

# OPPMERKSOMHET OG DISTRAKSJON

## Bakgrunnsnotat

### Innhold

1 Innledning .....	2
2 Hva er oppmerksomhet? .....	2
2.1 Oppmerksomhet som begrenset ressurs .....	2
2.2 Kontrollert vs. automatisk oppmerksomhet, og forventninger .....	3
2.4 Aktiveringsnivå og oppmerksomhet .....	4
3 Oppmerksomhet og ulykkesrisiko.....	5
3.1 Analyser av ulykkesrapporter .....	5
3.2 Individuelle forskjeller .....	5
4 "Useful field of view" – UFOV .....	6
5 Oppmerksomhet og aldring.....	6
6 Oppmerksomhet som dimensjoneringsgrunnlag.....	7
7 Sammendrag av forskningsrapporter og artikler.....	7
8 Litteraturreferanser.....	10

## 1 Innledning

Denne litteraturstudien er en del av det nordiske samarbeidsprosjektet "Dimensjonsgivende trafikant", hvor siktemålet er å beskrive ulike kjennetegn ved trafikantene, som kan danne grunnlag for bedre veiutforming. Den handler om temaene "oppmerksomhetsfokus, distraktorer og funksjonelt synsfelt". Hovedkonklusjonene fra litteraturgjennomgangen er presentert i en egen sammenfatning, mens dette dokumentet er et bakgrunnsnotat med mer detaljert gjennomgang av forskningslitteraturen (med referanser).

Datagrunnlaget er forskningslitteratur i form av artikler, rapporter, bøker og bokkapitler. Mesteparten av litteraturen er hentet fra en lokal database vi har bygd opp gjennom en årrekke med forskning innenfor trafikksikkerhetsfeltet, i forbindelse med flere prosjekter med tilknytning til de nevnte temaene. I tillegg er det foretatt søk i databasen ISI Web of Science.

## 2 Hva er oppmerksomhet?

Oppmerksomhetsbegrepet benyttes innenfor persepsjonspsykologi og kognitiv psykologi som en samlebetegnelse på de mentale prosesser som omfatter utvelgelse og oppfattelse av sanseinformasjon. Oppmerksomhetsfunksjonene kan sies å representere et stadium i informasjonsbearbeidingen som ligger mellom kognisjon og persepsjon, uten noen klar avgrensning til disse funksjonene.

Oppmerksomheten beskrives ofte ved tre dimensjoner: en *selektiv*, en *ekstensiv* og en *intensiv* dimensjon. Selektiv oppmerksomhet går på *hva oppmerksomheten rettes mot*; dvs. hva som er i fokus. Det ekstensive aspektet dreier seg om hvor mange elementer som er i oppmerksomheten samtidig; dette betegnes også som oppmerksomhetsspenn, oppmerksomhetsbredde, eller delt oppmerksomhet. Den tredje dimensjonen, den intensive, går på hvor mye informasjon som tas inn til enhver tid; m.a.o. den samlede informasjonsstrømmen. Begrepet oppmerksomhetsnivå brukes også om dette aspektet.

Disse fenomenene har vært beskrevet v.h.a. en analogi med en lysstråle (Hernández-Peón, 1966; Wachtel, 1967), hvor strålens retning, bredde og intensitet tilsvarer de tre dimensjonene.

### 2.1 Oppmerksomhet som begrenset ressurs

Kapasiteten til å velge ut og bearbeide informasjon er begrenset. Det betyr at intens oppmerksomhet mot ett bestemt aspekt reduserer mulighetene for å ta inn informasjon om andre aspekter. Oppmerksomhet for ytre stimuli konkurrerer også med andre kognitive prosesser om ressurser. Derfor vil også mental belastning i form av problemløsning og annet "tankearbeid" medføre redusert oppmerksomhet. Selv om det er visuell informasjon som er viktigst for bilførere, er oppmerksomhet mot andre sansemodaliteter også av betydning, fordi oppmerksomheten er en felles ressurs. Det betyr at sterk konsentrasjon om auditiv

informasjon (f.eks. musikk eller tale) eller informasjon fra andre modaliteter kan redusere mulighetene for å oppfatte visuell informasjon.

Flere studier har vist at eldre personer har større problemer med å utføre to oppgaver samtidig, sammenlignet med yngre. Slike oppgaver ser ut til å være spesielt vanskelige for eldre dersom begge oppgavene utføres manuelt, til forskjell fra oppgaver hvor en utføres manuelt og en verbalt (Brouwer et al., 1991).

