road Safety on Four Continents in Warsaw, October 2005.

Triggs, Thomas J. and Harris, Walter G.: **Reaction Time of Drivers to Road Stimuli.** Human Factors Report No. HFR-12. Monash University, Victoria, Australia, June 1982.

1.12 Chandraratna, S., Stamatiatis, N.: **Problem driving manoeuvres of elderly drivers.** Transportation Research Records no. 1843. Washington D.C., 2003

Chandraratna, S., Stamatiatis, N.: **Evaluation of the transportation safety needs of older drivers.** University of Kentucky. August 2002. (Hovedrapporten)

1.13 Engen, T., Giæver, T.: **Reaksjonstid i Vegtrafikken.** SINTEF – Teknologi og Samfund, September 2004. rapport STF22 A04332.

1.14 Alm og Nilsson: **Change in driver behaviour as function of handsfree mobilephones – simulator study.** Accident Analysis & Prevention, 26 (4), 1994 samt 27 (5) 1995.

Alm og Nilsson: **Elderly People and Mobile Telephone Use – Effects on Driver Behaviour.** VTI Rapport 372A, Part 3, 1991

1.15 Naylor, D.W. & Graham, J.R.: **Intersection Design and Decision Reaction Time for older Drivers.** Transportation Research Record 1573, 68-71.1997.

1.16 Dewar, R. & Olson, P.: **Human Factors in Traffic Safety.** Lawyers & Judges. Tucson, USA. 2001. Chapter 3: **Driver Perception-Response Time, P.L. Olson**

1.17 Staplin, L., Gish, K.W., Ball, K., Park, D., Decina, L. E., Lococo, K.H., Kotwal, B.: **Synthesis of Human Factors Research on Older Drivers and Highway Safety. VOL I: Older Driver Research Synthesis.** Report FHWA-RD-97-094. 1997.

1.18 Staplin, L. et al: **A Cognitive Engineering Approach to improving Signalised left turn intersections.** Human Factors, 1991, 33 (5), 559 - 571

- 1.19 Staplin, L. **Age Differences in Motion Perception and Specific Traffic Maneuver Problems.** Transportation Research Record 1325. 1991.
- 1.20 Van Wolfelaar, Rothengatter, Brouwer: **Elderly drivers' traffic merging decisions.** Amsterdam. Holland. 1991
- 1.21 Fuller & Santos: **Human Factors for Highway Engineers.** Amsterdam. Pergamon. 2002.
- 1.22 Eby, D.W. et al: **The Assessment of Older Drivers Capabilities: A review of the literature.** University of Michigan. August 1998.
- 1.23 Helmers, G., Henriksen, P., Hakamiis-Blomquist, Liisa: **Trafikmiljö för äldre bilförare. Analys och rekommendationer utifrån en litteraturstudie.** VTI rapport 493. Väg- och Transportforskningsinstitutet. Linköping. 2004.
- 1.24 Kloeppe, Peters, James, fox: **Comparison of older and Younger drivers responses to emergency driving events.** FHWA-RD-95-056, 199
- 1.25 Lu, J.J.& Pernia, J.C.: **The differences of driving behaviour among different age groups in signalized intersections.** IATSS research 24(2). 2000
- 1.26 Holland, C.A.: **Older Drivers: A Literature Review.** Road Safety Research Report no 25. University of Manchester. Department for Transport. 2001.
- 1.27 Shrestha, Deepak & Lovell, David J.: **Perception and Reaction Time of Tailgating Drivers from Naturalistic Driving Data.** Transportation Research Board, Annual Meeting 2010.
- 1.28 EL-Shawarby, Rakha, Amer and McGhee: **Characterization of Driver Perception Reaction Time at the Onset of a Yellow Indication.** Transportation Research Board, Annual Meeting 2010.





# 1. Resumeer

## 1.0 Johannson, C. & Rumar, K.: **Drivers Brake Reaction Time.** Human Factors. Vol. 13, No. 1. 1971.

Johannson og Rumar gennemførte to eksperimenter:

1) Bilister blev stoppet af politiet på en vej og bedt om at deltage i et forsøg. De modtog instruktion og fortsatte kørslen. Inden for de næste 10 km ville bilisten høre et hornsignal. Når det skete skulle bilisten øjeblikkeligt aktivere bremsepedalen – dog ikke stoppe helt – men blot fortsætte sin tur når hornsignalet stoppede. Reaktionsiden blev målt som tidsrummet fra hornsignalets start til bremsepedalen lyste. Der blev målt på 321 bilister.

2) Forsøgsbilister der brugte bilen til/fra arbejde hver dag fik installeret et elektrisk system i bilen. Timeren blev sat til at give et højt lydssignal, hvorved bilisten skulle bremse for at stoppe lyden. Reaktionsiden blev målt elektronisk. Lydsignalet blev givet på et uventet tidspunkt, der kunne ligge efter et par timers kørsel eller op til efter flere dages kørsel. De første tre målinger blev kasseret fordi systemet krævede en vis tilvænning.

Resultaterne viste, at reaktionsiden i situationer med forventede hændelser lå på 0,6 sek. i gennemsnit, mens 10 % havde en reaktionsid på 1,5 sek. eller mere og for en mindre del af bilisterne var reaktionsiden helt oppe omkring 2 sek.

I situationer med simple uventede hændelser var middelreaktionsiden 35 % større. For en simpel – men uventet – hændelse kan reaktionsiden i nogle tilfælde være helt oppe på 2,7 sek. (Greenbook 2001 p.50). For mere komplekse uventede hændelser, hvor der kan være flere alternativer for reaktion, kan reaktionsiden være adskillige sekunder længere. Resultaterne (Johannson & Rumar - 1971) stemmer meget godt overens med tidligere amerikanske undersøgelser.

Johannson og Rumar konkluderer samtidigt at laboratoriemålinger af bremsereaktionsid ikke kan overføres direkte til rigtige trafiksituationer. Måling af bremsereaktionsid skal ske under omstændigheder der er helt sammenlignelige med de forhold hvorunder de skal anvendes.

## 1.1 NCHRP report 400: **Determination of stopping sight distances.** Transportation Research Board. Washington D.C., 1997.

Denne reference tager udgangspunkt i den eksisterende viden ud fra et litteraturstudium og beskriver dernæst resultaterne af et omfattende eksperimentelt forsøg med registrering af bremseadfærd.

### *Resultaterne af litteraturstudiet:*

I AASHTO's metode til beregning af stopsigtlængder, defineres "Perception-Brake Reaction Time" som summen af "Brake Reaction Time" og "Perception Time". Brake Reaction Time har været sat til 1 sek. siden 1940. Den samlede "Perception-Brake Reaction Time" har varieret mellem 2 – 3 sek. afhængig af design speed. I 1954 ("*Blue Book*") valgte man at fastsætte "Perception reaction Time" til 2.5 sek. uafhængig af design speed. Begrundelsen for dette valg kendes ikke. (p. 10)

Der tages ikke hensyn til trafikanternes adfærd og den variation der reelt må være for forskellige trafikanter i forskellige situationer (hastighed og vejens udformning). Valget på 2.5 sek. er begrundet ud fra resultaterne af en svensk undersøgelse (Johansson og Rumar, 1971) hvor det blev konkluderet, at for 90 % af bilisterne vil en "Perception-Reaktion Time" på 2.5 sek. være passende. Undersøgelsen omfattede forsøg på veje i åbent land både med overraskende og forventede situationer for trafikanterne. For de overraskende situationer ligger reaktionstiden en faktor 1.35 højere end for de forventede situationer. I et nyere tilsvarende studium (Olson m.fl. 1984) fandt man en korrektionsfaktor på 1.75. (p. 22 - 24)

I en anden undersøgelse (Lerner m.fl. 1995 – Se resume nr. 1.2 og 1.3 samt 1.6.2 i nærværende notat) har man sammenlignet "Perception – Brake Reaction Time" for ældre og yngre bilister. Middelværdien for "Perception-Brake reaction Time" blev målt til 1.5 sek. med en standardafvigelse på 0.4 sek. 85% fraktilen blev fundet til 1.9 sek. og den længste af de observerede "Perception-Brake Reaction Time" blev målt til 2.54 sek. Det blev konkluderet, at der ikke er signifikant forskel på "Perception-Brake Reaction Time" relateret til bilisterne alder! (p.24)

### *Det eksperimentelle forsøg med registrering af bremseadfærd:*

Med udgangspunkt i det refererede litteraturstudium er der udført et omfattende eksperimentelt forsøg med registrering af bremseadfærd. De fleste bremseforsøg blev udført på en lukket forsøgsbane, mens et enkelt ud af 4 delforsøg er udført på en åben vejstrækning i rigtig trafik. Resultaterne der bygger på over 2000 bremseforsøg viste, at der var signifikant forskel på ældre og yngre bilister med hensyn til "Perception – Brake Reaction Time". Middelværdi blev fundet til henholdsvis 0,66 sek. og 0,52 sek. Tilsvarende var der forskel på mænd og kvinder, hvor middelværdi var henholdsvis 0,59 sek. og 0,63 sek. (p. 32)

Rapporten konkluderer, at AASHTOs anbefalede værdi på 2.5 sek. for "Perception-Brake reaction Time" som grundlag for fastsættelse af stopsigtlængder er passende da de fleste bilister – også de ældre – formår at reagere hurtigere end det (over 90 %). Resultaterne viser også, at i situationer hvor trafikanterne forventer at skulle reagere, vil "Perception-Brake Reaction Time" være mindre end i situationer hvor behovet kommer uventet og overraskende for bilisten.

## **1.2 Lerner, N. D., Huey, R.W., McGee, H.W., Sullivan, A.: Older driver perception-reaction time for intersection sight distance and object detection. Report FHWA-RD-93-168. January 1995.**

(se også resume nr. 16)

Lerner m.fl. påpeger, at det ikke giver mening at tale om en generel værdi for reaktionsid. Det har kun mening at tale om repræsentative reaktionstider relateret til forskellige trafikale situationer.

I forsøg udført på vej har Lerner m.fl. undersøgt, om de værdier for "Perception - Reaction Time" (PRT), som indgår i AASHTO's design formler er repræsentative for de aktuelle PRT værdier for ældre bilister over 65 år.

(\*AASHTO = American Association of State Highway and Transportation Officials \*\* A policy on Geometric Design of Highways and Streets ("Green Book"))

**I et delforsøg** vedr. sigtlængder i Stop-regulerede kryds (ISD - Intersection Sight Distance) fandt Lerner, at de ældre bilister IKKE har længere PRT end de yngre bilister. Han fandt at 85th percentilen for PRT stemmer fint med AASHTO ligningens værdi på 2,0 sek.

**I et andet delforsøg** om stopsigt (SSD – Stopping Sight Distance), hvor en uventet tønne i vejsiden rulles ud mod kørebanen, konstaterede Lerner forskelle i fordeling af PRT afhængig af alder. Yngre bilister tegnede sig for de hurtigste PRT, men der var ingen signifikante forskelle på de to aldersgrupper i 50th og 85th percentilerne. Alle observerede PRT lå under 2,5 sek. som er designværdien i AASHTO. Bilistens bremsereaktionstid blev målt fra det tidspunkt, hvor tønden var synlig for bilisten, til det tidspunkt, hvor bilisten aktiverer bremsepedalen.

**I et tredje delforsøg** (DSD – Decision Sight Distance) registrerede Lerner, bilistens beslutningstid med hensyn til at foretage vognbaneskiift, når der opstår kø i den bane bilisten kører. Skønt de observerede beslutningstider generelt var længere med stigende alder lå 85th percentilen for PRT for alle aldersgrupper under AASHTOs design værdi.

I det sidste delforsøg registreredes gaps og lags. Resultaterne viste at yngre bilister accepterede kortere gaps og forkastede lags senere end de ældre bilister.

Forsøgets samlede resultater gav ikke anledning til at ændre på designværdier for PRT som følge af ældre bilisters adfærd.