## 2.2 Kontrollert vs. automatisk oppmerksomhet, og forventninger

Registrering av informasjon fra omgivelsene kan skje enten gjennom aktiv søking etter bestemte typer informasjon (kontrollert – eller viljestyrt – oppmerksomhet), eller ved at visse stimuli uvilkårlig tiltrekker seg oppmerksomheten (automatisk oppmerksomhet). Dette skillet, som bl.a. er beskrevet og drøftet grundig av Luria (1973), er viktig i denne forbindelse med tanke på mulighetene for å påvirke trafikantenes oppmerksomhet. Når det gjelder spørsmålet om hvilke stimuli som automatisk tiltrekker seg oppmerksomheten (og fører til en såkalt *orienteringsreaksjon*), peker Luria spesielt på intense eller på annen måte biologisk signifikante stimuli. Berlyne (1967) nevner bl.a. nyhet, overraskelse, kompleksitet, intensitet, farge som viktige stimulusegenskaper; og dessuten stimuli som har signalverdi, dvs. at de gjennom læring er knyttet til en bestemt atferd. Stimuli som innebærer en responskonflikt vil også lettere utløse en orienteringsreaksjon.

En lignende tilnærming er Theeuwes' (1991) skille mellom "endogenous" ("top-down") og "exogenous" ("data-driven") kontroll når det gjelder seleksjon av visuell informasjon. "Data-driven" vil si at det er egenskaper ved stimuli som styrer oppmerksomheten, dvs. at visse stimuli tiltrekker seg oppmerksomhet uten at personen søker etter dem. "Top-down" prosessering innebærer derimot en søking etter informasjon ut fra et informasjonsbehov hos personen. Bilførerers informasjonsbehov bidrar derfor til å styre oppmerksomheten.

Når det gjelder "top-down" prosessering, har flere forskere påpekt at bilførerers *forventninger* har betydning for bl.a. visuelle søkestrategier. Det er klart dokumentert at visuelle søkestrategier påvirkes av endrede forventninger hos bilførere (Theeuwes og Hagenzieker, 1993). Og i neste omgang vil forventningene ha betydning for beslutningstaking og atferd, f.eks. reaksjonstid, som påpekt av Näätänen og Summala (1976). Når vi kjører bil, søker vi etter informasjon der vi forventer å finne den, og uklar informasjon blir tolket på grunnlag av tidligere erfaring (representert som kognitive skjemaer).

King og Lunenfeld (1971) skiller mellom *a priori* og *ad hoc* forventninger, som er basert henholdsvis på akkumulert erfaring over lang tid og på informasjon knyttet til den aktuelle trafikksituasjonen. Brudd på bilførerers forventninger anses som en hyppig medvirkende årsak til feilhandlinger i trafikken, og dermed til ulykker. Forventninger etableres og modifiseres gjennom konsekvensene av kjøreatferden (Helmers og Åberg, 1978).

Informasjon fra omgivelsene til bilførerne består både av informasjon som er en planlagt del av vegsystemet (skilt, oppmerking, etc), og annen mer tilfeldig informasjon knyttet til vegens omgivelser (og eventuelle utilsiktede forhold knyttet til den planlagte informasjonen). Det er derfor av stor betydning at de elementene i vegsystemet som kan kontrolleres, utformes slik at de tilpasses førernes informasjonsbehov i forhold til stadig skiftende føreroppgaver. Med andre ord, utformingen av vegsystemet må ta sikte på å etablere korrekte forventninger hos bilførerne ved hjelp av både geometrisk utforming, oppmerking og skilting. Alexander og Lunenfeld (1986) har innført begrepet "positive guidance" som et generelt prinsipp for et godt vegsystem med tanke på å tilfredsstille førernes informasjonsbehov. For å evaluere hvorvidt en gitt vegstrekning er utformet i samsvar med dette prinsippet, har de utviklet en metode kalt "Expectancy Analysis and Review", som består av en sjekklister som fylles ut ved befarings av den aktuelle strekningen (Alexander og Lunenfeld, 1986).

Russell (1996) har utviklet en metode basert på *kommenterende kjøring* ("commentary driving") for å evaluere vegstrekninger ut fra de samme prinsippene som Alexander og Lunenfelds (1986) tilnærming bygger på.