Ud fra litteraturstudier drager Lerner nogle generelle konklusioner:

- I vanskelige og komplekse trafikale situationer vil bilister generelt have længere PRT, og det vil som regel komme stærkere til udtryk for ældre end yngre bilister.
- Ældre har større vanskelighed ved at klare delt opmærksomhed, dvs. klare flere samtidige opgaver. Ældre har også sværere ved at skifte opmærksomhed hurtigt fra det ene til det andet. Trafikale situationer, som kræver brug af disse færdigheder, vil derfor forventeligt føre til længere respons tider for ældre bilister.
- Der er gennemført en række laboratorieforsøg med måling af bremsereaktionstider i forskellige trafikale situationer. En del af disse forsøg har vist længere respons tider og i visse tilfælde også flere fejl for ældre. Generelt er respons tider målt i sådanne laboratorieforsøg betydelig lavere for alle aldersgrupper i forhold til respons tider registreret i rigtige trafiksituationer.
- Kun få forsøg med måling af PRT i rigtig trafik indeholder sammenligninger for ældre og yngre bilister. Selv om der er fundet små forskelle i bremsereaktionstiden for ældre bilister sammenholdt med yngre har disse forskelle ikke været signifikante.

### **1.3 Lerner, Neil: Giving the older driver enough perception-reaction time. Exp. Aging Research 20(1), 25-33. USA. 1994**

Flere typer af adfærd bliver langsommere med alderen og generelt kræver ældre bilister mere tid til at bearbejde information og tage beslutninger i trafik. Designkrav for udformning af veje og trafikstyring er baseret på "normal trafikantens" (design driver) reaktionsid PRT (perception reaction time). Uden viden om, hvor meget langsommere de ældre bilister er sammenlignet med en "normal trafikant", er det vanskeligt at afgøre, hvorvidt hensynet til de ældre er tilstrækkeligt tilgode- set i den gældende designpraksis – og i fald hensynet ikke er tilstrækkelig tilgode- set, da at vide hvordan kravene til udformning af veje i så fald bør ændres. Spørgsmålet om ældre trafikanters behov for mere tid til bearbejdning af informa- tion og beslutningstagen i trafikken er også meget vigtig set i relation til indførel- sen af IVHS (Intelligent Vehicle Highway Systems). Uden tilstrækkelig viden om de ældre trafikanters reaktionsformåen kan brug af disse systemer medføre et util- sigtet problem for de ældre bilister.

PRT er den tid det tager at modtage/opfatte og fortolke/bearbejde en stimulus samt beslutte og initiere en respons herpå. Tiden det tager at udføre responsen kaldes "manøvretiden".

Der er ingen tvivl om at komplekse (og ofte konkurrerende) opgaver ved bilkørsel ofte kræver større PRT for ældre bilister. Men hvor meget større? Ud fra et litteraturstudium af udført forskning (Lerner, Ratté, Huey, McGee, Hussain – 1991) kunne konkluderes at forøgelsen af PRT for ældre bilister varierer kraftigt fra opgave til opgave og der er store variationer i resultaterne fra de forskellige undersøgelser – med forøgede PRT- værdier på få millisekunder og op til flere sekunder.

Lerner påpeger med basis i litteraturstudiet fra 1991, at der mangler tilstrækkeligt valide forskningsresultater baseret på adfærdsundersøgelser i rigtige trafiksituationer ("on-road studies"). De få brugbare undersøgelser der foreligger, har ikke påvist klare signifikante alderseffekter. Lerner anfører desuden, at man bør være opmærksom på at ældre bilister ikke er repræsentative for den ældre befolkning i almindelighed. Reaktionsiden for ældre bilister som kører ofte er mindre end for de ældre, der vælger kun at køre bil en gang imellem. Man kan ikke forvente, at ældre bilisters reaktionsid vil være længere i alle situationer.

Til illustration heraf kan vi betragte "stop sight distance" (SSD) kontra "decision sight distance" (DSD). De to situationer er meget forskellige i kompleksitet. SSD handler om en enkel veldefineret situation, hvor bilisten må bremse hurtigt, som reaktion på, at han ser en klart defineret genstand. DSD handler derimod om en situation, hvor bilisten først må opfatte en vanskelig-opfattelig information, dernæst erkende den som en potentiel fare og beslutte en handling, hvorefter denne handling kan udføres. Eksempler på DSD kan være komplekse fletteanlæg, ændring i antal vognbaner og kryds med uventede manøvre.

Reaktionen i SSD situationer sker hurtigt (omkring 1 sek.) og med en høj grad af automatik, og forskningsresultaterne viser ikke nogen signifikant forskelle i PRT mellem ældre og yngre bilister, der skal bremse for en uventet genstand (Olson, Cleveland, Fancher, Kostyniuk & Schneider, NCHRP Rep.270, 1984) eller reagere på aktivering af bremselygterne på den forankørende bil (Korteling, Human Factors 32, 1990).

Derimod tyder nyere igangværende forskning på (Bellomo og McGee, 19??), at PRT i DSD situationer kan være relativt lange og større for nogle af de ældre bilister. Foreløbige resultater viser, at middelværdi for PRT ligger mellem 2 og 10 sek. for forskellige DSD situationer. På 11 ud af 13 testlokaliteter er der målt længere PRT for de ældre bilister (over 70 år) med en forskel på op til 4 sek. og med en forskel på over 2 sek. for 1/3 af lokaliteterne.

**1. 4 Edwards, C.J. et al: Older and younger driver performance at complex intersections: Implications for using perception-response time and driving simulation.** Proceeding of the Second International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design.2003.

I et simulatorforsøg udført ved University of Calgary, Canada, er raske ældre bilister (65 – 83 år) sammenlignet med yngre bilister (19-22 år) med hensyn til reaktioner på hændelser ved kørsel gennem vejkryds. Der indgik 12 ældre og 12 yngre bilister i forsøget. Alle forsøgspersonerne fik lejlighed til at vænne sig til simulatoren ved at lave tre prøvekørsler før den egentlige testkørsel.

Forsøgsbilisterne blev udsat for fire forskellige kritiske scenarier under passage af kryds:

- fodgænger dukker pludseligt/uventet op i krydset under et højresving
- signal skifter til gult lys i sidste sekund før indkørsel i krydset
- uventet fodgænger med flagrende maske dukker op og vises i 80 msek. under venstresving
- bil kører over for rødt lys mens forsøgspersonen har grønt lys

Der var både trafikskilte og andre trafikanter til stede i krydsområdet for at gøre det visuelle felt naturligt kompliceret. For hver hændelse er PRT registreret – uanset om reaktionen på hændelsen består i at bremse eller accelerere.

Resultaterne viste, at for alle fire scenarier har de ældre bilister signifikant højere reaktionsid (PRT - *perception response time* er tidsrummet fra faren opstår i bilistens synsfelt til bilisten reagerer) sammenlignet med yngre bilister.

I tilfældet med den flagrende maske skyldes de længere reaktionstider hos de ældre bilister muligvis også en vis forvirring og usikkerhed med hensyn til, hvordan man skal reagere.

Hændelse	PRT for Yngre	PRT for Ældre
Fodgænger under højresving	0,97 sek.	1,44 sek.
Gult lys	0,76 sek.	1,26 sek.
Flagrende maske	0,62 sek.	1,40 sek.
Bil overfor rødt lys	1,14 sek.	1,50 sek.

Hændelsen med bil over for rødt lys lå som den sidste hændelse i alle forsøgskørslerne. For begge aldersgrupper giver denne hændelse signifikant længere reaktionsid end de tre andre hændelser.

Analyserne af specifikke manøvre viste også klare kvalitative forskelle mellem de to aldersgrupper. I scenariet med gult lys er der en større andel af de yngre bilister som bremser og stopper for det gule lys sammenlignet med de ældre. Ældre bilisters manglende formåen med hensyn til at reagere under tidspres er nok en del af forklaringen.

I scenariet med bilen der kører over for rødt lys reagerer størstedelen af de yngre bilister ved at bremse, mens en stor del af de ældre bilister ikke når at reagere.

Formålet med brug af den flagrende maske er at skabe mulighed for at afdække bilisters problemer med at scanne informationer i komplekse situationer. Metoden er kendt fra andre forskningsprojekter, hvor man i relation til statiske objekter har søgt at påvirke trafikanten til at udføre en meget aktiv informationssøgning. Her i projektet er metoden anvendt i relation til et dynamisk objekt - en fodgænger i bevægelse.

Aldersgruppe	Reaktion	Gult Lys	Dynamisk flagren	Bil over for rødt
<b>Yngre</b>	Bremser	50 %	58 %	84 %
	Accelererer	50 %	42 %	-
	Bremser men rammer objekt	-	-	8 %
	Hverken bremser eller acellerer	-	-	8 %
<b>Ældre</b>	Bremser	25 %	58 %	42 %
	Accelererer	75 %	17 %	-
	Bremser men rammer objektet	-	-	25 %
	Hverken bremser eller acellerer	-	25 %	33 %

*Tabellen viser hvordan bilisterne vælger at reagere ved de forskellige hændelser*

Det skal nævnes, at resultaterne fra tidligere forskning med hensyn til aldersforskelle i relation til reaktionsid – både som simulatorforsøg og kørselsforsøg i trafik - har været noget blandede. Det skyldes måske, at i de forsøg, hvor der ikke har kunnet påvises nogen aldersforskel, er der fokuseret på meget simple trafikale situationer, hvor der ikke har været andre trafikanter til stede (Lerner et al 1995). Forsøget her fokuserer i stedet for på komplekse trafikale situationer i kryds med vejskilte og fodgængere med samtidig tilstedeværelse af andre bilister. Derfor reflekterer PRT-resultaterne i denne undersøgelse bedre de ældre bilisters formåen

sammenlignet med andre trafikanter med hensyn til opmærksomhedsbehov og reaktionsadfærd end tidligere undersøgelser.

En væsentlig erfaring fra dette simulatorforsøg er, at ældre bilister har stor sandsynlighed for simulatorsyge. 40 % af de rekrutterede ældre måtte udgå mens det kun var 14 % af de rekrutterede yngre bilister.

### **1.5 Sagberg, F.: Påvirkning av bilførere gjennom utformning av vegsystemet. TÖI rapport 648/2003.**

Sagbergs litteraturstudium om påvirkning af bilisters adfærd gennem tilpasning af vejenes udformning omtaler også de ældre bilisters særlige problemer.

*De ældre forstyrres mere af en kompleks baggrund ved søgning efter visuel information på trafikskilte. De bruger længere tid til det og de laver flere fejl.*

Sagberg omtaler en laboratorieundersøgelse (Ho m.fl., 2001) der har vist, at ældre bilister (54-79 år) har længere reaktionstid og laver flere fejl end de yngre (18-30 år) når de skal foretage visuel søgning efter trafikskilte på en kompleks baggrund (visuel forurening med mange visuelle stimuli i billedet). Sagberg omtaler også en anden undersøgelse (Schieber, 1997) som har vist at ældre bilister bliver mere forstyrret af en kompleks baggrund end de yngre bilister.

*Undersøgelser har vist at ældre har problemer med at læse vejvisningsskilte.*

De har sværere ved at læse på lang afstand og de skal bruge mere tid til at opfatte teksten.(Benekohal m.fl., 1992)

*Ældre har problemer med at forstå piktogrammer – især på variable skilte.*  
(Bruyas,1999)

*De ældre bilister har problemer i vejkryds - især med venstresving:*

Det er påvist, at ældre bilister er overrepræsenterede i trafikulykker i kryds (Hakamies-Blomquist, 1993) og det gælder i særlig grad venstresvings- ulykker (Staplin og Lyles,1991; Knoblach m.fl. 1995). Stamatiatis m.fl. (1991) fandt at det gælder i større grad i vejkryds med kun to faser sammenlignet med vejkryds hvor der også er en egen venstresvingsfase. Det skyldes at ældre bilister har svært ved at vurdere tidsafstand når de skal krydse modkørende trafik. Ifølge Staplin m.fl. (2001b) kan det også hænge sammen med nedsat dybde- og bevægelsesperception.

*- Ældre bilister i vejkryds reducerer kapaciteten*

De ældre bilister holder længere afstand til forankørende og de bruger længere tid til at starte for grønt lys. Det medfører reduceret kapacitet i vejkryds med mange ældre bilister.(Lu og Pernia, 2000). Pernia (2000) har udviklet kapacitetsmodeller



der tager hensyn til andelen af ældre bilister og anbefaler at bruge sådanne modeller til design af kryds.

**1.6** Transportation Research Board: *Transportation in an aging Society. A Decade of experience*. Conference Proceedings 27 – November 1999 in Maryland. Washington D.C. 2004.

**1.6.1** Alison Smiley. *Human Factors North, Inc., Toronto, Ontario, Canada: Adaptive strategies of older drivers. p.36-p.42.*

- Ældre bilister over 50 år kører med større middeltidsafstand til forankørende sammenlignet med bilister over 20 år. Afstanden er målt til 1.4 s. versus 1.2 s.

- Bedømmelse af hastighed på biler der nærmer sig bliver vanskeligere med alderen. (Staplin 1995). Det viser både simulatorstudier og undersøgelser på vej. Derfor vælger ældre bilister større tidsgab før de accepterer at svinge til venstre i kryds.

- Studier har vist at ældre bilister foretager en taktisk tilpasning når det handler om Hastighed, Afstande til forankørende, Accept af gab, placering. Selvom disse tilpasninger afstresser den ældre bilist, kan de under visse omstændigheder øge risikoen for ulykker i samspillet med yngre bilister.

- Når bilister taler i mobiltelefon er "Chose reaction time" signifikant længere for alle aldersgrupper, men i særdeleshed for de ældre bilister. Det viser et simulatorforsøg hvor to aldersgrupper sammenlignes – en yngre gruppe på 29 år middel kontra 68 år i middel. (Reference: Alm og Nilsson: The effects of a mobile telephone task on driver behaviour in a car following situation. Accident and Analysis Prevention, vol. 27., 1995. pp 707.)

**1.6.2** Schieber, Frank. *University of South Dakota, Vermillion: Highway research to enhance safety and mobility of older road users. pp.125-154*

**Bremsereaktionstiden** indgår i en af de mest fundamentale designkoncepter: beregningsformlen for Stop Sigte Længden. I den amerikanske guideline *A Policy of Geometric Design of Highways and Streets* (AASHTO's Greenbook) er værdien for bremsereaktionstid sat til 2.5 sek. Den værdi stemmer med 85% - 90%-fraktilen for bilisterne i uventede situationer undersøgt i et klassisk feltstudium (Johansson og Rumar, 1971).

Lerner gennemførte i 1995 en undersøgelse af validiteten af denne parameterværdi. Testpersoner i alderen 20 – 70 år gennemkørte en testrute med en hastighed på

omkring 40 mph (64 km/t), hvor der efter en vejkurve pludselig blev rullet en tøn-  
de fra en bakke ned mod kørebanen. Tønden blev først synlig i en afstand af 200  
ft. (61 m) foran bilisten hvilket svarer til 3.4 sek. ”time to collision”. Reaktions-  
tiden blev registreret for 116 testpersoner fordelt på 30 unge (20 – 40 år), 43 ung -  
ældre (65-69 år) og 43 ældre på 70 år og derover. Cirka halvdelen reagerede med  
en undvigemanøvre inklusive bremsning. Resten reagerede med en undvigema-  
nøvre uden egentlig opbremsning.

Aldersgruppe	Antal obser- vationer	Middel Bremse- reaktionstid	Median	85 % - fraktil
20 – 40 år	14	1.44 sek.	1.35 sek.	1.97 sek.
65 – 69 år	18	1.59 sek.	1.47 sek.	1.92 sek.
70 år og mere	24	1.49 sek.	1.52 sek.	1.72 sek.
Alle samlet	56	1.51 sek.	1.46 sek.	1.85 sek.

Bremsereaktionstiden i situationer med uventet hændelse (Lerner et al. 1995).

Der kunne ikke konstateres nogen signifikant forskel mellem aldersgrupper. Alle  
observationer (med en enkelt undtagelse på 2.54 sek.) ligger under de 2.5 sek.,  
som er fastsat i ASSHTO´s model for beregning af stop sigt længde. Dette resultat  
bekræftes af feltstudier udført af Knoblauch et al (1995) og Fambro et al (1997).

Resultatet kan forekomme overraskende da flere laboratorieundersøgelser har vist  
det modsatte. Forklaringen kan måske være at reaktionen i sådanne pludselige  
faresituationer er baseret på et helt livs erfaringer og dermed foregår som en helt  
automatisk rygmarvs reaktion, der i modsætning til mere kontrollerede reaktioner  
ikke sløves med stigende alder. Denne dikotomi mellem automatiske kontra kon-  
trollerede processer spiller muligvis en helt afgørende rolle i forståelsen af alders-  
betingede ændringer i bilisters kapacitet og hvorfor der i visse sammenhænge fo-  
rekommer en vis afdæmpning af de aldersbetingede effekter.

### Perceptionsreaktionstiden

I ASSHTOs model til beregning af ”kryds-sigt-længde” indgår ”perceptionsreak-  
tionstiden” som er fastsat til 2.0 sek. Lerner et al.(1995) har også undersøgt, om  
denne værdi tager tilstrækkeligt hensyn til de ældre bilisters formåen. Testbilister-  
ne kørte en rute frem til et kryds med fuldt stop. Her stoppede bilisten og blev  
bedt om at kigge ned på en indikator placeret på instrumentpanelet i bilen. I det  
øjeblik indikatoren blev tændt, skulle bilisten fortsætte kørslen. ”Perceptionsreak-  
tions-tiden” blev her defineret som: den tid der går fra det tidspunkt, hvor bilisten  
ser op fra indikatorlampen på instrumentpanelet i bilen og frem til det tidspunkt,  
hvor bilen forsætter kørslen gennem krydset. Der kunne ikke konstateres nogen  
signifikante forskelle mellem aldersgrupperne unge (20 – 45 år), unge-ældre ( 65-  
69 år) og ældre (70 år og mere). Medianværdien blev målt til 1.3 sek. og 85 % -  
percentilen til 2.0 sek.

**Accepterede tidsgab ved indsvingning i kryds** er undersøgt af Lerner et al.(1995). Undersøgelsen er ikke foretaget under bilkørsel, men i en semi-laboratoriesituation. Testpersonerne sad i en bil parkeret ved en trafikeret vej og markerede med tryk på knap om de accepterede eller forkastede tidsgab. De ældste bilister demonstrerede et kritisk tidsgab der lå cirka 1 sek. over de unge bilister og for 85% - fraktilen lå den 2 sek. over.

Aldersgruppe	50 % accept	85 % accept
20 – 40 år	6.7 sek.	9 sek.
65 – 69 år	7.2 sek.	11 sek.
70 år og mere	8.2 sek.	11 sek.

*Kritiske tidsgab for venstresving ind i kryds målt af Lerner et al (1995)*

Aldersgruppe	Staplin et al (1997) 50 % accept	Harwood et al (1996) recommendation	ASSHTO recommendation
25 – 45 år	5.9 sek.	6.0 sek.	8.0 sek.
65 – 74 år	5.9 sek.	6.0 sek.	8.0 sek.
75 år og mere	6.6 sek.	6.0 sek.	8.0 sek.

*Kritiske gab (50%) for venstresving i kryds med 2 modgående spor målt i feltstudium af Staplin et al. (1997) sammenholdt med tilsvarende anbefalede værdier fra Harwood et al. samt ASSHTO.*

I Staplin´s feltstudium (1997) demonstrerer de ældste bilister kritisk gab (50%), der ligger 0.7 sek. over de unge bilister for venstresving i kryds med to modgående spor. Desværre er 85% -fraktilen ikke gjort op. Harwoods anbefalinger tager ikke tilstrækkeligt hensyn til de ældste bilister. ASSHTOs anbefalinger er baseret på 50 % - fraktilen. Spørgsmålet er om ikke det vil være mere hensigtsmæssigt at basere en anbefaling på 85%-fraktilen.

Staplin et al. (1997) har også udført et feltstudium til registrering af kritiske tidsgab ved venstresving i forskellige geometrier for store signalkryds med 3-4 modgående kørespor. Forskellene i geometri bestod i positiv forskydning af de modsatte venstresvingsspor med/uden helleanlæg. 100 testbilister, nogenlunde lige fordelt på tre aldersgrupper: Unge (25-45år), Ung-gamle (65-74år) og ældre (75 år og derover), gennemkørte en rute, hvor hver krydstype indgik fire gange og svingningsmanøvrerne blev videofilmte. Resultaterne viste også her, at de ældre bilister over 75 år havde betydeligt større kritiske tidsgab end de unge bilister - uanset geometri. For de vanskeligste kryds (fuld negativ forskydning) lå de ældres kritiske tidsgab på over 9 sek. mod de unges på 6.6 sek. For de letteste kryds (fuld positiv forskudt venstresvigsspor) lå de ældres kritiske tidsgab på 7 sek. mod de unges på lidt under 6 sek.

Resultaterne viste også, at den positive forskydning af venstresvingsspor gjorde manøvren lettere for alle bilisterne, men især for de ældre.

Schieber foreslår nye forskningsprojekter, hvor registreringerne f.eks. acceptable tidsgab baseres på 85 %-fraktiler og 75-årige bilister som standardtrafikanter.

### **1.7 Green, Marc: How long does it take to stop? Methodological analysis of driver perception-brake times.** Transportation Human Factors, 2000 2 pp.195-216.

Marc Green har gennemgået resultaterne af en række undersøgelser om bilisters bremsereaktionstid med det formål at finde frem til ”typiske” reaktionstider relateret til forskellige kørselsbetingelser. Der indgik både simulatorstudier og kontrollerede forsøg på vej. De forskellige undersøgelser bygger på forskellige situationer med hensyn til det signal, som får bilisterne til at bremse. Den mest almindelige forsøgssituation skabes ved aktivering af bremselys på en forankørende bil – enten i simulator eller under testkørsel på vej. I andre forsøg er situationen skabt ved at sende et objekt, en uventet bil eller fodgængerdukke på tværs. I få forsøg anvendes akustiske signaler og lyssignaler.

Green relaterer de målte reaktionstider til *forventelighed, alder, fare/konfliktgrad (urgency) og kognitiv belastning*.

#### **Green konkluderer:**

Der foreligger ikke noget bedste bud på værdien for reaktionstid generelt. Men der synes at være en god overensstemmelse for undersøgelser der bygger på sammenlignelige metoder med hensyn til estimater relateret til specifikke situationer:

*Forventelighed* har stor effekt på reaktionstiden. Med meget høj grad af forventelighed ligger middelværdi for reaktionstid omkring 0,75 sek. For uventede, men dog almindelige trafiksituationer ligger middelværdi for reaktionstiden omkring 1,25 sek. og for de mere overraskende situationer omkring 1.50 sek.

*Graden af konflikt* har også stor effekt på reaktionstiden. Bilister reagerer som regel hurtigere i situationer med kort tid til kollision, men værdierne for reaktionstid varierer meget. Situationer med ekstrem fare kan endog resultere i længere reaktionstider – især hvis der er flere responsalternativer.

*Høj Kognitiv belastning* medfører ofte længere reaktionstider.

*Alder:* Selv om der synes at være en generel tendens til at reaktionstid er lidt højere med stigende alder, må det samlet konkluderes, at de mange undersøgelses resultater for bremsereaktionstid er noget blandede. Der kan være flere årsager til den konstaterede mangel på robusthed i resultaterne:

ældre bilister er ikke repræsentative for den ældre befolkning generelt, definitionen af gruppen ”ældre” varierer en del fra undersøgelse til undersøgelse, aldrings-

processen er meget individuel hvilket giver en stor spredning i ældre bilisters formåen, metoderne der bruges er forskellige (simulatorstudier viser ofte alderseffekter, mens undersøgelser på vej oftest ikke gør), alderseffekterne er muligvis små i forhold til andre parametre og "forsvinder" dermed i "støj".

Alm og Nilsson (1995) fandt dog, at situationer med en høj kognitiv belastning (brug af mobiltelefon under kørsel) medfører længere bremsereaktionstider og der var 1.5 sek. forskel mellem ældre og yngre bilister.

Green konkluderer at *Forventeligheden* er den af de undersøgte parametre der har størst betydning for reaktionstiden.

### **1.8 Summala, H.: Brake reaction Time and driver behaviour analysis.** Transportation Human Factors. Vol.2 pp 217-226. 2000 (Commentary note addressed to Green)

Summala mener, at Greens middelværdier for bremsereaktionstid relateret til de forskellige grader af forventelighed dækker over en stor variation af situationer uden hensyntagen til det kritiske og faremomentet i situationerne. Desuden kombinerer Green resultater fra simulatorforsøg og forsøg i rigtig trafik uden at tage tilstrækkelig hensyn til de forskelle dette kan indebære. Det kan føre til skævheder og vilkårlige estimater.

Det betyder ifølge Summala, at i stedet for en middelreaktionstid på 1.25 sek. for "uventede situationer", så er medianen for reaktionstid ved gult lys i kritiske situationer (kort tid-til-stop-linie) nærmere under 1.0 sek. Tilsvarende anfører Summala mht. middel-bremse-reaktionstid på 1.5 sek. for de "overraskende situationer", at tilgængelige forskningsresultater fra "on - road" forsøg viser bremsereaktionstider på 1.0 – 1.3 sek. for ikke-advarede bilister i kritiske farlige situationer (time to collision 4.0 sek.). Der er således ifølge Summala behov for at analysere bilisters bremsereaktionstider i rigtig trafik set i relation til forskellige trafiksituationer og det kritiske faremoment.