### 2.3 Studier av visuell søkeferd

Eldre bruker lengre tid på å søke gjennom et bilde for å finne bestemt informasjon (Maltz og Shinar, 1999). De bruker flere fikseringer og kortere bevegelser av blikket. De bruker en større andel av søketiden på en begrenset del av trafikkbildet, mens de yngre søker jevnere over større deler. De eldre går også flere ganger tilbake til de samme elementene. Forfatterne påpeker at eldre har større behov for redundans for å unngå at de går glipp av viktig informasjon.

### 2.4 Aktiveringsnivå og oppmerksomhet

Både oppmerksomhetsnivå og oppmerksomhetsbredde kan påvirkes av individets generelle *aktiveringsnivå*; dvs. hvor individet befinner seg på et kontinuum fra avslappet til anspent, eller fra understimulering til overstimulering. Ved et lavt aktiveringsnivå er oppmerksomhetsnivået lavt, mens bredden er stor; dvs. at en tar inn litt informasjon fra mange kilder på en gang. Med økende oppmerksomhet blir oppmerksomheten mer fokusert og oppmerksomhetsnivået øker. Dette kan bedre informasjonsinntaket opp til et visst nivå, men dersom aktiveringsnivået blir svært høyt, blir oppmerksomheten sterkt fokusert ("narrowing of attention"), slik at en kan få problemer med å ta inn all relevant informasjon i komplekse situasjoner.

Dette kan være en mulig forklaring på den omvendte U-sammenhengen mellom aktiveringsnivå og prestasjon. Denne innebærer at det er et *optimalt aktiveringsnivå* for en gitt oppgave. Prestasjonen vil bli dårligere både dersom aktiveringen øker over det optimale nivået, eller reduseres til et nivå under det optimale. Det synes også å være slik at det optimale aktiveringsnivået er høyere for en enkel enn for en vanskelig oppgave (Yerkes-Dodsons lov). Vanligvis vil

bilførere befinne seg på den nedre halvdel av aktiveringskurven; dvs. på den delen av kurven hvor informasjonsinntaket øker med økende aktivering. I disse tilfellene vil et tiltak som medfører forenkling av kjøringens vanskelighetsgrad eller informasjonsmengde kunne føre til redusert aktivering og dermed dårligere oppmerksomhet (Mahalel og Szternfeld, 1986). I en situasjon med overstimulering vil derimot et forenklingstiltak føre til bedre oppmerksomhet. Det er altså spørsmål om å utforme trafikkmiljøet slik at det gir en optimal vanskelighetsgrad eller stimuleringsmengde.

### **3 Oppmerksomhet og ulykkesrisiko**

At oppmerksomhet har sammenheng med ulykkesrisiko er kanskje selvsagt, men det kan likevel være nyttig å se litt på hva som finnes av forskningsmessig belegg for dette.

#### **3.1 Analyser av ulykkesrapporter**

Det finnes flere undersøkelser hvor en på grunnlag av data fra dybdestudier av et større antall ulykker har påvist at uoppmerksomhet i en eller annen forstand er en hyppig forekommende årsaksfaktorer. Treat (1980) fant at en eller annen form for feiloppfattelse ("recognition error") var sikker årsaksfaktor i rundt 40% av ulykkene. De viktigste kategoriene av feil var "improper lookout" (18%), "inattention" (10%) og "internal distraction" (6%).

Tilsvarende resultater er rapportert også av Karttunen og Häkkinen (1986), som fant at 40% av ulykkene hadde "perception errors" som direkte årsak.

#### **3.2 Individuelle forskjeller**

Flere undersøkelser har vist forskjeller mellom erfarne og uerfarne førere når det gjelder visuelt fikseringsmønster under bilkjøring (f.eks. (Miura, 1992b; 1992a). Uerfarne førere ser oftere nær bilen og på vegkanten, mens mer erfarne førere fester blikket lengre fram. Dette tyder på at oppmerksomheten rettes mot forskjellige aspekter ved trafikkbildet. En rimelig hypotese vil være at uerfarne førere vil trenge mer tid før de oppfatter endringer i trafikkbildet. Dette kan være en medvirkende forklaring på de sammenhenger som er påvist mellom kjøree erfaring og ulykkesrisiko.

Det er videre påvist at psykologiske tester som måler oppmerksomhet kan predikere ulykkesrisiko. En rekke studier har vist signifikante sammenhenger mellom ulykkesrisiko og ulike tester på både visuell og auditiv selektiv oppmerksomhet (Kahneman og Ben-Ishai, 1973; Mihal og Barrett, 1976; Arthur et al., 1991; Arthur og Doverspike, 1992; Avolio et al., 1985). Det kan kanskje synes overraskende at en finner sammenheng med auditiv oppmerksomhet, siden det er visuell informasjon som er det primære i forhold til bilkjøring. Imidlertid

kan det tenkes at de aktuelle testene på auditiv oppmerksomhet måler relativt generelle kognitive prosesser som er uavhengige av sansemodalitet.