Bremsereaktionstid er meget forskellig for de forskellige situationer. Der er stor forskel på at reagere på bremselygter på den forankørende bil, at reagere på en fast genstand midt på kørebanen og reagere på en krydsende bil i et vejkryds. Det spiller også ind hvor på trafikvejnettet hændelsen foregår og dertil kommer at der også er forskel på om en bilist er fremmed og ukendt på stedet eller lokalkendt. Summala er således helt enig med Green i at det ikke har nogen mening at tale om én generel reaktionstid – men flere reaktionstider.

Summala påpeger at bilister lærer at optimere forsinkelse og undlader ind imellem at reagere for at undgå unødvendige decelerationer. Vi lærer efterhånden at det ikke altid er nødvendigt at reagere straks, at det ind imellem kan være fornuftigt at vente fordi behovet når at forsvinde. At beregne gennemsnitlige reaktionstider

over en stor variation af det kritiske i forskellige trafiksituationer giver derfor ingen mening.

Summala refererer også resultater (Lerner 1993 samt Olson & Sivak 1983) der viser at ældre bilister er mere konsistente med hensyn til at foretage en hurtig opbremsning, når de opdager en fare. De bremser straks.

Summala konkluderer: vi må antage at bilister, der koncentrerer sig om at køre bil og undgår delt opmærksomhed, som kommer i en kritisk trafikal situation, der kræver at han bremser, vil være i stand til at reagere inden for cirka 1 sek. i uventede og selv i overraskende situationer. Men når vi tager distraktion, træthed, uopmærksomhed, kortvarige opmærksomhedsudfald, alder, neurologiske sygdomme og drugs – som alle er til stede i trafikken - med i betragtning, vil der være tale om længere reaktionstider og skæve fordelinger også i de ret kritiske situationer.

Summala peger på, at der er et behov for at udføre eksperimentelt forsøg til bestemmelse af bilisters bremsereaktionstider i rigtige trafiksituationer, hvor der samtidig tages hensyn til centrale forskelle blandt bilister og i de trafikale situationer.

### **1.9 Liebermann, D.G. et al: A field Study on braking responses during driving. Ergonomics 38(9). 1995.**

Der er udført et feltforsøg med katastrofeopbremsning. Der er observeret på 51 forsøgspersoners bremsereaktion (unge atleter mellem 21 – 30 år), når den forankørende bil bremser op. Der er observeret for kørsel med to hastighedsniveauer 60 km/t og 80 km/t med to afstande til den forankørende bil: 6 m og 12 m samt på to bremsesituationer: en reel og en dummy. Middelbremsereaktionstiderne ligger mellem 0,4 – 0,6 sek.

Resultaterne viste at når bilisterne var uforberedte på at skulle bremse, så reagerede bilisterne hurtigere ved den korte afstand og de reagerede hurtigere i den reelle bremsesituation sammenlignet med dummy-situationen. Bilisterne reagerede på den forankørendes bremselys i 83 % af tilfældene når der var tale om dummy-bremselys og i 97 % af tilfældene når det var reel bremselys. Der kunne ikke konstateres forskel mellem de to hastighedsniveauer.

Noget tyder på, at den optiske ekspansion, der forekommer i de reelle bremsesituationer, forstærker bilistens reaktion på bremselyset – så bremsereaktionen bliver hurtigere og kraftigere.

*Undersøgelsen siger intet om forskelle i reaktion for forskellige aldersgrupper.*

**1.10** McGehee, D.V., Mazzae, E.N., Baldwin, G.H.S.: **Driver reaction time in crash avoidance research. Validation of a driving simulator study on a test track.** University of Iowa, Proceeding of IEA/HFES Congress 2000.

Der er udført et simulatorforsøg ved universitetet i Iowa. Formålet har været at undersøge bilisters reaktion og adfærd i en kryds-konflikt situation. For at vurdere validiteten af simulator resultaterne blev et tilsvarende forsøg udført på en testbane. Det overordnede formål med forsøget har været at øge datagrundlaget for sammenligning af ABS-bremser med konventionelle bremser.

”Den totale bremsereaktionstid” er her defineret som tidsrummet fra bilisten begynder at udløse bremspedalen til det tidspunkt, hvor bremsen når det maximale applikationspunkt. Det er målt til 2.2 sek. i simulator og 2.3 sek. på testbanen. Den tid der går, indtil bilisten begynder at styre for at afværge ulykken, er målt til 1.64 sek. i simulator og 1.67 sek. på testbane.

Den her anvendte definition på bremsereaktionstid er lidt anderledes end det man normalt forstår ved bremsereaktionstid, nemlig den tid der går fra stimuli signalet optræder og frem til det tidspunkt opbremsningen initieres.

I alt 60 kvinder og 60 mænd i alderen fra 25-55 år deltog som forsøgspersoner.  
*Der foreligger ikke resultater om forskelle mellem aldersgrupper.*

**1.11** Triggs, Thomas J.: **Reaction time of drivers on the road: Faster drivers initiate more rapid braking.** Monash University, Victoria, Australia. Proceedings of Road Safety on Four Continents in Warsaw, October 2005.

Triggs, Thomas J. and Harris, Walter G.: **Reaction Time of Drivers to Road Stimuli.** Human Factors Report No. HFR-12. Monash University, Victoria, Australia, June 1982.

Reaktionsiden for bilister er helt fundamental for designkrav i relation til ”sigt længder” og i modeller for stoplængder. Betegnelsen ”perception - reaction time” er ofte den anvendte terminologi i den ingeniør tekniske litteratur. Selv om design guides indeholder anbefalinger, der bygger på reaktionstider, har der manglet tilstrækkeligt datamateriale baseret på undersøgelser fra rigtige trafiksituationer til dokumentation af de anvendte værdier.

De mange laboratorieforsøg og konstruerede eksperimenter på veje er alle, mere eller mindre, kunstige situationer, hvorfor det ikke kan afvises, at de estimerede resultater kan være systematisk mindre end de, der forekommer i helt realistiske trafiksituationer.

I undersøgelsen registreres reaktionstider for trafikanter, der er uvidende om, at de observeres, og der er tale om uforberedte situationer. Reaktionsiden her defineres som den tid der går fra stimuli er synlig for bilisten til bilisten aktiverer bremselyset. Observationerne er foretaget i 3 forskellige trafikale miljøer uden for egentlig bytrafik: a) Respons på politiets hastighedskontrol med to tydelige kabler på tværs af vejen, b) Signal ved jernbanekryds i niveau og c) Car-following.

Ved hastighedskontrollen a) bremsede bilisterne ned, da de så kablerne. Middel reaktionstiden blev målt til 1.49 sek. for de bilister der kørte 120 km/t eller derover og til 1.91 sek. for de der kørte 112 km/t eller derunder. Forskellen er signifikant. På de fire observerede lokaliteter blev 85% fraktilerne målt til: 3.4 sek., 3.6 sek., 3.6 sek. og 2.54 sek.

Ved aktivering af jernbanesignalet b) fandt man samme tendens med at reaktionstiden var mindst for bilister, der kørte med høje hastigheder. Middelreaktionstiden blev målt til 1.18 sek. Til sammenligning blev der her også målt på en gruppe af rallykørere (unge mandlige bilister) og middelreaktionstiden for dem var 1.14 sek. Der kunne således ikke konstateres nogen forskel på rallygruppen og bilisterne i almindelighed. For begge grupper blev 85 % fraktilen målt til 1.50 sek. i mørke og 2.53 sek. i dagslys.

Ved Car-following c) med opbremsning af den forankørende bil fandt man en middelreaktionstid på 0.92 sek. Både afstanden til den forankørende samt hastighedsniveauet synes at have stor betydning for reaktionstiden. 85 % fraktilen blev målt til 1.26 sek.

Det konkluderes, at hastigheden er afgørende for reaktionstiden. Ved høje hastigheder er reaktionstiderne mindre. Der er registreret forskelle på op til 500 msek. Der er dog ikke påvist nogen lineær sammenhæng mellem hastighed og reaktionstid.

***Undersøgelsen siger ikke noget specifikt om aldersforskelle i relation til reaktionstider.***



**1.12 Chandraratna, S., Stamatiatis, N.: Problem driving maneuvers of elderly drivers.** Transportation Research Records no. 1843. Washington D.C., 2003

Chandraratna, S., Stamatiatis, N.: **Evaluation of the transportation safety needs of older drivers.** University of Kentucky. August 2002. (Hovedrapporten)

Tre hovedmanøvre er ud fra litteraturstudier identificeret som vanskelige for de ældre bilister: Venstresving foran modkørende trafik, vurdering af tidsafstand ved krydsning af vej, sporskifte ved høje hastigheder.

Med brug af uheldsdatabase fra Kentucky 1995-99 er der foretaget en trafikuheldsanalyse. Hypotesen har været, at de ældre bilister ikke afviger fra de yngre bilister med hensyn til uheld i de tre situationer. Der er anvendt logistisk regression til de statistiske analyser.

De ældre bilister har større risiko for at komme i uheld ved venstresving foran modkørende sammenlignet med yngre. Manøvren er særlig vanskelig i mørke. Risikoen for de ældre kvindelige bilister er større end for de mandlige.

Samme resultat blev fundet for manøvren med vurdering af tidsafstand ved krydsning af vej. Dog var der her ikke forskel på dag og nat situationen.

Ældre bilister har større risiko for at komme i uheld ved vognbaneskift. Risikoen stiger markant med bilisternes alder og der er ikke forskel på køn. De ældre bilisters adfærd ved vognbaneskift foregår helt uden aggressivitet. Forfatteren mener, at nedsat perifert synsevne samt uopmærksomhed hos ældre kan være en medvirkende årsag.

For alle tre manøvre fandt man, at der var en markant nedsat risiko, når de ældre bilister havde en medpassager ved sin side.

*Referencen inkluderer ikke registrering af reaktionstider.*

**1.13 Engen, T., Giæver, T.: Reaksjonstid i Vegtrafikken.** SINTEF – Teknologi og Samfund, September 2004. rapport STF22 A04332.

Reaktionsiden indgår som basisparameter til beregning af stopsigt, mødesigt og overhaling. I de norske vejnormaler er den sat til 2.0 sek. Denne værdi er den samme for alle trafiksituationer. I forbindelse med revision af de norske vejnormaler er der foretaget en vurdering af den anvendte værdi for reaktionsid. Vurde-

ringen er baseret på: litteraturstudium, køresimulatorforsøg, registreringer i trafik og analyse af data fra tidligere simulatorforsøg.

#### Simulatorforsøg:

31 testpersoner kørte en strækning i simulator og blev udsat for 8 situationer, hvor reaktionsiden kunne måles. Testpersonerne var ikke på forhånd vidende om hvad forsøget gik ud på. Den gennemsnitlige reaktionsid varierede i de forskellige scenarier mellem 0,5 – 1.5 sek. 85 % -fraktilen varierede mellem 0,7 sek. -1.9 sek.

#### Registrering i trafik:

I tre kryds i Trondheim blev foretaget registreringer af reaktionstider ved signalskift til grønt lys og ved signalskift fra grønt til gult lys. Ved signalskift til grønt lys blev den gennemsnitlige reaktionsid målt til 1.0 sek. og 85 % -fraktilen til 1.4 sek. Ved signalskift fra grønt til gult blev den gennemsnitlige reaktionsid målt til 1.3 sek. og 85 % -fraktilen til 1.6 sek.

LH: Det fremgår ikke klart, hvordan reaktionsiden er målt. Bilisternes hastighed og afstand til signalet, når det skifter, vil formentlig være afgørende for om der er tale om en simpel bremsereaktion eller om bilisten kommer ind i overvejelser om hvorvidt han skal fortsætte eller bremse (beslutningsreaktion).

På baggrund af undersøgelserne og de supplerende litteraturstudier anbefaler forfatterne, at det er 85 % - fraktilen, der anvendes som grundlag for fastsættelse af den dimensionerende reaktionsid.

I de udførte forsøg ligger 85 % -fraktilen mellem 1.5 – 2.0 sek. og forfatterne har ikke fundet grund til at differentiere den dimensionsgivende reaktionsid mellem forskellige trafiksituationer. På den baggrund anbefales 2.0 sek.

I litteraturstudiet indgår en reference (Marc Green 1990 – som også er refereret i dette notat), hvoraf det fremgår, at ældre bilister i nogle sammenhænge reagerer mellem 0.1 – 0.3 sek. langsommere end yngre bilister.

*Der indgår ikke undersøgelser af forskelle mellem aldersgrupper hverken i de udførte simulatorforsøg eller i registreringer på vej.*

**1.14 Alm og Nilsson: Change in driver behaviour as function of handsfree mobilephones – simulator study.** Accident Analysis & Prevention, 26 (4), 1994 samt 27 (5) 1995.

#### Alm og Nilsson: **Elderly People and Mobile Telephone Use**

– **Effects on Driver Behaviour.** VTI Rapport 372A, Part 3, 1991

Der er udført et simulatorstudium med deltagelse af 40 testpersoner. Der er registreret reaktionsid, placering på vejen, hastighed og belastning hos trafikanterne

ved kørsel gennem en let rute og gennem en vanskelig rute – med og uden mobil telefonopkald.

Reaktionstiden blev reduceret ved mobilopkald ved gennemkørsel af den lette rute og det medførte samtidig nedsat hastighed. På den vanskelige rute havde mobilopkald effekt på bilistens placering på vejen. Mobilopkald medførte en øget belastning for bilisten – på begge ruter.

I et efterfølgende simulatorstudium undersøgte de effekten på reaktionstiden hos unge (23 -58 år) og ældre (60-71 år) bilister i en ”car-following” situation. De fandt, at mobilopkald har en negativ effekt på reaktionstiden og at denne effekt var stærkere for de ældre bilister. Bilisterne kompenserede IKKE for denne reducerede reaktionstid ved at øge afstand til forankørende. Dette resultat er senere bekræftet i en undersøgelse af Brühning et al. fra 1998.

Middelreaktionstiden (middel af fire visuelle stimuli) for de ældre blev målt til 1,8 sek. og for de unge til 1,3 sek.

**1.15 Naylor, D.W. & Graham, J.R.: Intersection Design and Decision Reaction Time for older Drivers.** Transportation Research Record 1573, 68-71.1997.

Antallet af ældre bilister er vokset markant. Reaktionstiden på 2,0 sek. har været anvendt som design standard siden 1940'erne, hvor trafikantgruppen af bilister var meget yngre end i dag. Spørgsmålet er derfor om design standarderne lever op til nutidens trafik.

Der er lavet videooptagelser af bilister, der kommer fra en sidevej med stop skilt, hvorfra bilisten skal foretage et venstresving ind på en overordnet vej – dels i to by kryds og dels i to ”åbent land kryds”. Beslutningstiden (Decision Reaction Time) blev registreret for en gruppe ældre bilister (104 personer mellem 51 og 87 år og med gennemsnitsalderen 69,3 år) og for en gruppe yngre bilister (104 personer med gennemsnitsalder under 30 år).

Den registrerede beslutningstid ”J” indgår i AASHTO's beregningsformel for sigtlængden (Intersection Sight Distance - ISD) langs den overordnede vej fra sidevejsbilistens stop position:

$$\text{ISD til venstre} = 0,2784 V (J+Ta)$$

Beslutningstiden ”J” er den tid en stoppet sidevejsbilist har brug for til at orientere sig til siderne og vurdere trafikken på den overordnede vej og beslutte at det er sikkert at fortsætte kørslen og derfor træder på speederen.

Middelværdien for den registrerede beslutningstid blev målt til 1,32 sek. for gruppen af ældre og til 1,16 sek. for de yngre bilister. Tilsvarende blev 85 % fraktilen målt til henholdsvis 1,86 sek. og 1,66 sek. Forskellen på de ældre og yngre er signifikant. For begge grupper er 85% fraktilen under de 2,0 sek. som anvendes i vejstandarderne.

Forfatteren påpeger vigtigheden i at skelne mellem bremsereaktionstid i relation til Stop Sigt Længde og Beslutningstid i relation til oversigtslængde i kryds (Intersection Sight Distance – ISD).

Forfatteren rekommanderer, at der i AASHTO fastsættes en standard for, hvordan beslutningstid skal måles.

### **1.16 Dewar, R. & Olson, P.: Human Factors in Traffic Safety. Lawyers & Judges. Tucson, USA. 2001.**

#### ***Driver Perception-Response Time (Chapter 3 by P.L. Olson):***

Formålet med dette kapitel er ifølge forfatteren selv, at give en oversigt over relevant forskning om Perception – Response Time (PRT).

Trafikanterne konfronteres hele tiden med situationer, som kræver, at de opfanger signaler om potentielle farlige situationer som de skal tolke og dernæst beslutte om der er behov for at reagere og i så fald initiere sin handling. Denne proces tager tid og der kan opstå forstyrrelser som forlænger proces tiden. Det kan ske når som helst, men problemet er størst i de mere komplicerede trafikale situationer, hvor trafikanten skal bearbejde meget information på kort tid.

Reaktionstiden (PRT) er ikke nogen fast størrelse. Den varierer meget. Værdierne der er fundet i en række forskellige undersøgelser varierer fra 0,5 sekunder til 3.5 sekunder og somme tider endnu højere.

Olson starter med at konstatere følgende: Der foreligger p.t. ikke noget stort antal kvalificerede undersøgelser af bilisters PRT, og de undersøgelser der er lavet omhandler for det meste reaktionstider i ”straightforward” scenarier. Det betyder, at det for det meste er relativt simple situationer, hvor beslutning om respons er ukompliceret og givet, som er undersøgt.

Det er der to hovedårsager til:

- a) Det er vanskeligt, meget ressourcekrævende og kostbart at udføre sådanne undersøgelser, især med mere komplicerede scenarier.
- b) Der forekommer et ubegrænset antal mulige trafikale situationer som kan undersøges. Der er stort set ikke to trafiksituationer der er helt ens.

Der forefindes ikke tabeller, ligninger etc. der kan bruges til at ekstrapolere målte reaktionstider fra hvad man faktisk ved og til en specifik situation som varierer på en eller anden måde.

Stimuli i trafikken kan være visuelle, taktile eller auditive. I de fleste tilfælde vil det være en visuel stimulus som udløser en umiddelbar respons hos en bilist.

Den tid det tager at udføre/fuldføre handlingen er normalt ikke inkluderet i PRT.

Men i forbindelse med *Decision Sight Distance* tages ”manøvretiden” med i overvejelserne. Det kan f.eks. være i forbindelse med lukning af kørespor ved vejarbejder, hvor to trafikstrømme skal flette sammen til én. Her skal der være tilstrækkelig tid til, at trafikanterne kan nå at opfange signalet, vurdere situationen, beslutte sin handling og udføre den i tilstrækkelig god tid.

For mange af de registrerbare menneskelige faktorer gælder det, at værdierne kan afbildes i en normalfordeling, men det gælder ikke for PRT. Det skyldes, at der er en grænse for, hvor hurtigt et menneske kan reagere, men der er ikke nogen effektiv grænse for, hvor lang tid et menneske kan være om at reagere. PRT vil følge en skæv fordeling, hvor størstedelen af reaktionstider (PRT) vil ligge i den kortere ende af en sådan skæv fordelingskurve. Det betyder for det første, at gennemsnitsværdien vil være følsom overfor ekstreme værdier. Gennemsnitsværdien vil være større og nogle gange meget større end 50% - percentilen. Derfor kan det være ret misvisende at tale om gennemsnitsværdi for PRT. Gennemsnitsværdi i en skæv fordeling er jo ikke det samme som 50% - percentilen, hvilket jo er tilfældet i en normalfordeling. For det andet kan værdierne ude i halen af en sådan skæv fordeling være ret ustabile, hvilket betyder, at selv små justeringer i testprotokollen kan give signifikante ændringer i 85% og 95% percentilerne. Antallet af forsøg og objekter har selvfølgelig også betydning for usikkerhederne.

I reaktionstiden (PRT) indgår flere processer:

- Detektering (Detection)
- Identifikation
- Beslutning
- Reaktion initiering

Reaktionstiden slutter, når foden lander på bremsepedalen eller hånden begynder at dreje på rattet eller begge dele. Reaktionsiden kan ikke opdeles i deltidsintervaller for de enkelte trin. Det eneste vi ved noget om er, hvor lang tid der går fra præsentation af stimulus til der igangsættes en reaktion.

***Reaktionstider målt i forskellige ”on road” eksperimenter:***

**- Trap Studies** til registrering af bremsereaktion i trafikken er udført af Allan Corporation (et studie i 1978) og Sivak et al. (to studier i 1981). Der er anvendt to testbiler i trafikken. Den ene testbil lægger sig ind foran en potentiel forsøgsbilist (som er uvidende om at der foregår en test) og den anden testbil med måleudstyr lægger sig ind bag ved den potentielle forsøgsbilist. Når alt er klart aktiverer den forreste testbil bremselygterne uden at ændre på hastigheden og målebilen, der kører bag ved forsøgsbilisten, registrerer forsøgsbilistens reaktionstid. Forsøgsbilisterne er trafikanter, der ikke er medvidende om, at de medvirker i et forsøg. Resultater viste at 85% - percentilen lå i intervallet 1.80 til 1.91 sek. Der blev registreret flere høje reaktionstider i Sivaks undersøgelser sammenlignet med Allan Corporation. Det resulterer i en 95% percentil på 2.43 sek. og 2.50 sek. (Sivak 1981) mod 2.20 sek. (Allan Corporation 1978).

LH: Som forsøget er udført er forsøgspersonernes alder ukendt. Det kan derfor ikke udelukkes, at det større antal af højere reaktionstider i Sivak's undersøgelser kan hænge sammen med, at der indgår flere ældre bilister blandt forsøgspersonerne.

**- Reaktionsid i trafiksignaler.** En ældre undersøgelse udført af Gazis et al. (1960) målte reaktionstider i seks signalkryds. De målte reaktionstider lå fra 0.6 sek. til 2.4 sek. I en undersøgelse af Wortman og Matthias (1983) hvori indgik ni signalkryds fandt man en 85 percentil på mellem 1.5 sek. og 2.1 sek.

**- Reaktionsid for lateral undvigelse (Summala 1981).** Der er udført to studier. I det ene tændes et lys i vejsiden og i det andet åbnes en bildør på klem i en kantstensparkeret bil. I begge situationer observeres på bilisterne der nærmer sig. I begge studier fandt Summala, at den laterale undvigemanøvre blev påbegyndt i gennemsnit 1.5 sek. efter præsentation af stimulus. Den laterale undvigelse var halvvejs omkring 2.5 sek. efter og var på sit maximum 3 – 4 sek. efter. Summala rekommanderer på den baggrund, at der skal være minimum 3 sek. til at foretage en lateral undvigemanøvre, når der pludselig opstår situationer i trafikken, der kræver dette.

**- Stopping Sight distance (Olson et al. 1984).** 49 unge forsøgsbilister kørte en flere km lang og varieret rute igennem. Efter passage af en bakketop kom et objekt (15 cm høj og 90 cm lang) uventet til syne i venstre side af køresporet. Reaktionsiden blev målt fra tidspunktet hvor objektet blev synligt til tidspunktet, hvor bilisten satte foden på bremspedalen. Reaktionsiderne lå mellem 0.8 sek. og 1.8 sek. 85% percentilen blev målt til 1.3 sek. og 95 % percentilen til 1.6 sek. Efter den første uventede hændelse blev forsøget ”gentaget” forstået på den måde at testpersonerne blev bedt om at reagere når de efterfølgende så et tilsvarende objekt. For disse forventede situationer var reaktionsiden omkring 0.4 sek. lavere. På baggrund af disse resultater rekommanderede Olson et al., at den i AASHTO gældende værdi for reaktionsid på 2.5 sek. fastholdes i de amerikanske guidelines.

**- Lerner (1993)** (Se også resumé nr. 1.2)

Forsøgsbilister kørte i egen bil med forklaring om at man ønskede at vurdere vejbelægningens kvalitet. På ruten efter en vejkurve rulles en tønne frem fra en busk og den ruller ned mod vejen. Reaktionsiden blev målt til 1.5 sek. i gennemsnit og 85% percentilen til 1.9 sek. De fleste forsøgspersoner både styrede og bremsede. Det var under 10 % som kun bremsede.