#### **4 ”Useful field of view” – UFOV**

Den mest omfattende forskningen som knytter individuelle forskjeller i oppmerksomhet til ulykkesrisiko og kjøreferdighet har dreid seg om måling av såkalt ”useful field of view” (UFOV). UFOV ble opprinnelig definert som det området av synsfeltet som en kan oppfatte informasjon fra i løpet av en fiksering, slik det ble målt ved en bestemt PC-basert test. Den første testen målte oppfattelse av stimuli i ulike avstander fra fikseringspunktet for å finne yttergrensene av UFOV. Senere ble testen endret slik at en måler tiden som trengs for å oppfatte stimuleringer i en gitt vinkel (ca. 15 grader ) fra fikseringspunktet. UFOV-testen har vært benyttet i flere undersøkelser av oppmerksomhet spesielt hos eldre bilførere. Siden begrepet UFOV er godt etablert i forskningslitteraturen, vil vi benytte dette begrepet her også, i mangel av en god norsk oversettelse. (Mulige oversettelser kan være ”funksjonelt synsfelt” eller ”effektivt synsfelt”.) UFOV-testen består av tre deltester som måler flere ulike aspekter ved oppmerksomhet, både hvor raskt en oppfatter informasjon (*persepsjonshastighet*), evne til å oppfatte informasjon perifert i synsfeltet samtidig som en fokuserer på en oppgave sentralt i synsfeltet (*delt oppmerksomhet*), og evne til å skille mellom relevant og irrelevant informasjon perifert i synsfeltet, også samtidig som en fokuserer på den sentrale oppgaven (både *delt* og *selektiv oppmerksomhet*.) Flere studier har vist signifikante sammenhenger med ulykkeinnblanding blant eldre førere (Ball et al., 1998; Ball og Owsley, 1994; Ball og Owsley, 1991; Ball et al., 1993; McGwin et al., 1998; Owsley et al., 1991; Owsley et al., 1998).

Det har vært reist som en innvending mot de nevnte studiene at de har vært utført av den samme forskergruppen som har utviklet testen til et kommersielt produkt. Imidlertid har det senere kommet uavhengige studier som i hovedsak støtter de opprinnelige resultatene. Blant annet har TØI gjort en undersøkelse som viser at UFOV-testen skiller godt mellom førere som består vs. ikke består en kjøretest på en trafikkstasjon (Ulleberg og Sagberg, 2003). Av 77 førere over 70 år var det 10 som fikk dårligste mulige skåre (500 millisekunder) på den vanskeligste deltesten; dvs. at et halvt sekund ikke var tilstrekkelig tid til at de kunne oppdage en stimulus 15 grader til side for fikseringspunktet. Av disse 10 var det for øvrig 9 som ikke bestod kjøretesten.

#### **5 Oppmerksomhet og aldring**

Prestasjonene på UFOV-testen reduseres med høy alder. En test som også måler delt oppmerksomhet mellom sentrale og perifere stimuli – ”Attentional visual field test” – har vist sterkt redusert oppmerksomhetsfelt hos eldre (Brabyn et al., 2001). En fordel med den sistnevnte testen framfor UFOV er at den måler størrelsen på det effektive synsfeltet (langs 5 ulike meridianer). Personer over 85 år oppfatter informasjon bare halvparten så langt ut fra fikseringspunktet som

personer under 65 år. Imidlertid fanger ikke denne testen opp selektiv oppmerksomhet slik UFOV gjør.

Eldre har redusert evne til rask lokalisering av de mest relevante stimuli i trafikkbildet, og til raskt å skifte oppmerksomhetsfokus (delt oppmerksomhet), målt ved "dual task"-oppgaver (se (se Staplin et al., 2001 s. 40), s. 40

Eldre reagerer langsommere enn yngre på *uventede stimuli*, og har vanskeligere for å skifte fra automatisk til kontrollert informasjonsprosessering. De bruker derfor automatiserte atferdsmønstre i forhold til nye og uvante situasjoner, og gjør derfor oftere feil (se Staplin et al. 2001, s. 53)

Eldre distraheres lettere av irrelevante stimuli (se Staplin et al. 2001, s. 54)