**- Fambro et al. (1998)**

Der er udført to forsøg med uventet opståen af en pludselig faresituation. I det ene forsøg bliver testbilister, der kører med en hastighed på omkring 90 km/t konfronteret med en barrikade, der pludselig dukker op lige foran dem. I det andet forsøg er det en tønne, der pludselig rulles af ladet på en parkeret lastbil. den gennemsnitlige reaktionsid blev målt til 1.1 sek. og 98 % percentilen til 1.9 sek. Det er lidt uklart om de anførte resultater er et gennemsnit af begge undersøgelser.

**- Triggs and Harris (1982) (se også refernce 1.11)**

En af de mest omfattende undersøgelser af reaktionstider i reelle trafiksituationer er udført af Triggs og Harris fra Monash University i Australien. De kreerede en række situationer som forventeligt ville medføre en bremsereaktion hos de forbi kørende bilister på veje i åbent land. Situationerne blev typisk lokaliserede lige efter en bakketop eller lige efter en vejkurve, så tidspunktet hvor ”den potentielle fare” blev synlig for trafikanten var veldefineret. Reaktionsiden er målt fra det tidspunkt hvor ”den potentielle fare” er synlig til det tidspunkt hvor bremselyset aktiveres. Rækken af ”potentielle farer” inkluderede havarerede biler, advarsel om vejarbejde forude, en parkeret politibil, Amphometer (hastighedsmåler), uventet igangsætning af blinklys ved jernbaneoverskæringer. Der er en stor variation i de registrerede reaktionstider, idet 85% percentilerne ligger mellem 1.26 sek. og 3.60 sek.

LH: Noget af forskellene kan formodentlig forklares ved at ikke alle potentielle farer opleves lige farlige. Betydningen af faremomentet omtales i flere af de resumerede referencer i dette notat. Der indgår ikke noget om forskelle på aldersgrupper.

**- Beslutningtid ved vognbaneskift (Lerner et al. 1995)**

I en undersøgelse af Lerner et al. fra 1995 har forsøgspersoner kørt en 56 km lang rute i egen bil og på 10 lokaliteter undervejs er der situationer, hvor det har været muligt at registrere beslutningstid (decision sight distance), idet forsøgsbilisten bringes i en situation, hvor han er nødt til at beslutte at foretage et vognbaneskift. Det kan enten være på grund af reduktion i antal kørespor i forbindelse med vejarbejde (Freeway lane drop) eller på grund af flettestrækninger, hvor bilisten skal finde over i et udflætningsspor (Arterial turn lane).

I undersøgelsen blev bilisterne før start bedt om at meddele forsøgslederen, når de beslutter at foretage et vognbaneskift. Når situationen opstår, skal bilisten altså først detektere og identificere signalet. Beslutningstiden er målt som den tid der

går fra signalet er synligt til bilisten verbalt meddeler forsøgslederen, at det er nødvendigt at skifte vognbane. Forsøget er udført både i dagslys og i mørke med tre aldersgrupper: 20 – 40 år, 65 -69 år og 70 år og derover. Resultaterne ses i tabellen.

I en anden tilsvarende undersøgelse af Finnegan og Green (1990) er beslutningstiderne målt til mellem 3.7 sek. og 6.6 sek., hvilket stemmer meget godt overens med resultaterne fra Lerner et al.

I de fleste tilfælde havde de ældre bilister i gennemsnit længere beslutningstid sammenlignet med de yngre bilister. Men forskellene er kun i nogle tilfælde signifikante, og de er vist med fed skrift i tabel 1.

Tabel 1 viser gennemsnitlig beslutningsstid ved vognbaneskift for de enkelte aldersgrupper målt på de 10 lokaliteter. Tabel 2 viser 50%- og 85%-fraktilerne for vognbaneskift ved "Freeway lane drop"- observationerne samlet og tilsvarende for "Arterial turn lane"- observationerne samlet.

Lokalitet	Dagslys		
	20-40 år	65-69 år	70 år >
Freeway lane drop	4.05	4.27	5.72
Freeway lane drop	6.56	4.35	5.41
Arterial turn lane	2.76	2.46	3.57
Arterial turn lane	<b>2.68</b>	<b>6.01</b>	4.42
Arterial turn lane	1.60	<b>2.53</b>	2.88
Freeway lane drop	2.16	3.12	3.02
Freeway lane drop	<b>2.88</b>	<b>6.64</b>	4.51
Freeway lane drop	4.30	6.28	6.31
Arterial turn lane	2.05	3.38	<b>4.78</b>
Arterial turn lane	2.52	<b>6.27</b>	<b>6.99</b>

Tabel 1: Observerede middelbeslutningstider (sek.) (Lerner et al. 1995).



ALDER	Freeway Lane drop		Arterial Turn lane	
	50th	85th	50 th	85th
20 – 40 år	2.9	7.8	2.0	4.2
65 – 69 år	3.9	7.6	2.8	7.6
70 år >	4.2	7.8	3.4	7.1

Tabel 2: 50%-fraktil og 85%-fraktil for målte beslutningstider ved vognbaneskift i forbindelse med reduktion af antal vognbaner ved vejarbejde (Freeway lane drop) og ved udfletning af kørespor (Arterial turn lane). (Lerner et al. 1995)

Olson konstaterer, ud fra de forskellige refererede undersøgelser, at der er stor variation i de målte beslutningstider (perception-response time) afhængig af den trafikale situation og de trafikanter, der indgår. Men så længe der er tale om en relativ enkel og klar stimulus som opstår direkte foran bilisten i en "straightforward" situation, vil de fleste bilister (dvs. 95 % af bilisterne) reagere inden for 1.5 sek. Minimum reaktionstiden vil være omkring 0,75 sek. Hvor stor en del af "Real World" scenarierne, der falder inden for denne model kender vi ikke.

*Forskellige faktorer influerer på reaktionstidens længde:*

- Den tid en bilist bruger på at detektere et signal/objekt afhænger bl.a. af hvor fremtrædende signalet/objektet er – eks. størrelse, kontrast til baggrund og omgivelser, men også af antallet af informationer som bilisten skal håndtere og hvor i synsfeltet signalet opstår.
- Respons tiden i bremsereaktionstiden inkluderer den tid som bilisten skal bruge til at flytte foden fra speeder til bremsepedal. Forskningsresultater har vist at den kan udgøre en signifikant del af den samlede reaktionstid. Morrison og Hoffmann (1991) fandt at det tager mellem 0.15 og 0.25 sek. at flytte foden. Motoriske færdigheder må logisk set have betydning for hvor hurtigt en bilist kan flytte foden fra speeder til bremsepedal.
- Bilistens forventninger, træthed og påvirkning af medicin og/eller alkohol
- Det har været fremført at der forekommer længere reaktionstider i mørke sammenlignet med dagslys. Forklaring kan være at synligheden af et signal i nogle sammenhænge kan være reduceret. Men der er ikke belæg for at sige, at reaktionstiden i mørke generelt er længere end i dagslys. Lerner et al. (1995) fandt således heller ikke nogen systematisk forlængelse af reaktionstid i mørke sammenholdt med dagslys, i situationer hvor bilister måtte foretage vognbaneskift.

Mange studier har vist, at ældre responderer langsommere end yngre. Det gælder både for laboratorieforsøg, simulatorstudier og tests foretaget i trafikken under

betingelser, hvor testpersonerne i et eller andet omfang har været vidende om testens indhold. Adskillige studier har også vist, at dette ikke er en generel regel, der altid gælder i rigtige trafiksituationer med uventede farlige situationer (Hostetter et al. 1986; Korteling 1990; Olson et al. 1984; Lerner et al. 1995).

***Der er ikke belæg for at justere en PRT estimat op eller ned alene ud fra kendskab til bilistens alder!*** - På den anden side ved vi også, at alderseffekten i mange situationer kan og vil føre til længere reaktionstider i trafikken.

**1.17** Staplin, L., Gish, K.W., Ball, K., Park, D., Decina, L. E., Lococo, K.H., Kotwal, B.: **Synthesis of Human Factors Research on Older Drivers and Highway Safety. VOL I: Older Driver Research Synthesis.** Report FHWA-RD-97-094. 1997.

***”Field Dependence”*** er et udtryk for en persons visuelle formåen med hensyn til at opfatte og identificere relevante visuelle emner/genstande indenfor et komplekst mønster.

Trafikanter som er *”field dependent”* har store vanskeligheder med at finde det enkelte relevante visuelle emne midt i helheden, fordi hele billedet dominerer over de enkelte dele. Tilsvarende har individer som er *”field independent”* let ved at identificere enkelte dele i et helhedsbillede.

Flere forskningsresultater indikerer, at ***graden af ”Field Dependence” øges med alderen.***(Shiner et al. 1978; Ranney & Pulling 1990; Manivannan et al. 1993).

Undersøgelser har vist, at ***”field independent” bilister har hurtigere bremsereaktionstider*** (Olson 1974; Barrett & Thornton 1968) end *”field dependent”* bilister.

Shinar, McDowell, rackoff and Rockwell (1978) undersøgte relationen mellem *”field dependence”* og visuel søgeadfærd i trafik. De konstaterede en aldersrelateret sammenhæng med nødvendig tid til at identificere information. ***”Field dependent” bilister havde brug for længere tid til visuel søgning for at opfange relevant info.***

Der er dokumenteret belæg for at ***meget øvede former for adfærd (høj grad af praktisering og former for ”ekspert” adfærd) kan være resistent overfor almene aldersrelaterede effekter*** - også selv om der kan påvises negative aldersforandringer i komponent processerne. Et af de klassiske studier er udført af Salthouse i 1984. Han undersøgte skrivehastigheden hos ældre og yngre typists (maskinskrivere) og fandt at de ældre øvede skrivere var lige så hurtige som de yngre. De ældre øvede skrivere kunne skrive længere sætninger af gangen og det kompenserede for andre mindre aldersforandringer i processen. Også i trafikken kendes fle-

re eksempler på at ældre kompenserer for aldersforandringer. *Pointen er: Selv om der kan konstateres aldersbetingede forandringer i enkelte adfærdskomponenter under udførelsen af en kompleks opgave, så er det ikke ensbetydende med, at ældre trafikanter er dårligere eller mindre effektive til at løse denne opgave.*

***For øvede bilister bliver en stor del af adfærdskomponenterne automatiske.*** Automatiske processer kræver ingen eller kun meget lille kognitiv ressource. Der er nærmest tale om rygmærksadfærd og her slår de aldersbetingede ændringer ikke altid igennem. (Schneider og Shrifin 1977; Hasher og Zacks 1979).

Der er belæg for, at ***ældre bilister har vanskeligere ved og skal bruge længere tid til at automatisere nye former for adfærd.*** (Fisk, McGee, Giambra 1988; Fisk & Rogers 1991)

***Selektiv opmærksomhed*** er evnen til at rette sin opmærksomhed mod relevante informationer. Bilisterne modtager hele tiden informationer fra omgivelserne under kørselen og en stor del heraf er irrelevant for kørslen. Bilisten skal derfor hele tiden fravælge irrelevant info (eks. reklametavler) og rette sin opmærksomhed mod de informationer som er vigtige og nødvendige for en sikker færdsel.

***Ældre bilister skal bruge mere tid til at afsøge informationerne.***

### ***Reaktionsid***

Staplin påpeger det vigtige i at der skelnes mellem 1) hvor hurtig en bilist kan respondere på en stimulus i en simpel trafiksituation, hvilket svarer til hvor hurtigt bilisten kan bremse eller iværksætte en reaktion, når beslutning ER truffet og 2) hvor hurtigt en bilist kan processe mentale sammenligninger og finde frem til en beslutning som karakteriserer de mere komplekse og uventede trafiksituationer. Staplin refererer flere af de undersøgelser, der også er refereret her i notatet: Olsson og Sivak (1986); Lerner, Huey, McGee og Sullivan (1995);

Der er belæg for at ***"working memory" ressourcerne bliver mere begrænsede med stigende alder.*** Konsekvensen er at ældre bilister har færre ressourcer til at klare multi-opgaver med delt opmærksomhed (divided attention tasks). At køre bil er et typisk eksempel på en sådan multi-opgave.

Det gælder for alle, unge som gamle, at tilføjelse af en sekundær opgave har en negativ effekt på udførelsen af en primær opgave, med mindre der er tale om en meget høj grad af automatisk adfærd. Flere undersøgelser har vist at ***delt opmærksomhed er et større problem for ældre trafikanter*** (har vanskeligere ved at klare flere samtidige opgaver) ***end yngre trafikanter.***

Motoriske færdigheder vil logisk set have betydning for, hvor hurtigt en bilist kan flytte foden fra speeder til bremsepedal. Der kan dog, ifølge Staplin, ikke ud fra de foreliggende undersøgelser af bilisters bremsereaktionstider, uddrages noget præcist om, hvor meget det betyder i relation til bilisters stigende alder.

### **1.18 Staplin, L. et al: A Cognitive Engineering Approach to improving Signalised left turn intersections.** Human Factors, 1991, 33 (5), 559 - 571

Undersøgelsen fokuserer på aldersforskelle med hensyn til beslutning om at foretage venstresving i signalreguleret kryds. Forsøget er udført som et køresimulatorforsøg. I forsøget præsenteres bilisterne for forskellige trafiksituationer med forskellige signaler om at venstresvinget kan foretages. Forsøgspersonens primære opgave bestod i at beslutte, så hurtigt som muligt, om de kunne foretage venstresving. Responsen blev givet ved at trykke på en knap.

Forsøgspersonerne var inddelt i to aldersgrupper: 25 unge mellem 18 og 49 år (middelalder 37 år) og 30 ældre mellem 65 – 80 år (middelalder 71 år)

Både andelen af fejlsvare og tid til beslutning var større i situationer med ubeskyttet venstresving, især for de ældre. Generelt er de ældre bilister langsommere end de unge til at svare.

Ældre bilister er langsommere til at scanne for information i trafikken og denne aldersrelaterede forskel øges med stigende kompleksitet for den trafikale situation.

Det anbefales kraftigt at undgå brug af display elementer, som skal tolkes på en måde, der ikke er konsistent i forhold til tidligere erfaringer med hvornår venstresving kan foretages.

### **1.19 Staplin, L. Age Differencies in Motion Perception and Specific Traffic Maneuver Problems.** Transportation Research Record 1325. 1991.

Ældre trafikanter underestimerer hastigheden for biler, der nærmer sig. De ældre bruger også signifikant længere tid til at opfatte, at en bil kommer nærmere. Alderseffekten er ikke signifikant for biler der fjerner sig.

Ud fra litteraturen findes en del viden om ældre trafikanters adfærd og problemer. Det slår igennem i uheldsstatistikken. Analyse af trafikulykker verificerer den forventede aldersrelaterede overrepræsentation i bestemte typer af trafiksituationer. det gælder især venstresving foran modkørende, som er et af de største problemer for ældre bilister at håndtere.

De ældres vanskeligheder med at vurdere hastighed for modkørende bilister vil forventeligt give problemer i relation til overhaling. Men den forventede overrepræsentation i overhalingsulykker modvirkes af at de ældre ikke overhaler så ofte som de yngre.

## **1. 20 Van Wolffelaar, Rothengatter, Brouwer: Elderly drivers' traffic merging decisions.** Amsterdam. Holland. 1991

I et eksperimentelt studie blev ældre og yngre bilister udsat for en række situationer hvor de skulle beslutte om de på en sikker måde kunne flette ind i en krydsende trafik.

Testbilen – en instrumenteret testbil - var parkeret i et sidespor på en jævnt trafikeret vej i byområde efter at testpersonen havde haft en prøvetur på en times tid. Ved et givet signal – en lampe på instrumentbrættet der blev tændt – skulle testpersonen vurdere situationen og så hurtigt som muligt beslutte at flette ind i trafikstrømmen på en sikker måde uden at forstyrre de andre trafikanter. Testpersonerne skulle ikke reelt flette ind men blot angive ved tryk på knap. Situationen blev videofilmet.

Det var på forhånd ventet at de ældre ville lave mindre præcise beslutninger, men det kunne ikke bekræftes. Til gengæld havde de ældre brug for 50 % længere tid til at orientere sig, vurdere og beslutte omkring den konkrete trafiksituation. Det blev konkluderet: Ældre bilister laver ikke flere farlige beslutninger end yngre, hvis blot de får tid nok til at kompensere for deres reducerede perceptions kapacitet.

Gruppen af ældre testbilister var 41 erfarne bilister mellem 60 og 80 år som skulle have fornyet kørekortet og i den sammenhæng frivilligt deltog. Gruppen af yngre bilister var 15 mellem 27 og 41 år som responderede på en annonce i et magasin.

LH: Metoden til sammensætning af testgrupper gør, at de ikke kan siges at være repræsentative.

## **1. 21 Fuller & Santos: Human Factors for Highway Engineers.** Amsterdam. Pergamon. 2002.

Bogen giver en bred generel beskrivelse af forskellige aspekter vedrørende human factors.

**Heikki Summala: Behavioural Adaptation and Drivers Control – chapter 13:** Summala, Lamble & Laakso (1998) har udført forsøg med registrering af bremse-reaktionsid i Car-following situationer med forskellige afstande og hastigheder. Reaktionsiden varierer en hel del afhængigt af hvor bilisten fokuserer sin visuelle opmærksomhed, samt afstand og hastighed.

Reaktionstider i uventede situationer:

Det er ikke altid givet at bilisten reagerer lige så snart han ser et signal om at skulle bremse. Af etiske hensyn er det vanskeligt at udføre forsøg med dette formål. Koivisto & Summala udførte i 1989 et eksperiment, hvor en politimand pludselig blev synlig for bilister, der kom kørende forbi. Politimanden stod med den ene hånd i vejret som tegn på at bilisten skulle stoppe. Resultaterne viste at de bilister, der kørte hurtigst og som dermed havde mindst tid til at reagere, også havde en mindre reaktionsid end andre. Variationen i reaktionsid blev større jo mere tid der var til rådighed for at reagere.

Olson & Sivak udførte et eksperiment i 1986 hvor de havde bilister i forskellige aldersgrupper til at gennemkøre en testrute, hvor der på et uventet tidspunkt lige efter en bakketop pludselig var en genstand i køresporet. Man målte reaktionsiden som tidsrummet fra det øjeblik genstanden kom til syne og til det tidspunkt bilisten løfter foden fra speederen (speeder respons tid). Som regel er bremsereaktionsiden målt frem til det tidspunkt, hvor der trædes på bremsen (bremse respons tid) og dette tidsrum blev også registreret. Pointen med at måle til det tidspunkt foden lettes fra speederen er ifølge Summala, at det mere direkte er udtryk for den hurtige automatiske reaktion, mens aktivering af bremsepedal (bremserespons) kan være mere overvejet og tilpasset situationen samtidig med at den inkluderer forsinkelse til flytning af foden.

Resultaterne for de to aldersgrupper unge (18-40 år) og ældre (50-84 år) viser, at de ældre har en længere "speeder respons tid" end de unge bilister. Det stemmer overens med erfaringer fra simulatorforsøg, der siger, at reaktionerne er hurtigst hos personer omkring 20 år og lidt yngre, og at vi efter 20 års alderen bliver langsommere til at reagere. Resultaterne fra Olson & Sivak viser også, at de ældre til gengæld er hurtigere til at flytte foden over på bremsen, hvorved de kompenserer for deres lidt længere "speeder respons tid" (perceptionstid). Det bevirker, at der ikke er nogen mærkbar forskel på de to aldersgrupper med hensyn til den samlede "bremsereaktionsid". Fordelingskurven for de unge bilister tyder på, at nogle af dem venter lidt med at bremse. Måske fordi de overvejer andre manøvremligheder – det er tilpasset adfærd (adaptive behaviour).

## **1. 22 Eby, D.W. et al: The Assessment of Older Drivers Capabilities: A review of the literature. University of Michigan. August 1998.**

Rapporten – der er bestilt af General Motors og United States Department of Transportation - indeholder en opsamling fra et litteraturstudie med fokus på ældre bilister med hensyn til en række forhold som f.eks.: Visuel Perception (øjnebevægelser, lysfølsomhed, mørkeforhold, spacial kontrast, synsfelt mv.), Kognitive Faktorer (selektiv og delt opmærksomhed, field dependence, hukommelse mv.), Psykomotoriske Faktorer (Reaktionsid, bevægelsesfleksibilitet, koordinering), Helbreds faktorer og Uddannelse af ældre bilister.

Trafikanternes psykomotoriske formåen drejer sig om evnen til at bevæge og orientere forskellige kropsdele på en koordineret og kontrolleret måde. Det er vigtigt for de fleste fysiske aktiviteter og for bilkørsel i særlig grad. Generelt sker der en reduktion i de psykomotoriske færdigheder med stigende alder. Det kan have betydning for reaktionstiden i trafikale situationer.

Der er to typer reaktionstider: Simpel reaktionstid og den mere komplekse beslutningsreaktionstid. Begge typer af reaktionstid øges med alderen – men der er større forskel mellem ældre og yngre bilister når det drejer sig om de komplekse situationer sammenlignet med de simple (Marottoli & Drickamer, 1993).

Den øgede reaktionstid for ældre har størst betydning for komplicerede trafiksituationer, hvor der er behov for en hurtig beslutning og reaktion. Der henvises til en ældre undersøgelse fra 1976 af Mihal & Barrett, der fandt en sammenhæng mellem øget beslutningsreaktionstid i komplekse situationer og antal trafikulykker. Der fandtes ikke en tilsvarende sammenhæng for de simple reaktionstidssituationer.

Årsagen til øget reaktionstid hos ældre bilister er primært, at der kræves længere tid til informationsbearbejdning. Med alderen sker der en forringelse af korttidshukommelsen, tiden til informationsbearbejdning øges og evnen til selektiv og delt opmærksomhed forringes, hvilket alt sammen medvirker til at øge reaktionstiden i forskelligt omfang i forskellige trafikale situationer.

Med øget alder mindskes musklernes fleksibilitet. Der opstår nemmere stivhed i led og muskler. Det kan f.eks. gøre det lidt vanskeligere at dreje hovedet, bøje i knæ mv.

Litteraturstudiet viser, at laboratoriemålinger/simulatorforsøg giver lavere reaktionstider sammenlignet med registreringer i rigtig trafik.

Referencen her henviser til flere af de foran resumerede referencer og bekræfter således de samme tendenser, som fremgår heraf.

**1. 23 Helmers, G., Henriksen, P., Hakamiis-Blomquist, Liisa: Trafikmiljö för äldre bilförare. Analys och rekommendationer utifrån en litteraturstudie. VTI rapp. 493. Väg- och Transportforskningsinstitutet. Linköping. 2004.**

Litteraturstudium med fokus på de ældre bilisters problemer og formåen. Der opstilles en række rekommendationer i form af overordnede principper for vejudformning.

Meget taler for at en frisk ældre trafikant klarer trafikken ganske fint, i hvert fald op til 75 – 80 års alderen. Når man ser på hvordan forskellige præstationer varierer inden for forskellige aldersgrupper, finder man en stor variation mellem individerne inden for hver af grupperne. Lægger man præstationsfordelingerne for de forskellige aldersgrupper oveni hinanden, finder man, at de for en stor del er overlappende. Det indebærer, at et individ med en høj alder sagtens kan udvise en bedre præstation end middelpræstationen for en yngre aldersgruppe. Det er derfor ikke muligt at sige noget om en trafikants præstationsniveau alene ud fra alderen. Generelt kan man sige, at spredningen i præstation for en aldersgruppe øges med stigende alder. Det indebærer, at forskellen mellem de højeste præstationer og de laveste præstationer inden for hver aldersgruppe øges, jo ældre aldersgruppen er.

Der er tre forskellige måder at gøre det lettere for de ældre bilister at klare sig godt:

- I) At lette bilistens forståelse og orientering ved at forbedre syns- og belysningsbetingelserne: Vælg vejbaner med høj grad af diffus og lav grad af spejlende lys refleksion, mindske blænding fra modkørende og forstyrrende lyskilder, vælg vejbelysning uden blændende armaturer.
- II) At forbedre bilistens muligheder for at opdage og aflæse vejskilte, vejafmærkning og trafiksignaler ved at fokusere på valg af materiale, størrelse og placering. Høj luminans og høj kontrast øger læsbarheden. En lav spatial frekvens er generelt vigtigt for læsbarhed på stor afstand og i særlig grad for ældre bilister.
- III) Forbedre selve vejrummets udformning og vejens design på en måde så det opfylder bilistens ubevidste forventninger om, hvad der kommer forude og undgå misforståelser. Det handler eksempelvis om at forvarse i god tid om, hvilket vejvalg, der er muligt i det kryds man nærmer sig og etablering af separate venstresvingspor.

Ældre bilister har brug for mere information for at træffe en beslutning og har brug for mere tid til at beslutte sig for det bedste alternativ. Så længe den nødvendige tid er til rådighed er der ingen problemer. Men når for høje beslutningshastigheder påtvinges den ældre bilist kan der opstå kritiske situationer. For eksempel hvis der er for mange vejvalg og manøvrer på en alt for kort strækning.