## **6 Oppmerksomhet som dimensjoneringsgrunnlag**

Selv om det er signifikante sammenhenger mellom ulike aspekter av oppmerksomhet og risiko for ulykkesinnblanding, er det vanskelig å spesifisere dimensjonerende verdier av disse variablene, med tanke på utforming av veisystemet. Med mer kunnskap bl.a. om hvordan UFOV fordeler seg blant førerpopulasjonen burde det være mulig å spesifisere en maksimal synsvinkel for plassering av informasjon. En generell anbefaling er likevel å plassere informasjon slik at den kommer så sentralt som mulig i synsfeltet. Når det gjelder f.eks. skilt, er det viktig at teksten er så stor at den kan leses på lang avstand, mens skiltet ennå er sentralt i synsfeltet. (Et skilt i en gitt avstand fra veien vil selvsagt nærme seg periferien av synsfeltet etter hvert som bilen nærmer seg skiltet.) Dette er viktigere jo mer komplisert trafikkmiljøet er, fordi en må regne med at det funksjonelle synsfeltet reduseres når den mentale belastningen (og dermed det fysiologiske aktiveringsnivået) øker.

Økt leseavstand til skilt – og dermed lengre tidsintervall hvor skiltet er lesbart – vil også bidra til å redusere risikoen for at skiltet overses på grunn av distraksjon. De fleste distraksjonskilder medfører at blikket fjernes fra veien for en relativt kort periode, og jo lengre en gitt informasjonskilde er tilgjengelig, desto mindre er risikoen for at den overses om blikket tas bort fra trafikken kort stund.

En utfordring er at skiltene nødvendigvis blir større dersom leseavstanden økes, og risikoen for at de hindrer sikt til annen informasjon må vurderes. Økt bruk av overhengende skilt kan være en måte å unngå dette på, da disse hindrer sikten i mindre grad, f.eks. til trafikk på kryssende vei.

## **7 Sammendrag av forskningsrapporter og artikler**

Her følger korte sammendrag/konklusjoner fra utvalgte artikler og rapporter om oppmerksomhet og distraksjon blant bilførere, i kronologisk rekkefølge.

### **Gordon (1966): Experimental isolation of the driver's visual input**

Kjøring med begrenset perifer visuell input (se gjennom et hull) viste at førerne stort sett fokuserer på midtlinje eller kantlinje under kjøring på landevei.

### **Mourant et al. (1969): Drivers' eye movements and visual workload**

Denne studien sammenlignet betydningen av kjennskap til veien for fiksering av blikket ved kjøring med og uten forankjørende bil ("open driving" vs. "car-following").

- "Open driving": Blikket ble mer konsentrert om et mindre område etter hvert som kjennskapet til veien økte, og samtidig forflyttet hovedtyngden av fikseringene seg nedover og mot venstre.
- "Car following": Også under denne betingelsen førte kjennskap til veien til mer kompakt fordeling av fikseringene, men ingen endring i lokalisering.

### **Ball & Owsley (1991, 1994): Validiteten av UFOV-testen ("useful field of view")**

Det er gjort flere undersøkelser av sammenhengen mellom føreres UFOV-resultat og trafikkulykker. Ball og Owsley (1991) undersøkte ulike faktorer som øyesykdom, mental status, visuelle funksjoner og UFOV-prestasjonene hos 52 eldre førere. Disse faktorene ble sammenholdt med antall ulykker førerne hadde hatt. Av alle faktorene var det UFOV som hadde sterkest sammenheng med ulykker.

Førerne ble delt i to grupper ut fra prestasjonen på UFOV-testen kunne en dele førere i to grupper. Av førere med ulykker var det 92 % som kom i den dårligste gruppe på UFOV, mens det for førere uten ulykker var 35 %. UFOV-testen synes dermed å ha en god evne til "oppdage" førere med ulykker, men predikerer feilaktig ulykker blant en stor del av førerne uten ulykker.

En liknende undersøkelse men med et større utvalg eldre førere ble gjennomført av Ball og Owsley (1994). Også her ble øyenes helsetilstand, visuelle funksjoner, mental helse og UFOV-prestasjonene målt. Undersøkelsen besto av en retrospektiv og en prospektiv del. I den retrospektive delen deltok 294 førere, og her ble de ulike faktorene sammenliknet med ulykker med skyld i de 5 forutgående årene. I den prospektive delen deltok 223 førere og her ble faktorene sammenliknet med ulykker med skyld i de 3 påfølgende årene. I både den retro- og prospektive delen var det UFOV som hadde den sterkeste sammenhengen med ulykker.