**1. 24 Kloeppe, Peters, James, fox: Comparison of older and Younger drivers responses to emergency driving events.FHWA-RD-95-056, 1995.**



Denne undersøgelse er udført som et simulatorforsøg med registrering af reaktionstider for tre aldersgrupper: ældre (65-74 år), midaldrende (35 – 44 år) og unge (20 – 29 år) bilister. 36 personer ligelig fordelt på køn og de tre aldersgrupper har gennemkørt en 36 km lang testrute i simulator. Undervejs udsættes de for 4 farlige situationer. Det drejer sig om andre bilisters uventede manøvrer: sidevejsbilist drejer til højre ud foran testbilisten eller en modkørende foretager venstresving ind foran testbilisten. Situationerne blev præsenteret i to sværhedsgrader med forskellig tidsrum på henholdsvis 3,5 sek. og 3.0 sek. til at reagere. Undvigeadfærden og reaktionstiden hos testbilisten registreres. Alle testbilister var erfarne bilister med et kørselsomfang på mindst 16 000 km/året.

Der blev registreret 8 ulykker ud af 144 potentielle farlige situationer. Heraf var de tre ulykker med én ældre mandlig testbilist. I de 5 andre ulykker var det en ældre mand, to midaldrende mænd og to unge kvinder.

Der blev ikke konstateret aldersforskelle med hensyn til reaktionstid og undvigemanøvrer. Langt de fleste i alle tre aldersgrupper reagerede ved at bremse. I de tilfælde hvor bilisten efterfølgende styrede var der tale om at de kørte uden om bilen foran for at færdiggøre manøvreren og fortsætte kørslen. Der blev heller ikke konstateret aldersforskelle med hensyn kørehastighed, afvigelse fra hastighedsgrænse eller bremsepedal tryk. Der kunne til gengæld konstateres aldersforskelle med hensyn til sideværtspacering i kryds, hvor ældre bilister placerer sig signifikant længere ude til højre for vejmidte sammenlignet med unge og midaldrende bilister. Det tolkes som udtryk for en kompenserende adfærd hos de ældre bilister. Der blev ikke fundet andre aldersforskelle, men testpersonerne i denne undersøgelse skulle ikke foretage svingmanøvrer.

### **1. 25 Lu, J.J.& Pernia, J.C.: The differences of driving behaviour among different age groups in signalized intersections. IATSS research 24(2). 2000**

I signalregulerede kryds i Florida er der observeret på bilisters ”start op” tid og ”følgetid” (”saturation headway” som er defineret i HCM). Der er kun observeret på bilister i personbiler. Der har ikke været fodgængere eller cyklister af betydning der kunne forlænge de målte parameterverdier. Bilisternes alder er skønnet af observatøren. Tidspunktet for signalets skift til grønt og tidspunkt for bilens passage af stopstreg er registreret.

Resultaterne viser, at ældre bilister, der holder forrest i en kø har længere reaktionstid end andre bilister, når signalet skifter til grønt lys. Det gælder også for ældre bilister i de følgende ventepositioner (2 – 4) i køen. Dette er gældende uanset om bilisten kører lige tværs over eller svinger til venstre i krydset.

	<i>Saturation Headway (sek.)</i>	
	<i>Lige Over</i>	<i>Venstresving</i>
Ældre	1.935	1.899
Midaldrende	1.849	1.821
Unge	1.809	1.796

	<i>Tabet i "start op tid"</i>	
	<i>Lige over</i>	<i>Venstresving</i>
Ældre	2.141	2.385
Midaldrende	1.695	1.954
Unge	1.292	1.482

Tabet i "start op tid" er her beregnet som den kumulative ekstra tid det tager for de første 4 biler i en kø at passere stoplinien. Ifølge HCM skal "saturation headway" beregnes på basis af alle biler i køen undtagen de fire første. Det betyder samtidig at det er de fire første biler, som bærer tabet i "start op tid".

På grund af de ældre bilisters længere opstartstider ved skift til grønt i signalregulerede kryds kan det forventes, at signalkryds, hvor der er mange ældre bilister, har en nedsat kapacitet.

Referencen indeholder desuden en beregning af korrektionsfaktorer for kapacitet afhængig af % andelen af ældre bilister.

### **1. 26 Holland, C.A.: "Older Drivers: A Literature Review."** Road Safety Research Report no 25. University of Manchester. Department for Transport. 2001.

Rapporten opsummerer resultaterne af et omfattende litteraturstudium om ældre bilister. Der indgår mange forskellige aspekter: trafikulykker med ældre, bilkørsel generelt, visuelle aspekter, ændringer i de kognitive funktioner – herunder reaktionstider, selektiv og delt opmærksomhed samt "usefull field of view", kompensations kapacitet og erfaringer, ny teknologi med mere.

Ifølge Holland øges reaktionstiden generelt med alderen. Han refererer til Cerella (1985) som ud fra en lang række forskellige studier konkluderede, at reaktionstiden for ældre bilister set på tværs af alle slags forskellige trafikale omstændigheder og opgaver er 1,5 til 1,7 gange længere end reaktionstiden for en yngre voksen bilist i samme situationer.

Holland efterprøver denne konklusion i sin egen undersøgelse. Han refererer blandt andre til McCoy et al (1991) som har udført en række undersøgelser med

sammenligning af ældre og yngre bilisters reaktionstider i forskellige manøvrer. Det fremgår dog ikke helt, hvordan reaktionstiderne er målt i de forskellige situationer:

1) Bremsereaktionstid i uventede situationer viste sig at være op til 6 sek., dvs. mellem 2.45 og 3.43 sek. længere for de ældre bilister sammenlignet med de anbefalede 2,5 sek. i den amerikanske design standard. Bremsning kan være reaktionen i simple bremsereaktionssituationer, men bremsning kan også være en reaktion i mere komplicerede trafikale situationer.

2) I signalkryds, hvor der skulle stoppes for skift til rødt lys var de ældre bilisters reaktionstider mellem 0,98 sek. og 1,61 sek. sammenlignet med gennemsnittet på 0,82 sek.

3) I situationen hvor en vej skal krydses fra stopposition blev de ældre bilisters reaktionstid målt til mellem 3,31 sek. og 4,56 sek. sammenlignet med gennemsnittet på 2,99 sek.

4) Ved venstresving ind foran modkørende trafik blev reaktionstiden for de ældre bilister målt til 2,56 sek. og 3,81 sek. sammenlignet med gennemsnitsbilistens 2,24 sek.

Resultaterne viser som ventet en stor variation i de ældre bilisters reaktionstider. Holland konkluderer samtidig, at Cerellas estimat for de ældre bilisters længere reaktionstider ser ud til at passe meget godt.

Holland anbefaler på den baggrund, at der i forbindelse med udformning af veje – som en generel håndregel - kan bruges en multiplikationsfaktor på 1,5 til 1,7 som estimat for de ældre bilisters

### 1.27 Shrestha, Deepak & Lovell, David J.: **Perception and Reaction Time of Tailgating Drivers from Naturalistic Driving Data.**

Transportation Research Board. Annual Meeting 2010.

Der er udført et empirisk studie af bilisters reaktioner i trafiksituationer med tæt-kørende biltrafik (*tailgating driving*). Undersøgelsen er baseret på data fra *naturalistic driving* på *freeways* i Maryland USA i perioder på dagen med moderat trafik flow.

Bilister der kører for tæt på den forankørende (*tailgating driving*) udviser en form for aggressiv kørsel og denne u hensigtsmæssige adfærd er en væsentlig årsag til bagendekollisioner. Det sker typisk når den forankørende decelererer samtidig med at den bagvedkørende bilist er uopmærksom.

Med brug af en instrumenteret bil blev der for situationer med *tailgating driving* registreret hastigheder, afstande i tid og længde mellem bilerne, accelerationer etc. Samt videooptagelser for hele forløbet.

Hvornår er der tale om ”tailgating”? *Tailgating* er en Car-following adfærd, hvor bilistens afstand til forankørende er for lille – der køres for tæt på. *Tailgating* er en **on-and-off** aktivitet og ikke et kontinuert forløb med en fast tidsafstand til forankørende.

Til afgrænsning af de situationer, der skulle analyseres på opstillede man en formel. Der er tale om *Tailgating* når følgende formel er opfyldt:

$$D < V_f T_{pr} + \frac{V_f^2}{(2 y k g)_f} - \frac{V_l^2}{(2 y k g)_l}$$

D= afstand; V= hastighed; T= reaktionstid; y= friktionskoefficient;  
k= decelerationskoefficient; g= tyngdeacceleration

I trafikken sker det ofte at en bil følger ”for tæt” efter en forankørende i et kort tidsrum i forbindelse med overhaling/vognbaneskift UDEN at der er tale om egentlig *tailgating*. Car-following situationer af den karakter med en varighed under 2 sek. bliver derfor i denne undersøgelse ikke karakteriseret som egentlig *tailgating*. På samme måde bliver situationer, hvor hastigheden er 25 km/t eller derunder (som det eksempelvis er tilfældet i køkørsel) heller ikke karakteriseret som en situation med *tailgating*.

Fra tidligere studier er reaktionstid  $T_{PR}$  (perception og reaktionstid) fundet til 1,52 sek. for bilister i car-following situationer. Friktionskoefficienten  $y$  sættes til 0,5 og Decelerationskoefficienten  $k$  sættes til 0,75 for både forankørende ( $l$  =leading car) og bagvedkørende ( $f$ =following car).

Det blev analyseret på registreringerne af 94 *tailgating* forløb. Halvdelen havde en varighed på 10 sekunder eller derunder. Kun 30 % af de registrerede forløb varede over 30 sekunder.

Målingerne viste, at hastighederne for den forankørende og den bagvedkørende bil i *tailgating situationer* ligger meget tæt på at være ens. Det betyder, at de accelerationer/ decelerationer, der skal til for at tilrette hastigheden, så de bliver identiske er ekstremt små. Målingerne viste at den tid *tailgating bilisterne* bruger til at reagere og tilpasse hastigheden til den forankørende ligger på 0,522 sekunder i gennemsnit.

Der indgår ikke noget om bilisternes alder.

### 1.28 EL-Shawarby, Rakha, Amer and McGhee: **Characterization of Driver Perception Reaction Time at the Onset of a Yellow Indication.** Transportation Research Board, Annual Meeting 2010.

Ved skift til gult lys i signalregulerede kryds skal en bilist, der er på vej frem mod krydset beslutte enten at stoppe og afvente næste grønfase eller at fortsætte gennem krydset mens der er gult og nå ud før det skifter til rødt.

Der er gennemført en række kørselsforsøg på Virginia Smart Road, som er en 3,5 km lang lukket testbane på Virginia Tech Transportation Institute. Den er designet som en 2-sporet vej med et 4-benet signalreguleret kryds.

Kørselsforsøgene er foretaget af 24 testbilister i en instrumenteret bil bl.a. forsynet med GPS. Testbilisterne fordeler sig med 8 i hver af følgende tre aldersgrupper: under 40 år, 40-59 år, 60 år og ældre. Kønsfordelingen er fifty-fifty.

*Testkørslerne blev udført under følgende betingelser:*

- Ved 2 hastighedsniveauer: 45 mi/h (72,4 km/t) og 55 mi/h (88,5 km/t)
- For 3 køresituationer: forankørende, bagvedkørende, uden anden trafik
- Det gule lys blev aktiveret ved 6 forskellige afstande frem til krydset for hver af de to hastighedsniveauer.

Den observerede 85%- fraktil for PRT (Perception Reaction Time) var 0,92 sek. ved begge testhastigheder. I dette forsøg er PRT defineret som tiden fra det gule lys tændes til tidspunktet hvor testbilisten rører bremsepedalen. For at sammenligne med andre studier skal der derfor adderes 0,1-0,2 sek. som er den tid der går indtil bremselyset tændes.

*Resultaterne viste at:*

- Reaktionsiden for de ældre testbilister var længere end for de to yngre grupper.
- Reaktionsiden er længere i situationer hvor bilister kører op ad bakke
- Reaktionsiden er længere i situationer hvor bilisten kører bagved en anden bil der kører frem for gult lys.
- Tilsvarende bliver reaktionsiden kortere hvis der er en bagvedkørende bil.
- Reaktionsiden øges med stigende tidsafstand til krydset hvor det gule lys tændes