### **Staplin et al. (1997): Synthesis of Human Factors research on older drivers and highway safety.**



Dette er en omfattende oversikt over forskning på veiutformingens betydning for eldre bilføreres kjøreatferd og problemer i trafikken, med mange relevante referanser.

### **Schieber (1998): Night-time conspicuity of highway signs as a function of sign brightness, background complexity and age of observer**

Det ble gjennomført en eksperimentell undersøkelse av oppfattelse av skilt på bilder av trafikkmiljø i mørke med varierende kompleksitet (tre ulike nivåer). Det ble benyttet skilt med to ulike luminansnivåer. Bildene ble eksponert i 250 ms, og observatøren skulle identifisere skiltets plassering (høyre vs. venstre). Skilt med høy luminans ble oppfattet raskere og riktigere når trafikkmiljøet var komplekst, mens det ikke var noen forskjell i effekten av luminans når kompleksiteten var lav.

### **Schieber (1999): Highway research to enhance the safety and mobility of older road users.**

Denne rapporten drøfter virkninger av aldring og gir anbefalinger om veiutforming, skilting og oppmerking ut fra eldre føreres forutsetninger.

### **Assum et al. (1999): Risk compensation – the case of road lighting.**

Bilister er mindre konsentrert om kjøringen når de kjører på en vei med belysning enn når de kjører i mørke. Dette er indikert ved større variasjon i sideplassering med vegbelysning.

### **Maltz & Shinar (1999): Eye movements of younger and older drivers.**

I to eksperimentelle sammenligninger mellom unge (gjennomsnittsalder 26 år) og eldre (gjennomsnittsalder 66 år) ble øyebevegelser målt mens testpersonene søkte etter informasjon på bilder av trafikksituasjoner. Resultatene viste at eldre bruker lengre tid på å søke gjennom et bilde for å finne en gitt informasjon. De bruker flere fikseringer og kortere sakkader. De bruker en større andel av søketiden på en begrenset del av trafikkbildet, mens de yngre søker jevnere over større deler. De eldre går også flere ganger tilbake til de samme elementene. Lavt antall personer (10) gjør at resultatene må tas med forbehold. Sammenhengene mellom de observerte aldersforskjellene og ulykkesrisiko er dessuten usikre. Forfatterne konkluderer med at eldre har større behov for redundans for å unngå at de går glipp av viktig informasjon.

### **Ho et al (2001): Visual search for traffic signs: The effects of clutter, luminance and aging.**

Forsøkspersoner skulle identifisere om et forhåndsdefinert skilt var til stede i et bilde av en trafikksituasjon. Bildene varierte i kompleksitet. Eldre reagerte langsommere og hadde flere feil.

### **Charlton (2004): Perceptual and attentional effects on drivers' speed selection at curves**

Det ble gjennomført en undersøkelse av oppmerksomhet overfor ulike typer varselstilt for kurve ved ulike typer kurver, med og uten bruk av mobiltelefon. Resultatene viste at når føreren brukte mobiltelefon, var skilt med en sterk perseptuell komponent mest effektive for å påvirke fartstilpasningen i lite krevende kurver. For mer krevende kurver var type skilt av mindre betydning.

### **Erke et al. (2005): Trafikkinformasjon og bilføreres oppmerksomhet**

En undersøkelse av kjørefart og bremsing ved en tavle med variabel tekst (VMS) viste at bilistene senket farten, og noen bremsset, når det var tekst på tavla. Dette tyder på at det kan oppstå farlige situasjoner dersom informasjonspresentasjon ikke er tilpasset begrensingene i bilførernes oppmerksomhetskapasitet.

## **8 Litteraturreferanser**

- Alexander, G.J. and Lunenfeld, H., 1986. Driver expectancy in highway design and traffic operations. Report FHWA-TO-86-1. Washington, DC: U.S. Dept. of Transportation.
- Arthur, W., Barrett, G.V., Alexander, R.A., 1991. Prediction of vehicular accident involvement: A meta-analysis. *Human Performance* 4(2), 89-105.
- Arthur, W., Doverspike, D., 1992. Locus of control and auditory selective attention as predictors of driving accident involvement: A comparative longitudinal investigation. *Journal of Safety Research* 23(2), 73-80.
- Ball, K., Owsley, C., 1991. Identifying correlates of accident involvement for the older driver. *Human Factors* 33(5), 583-595.
- Ball, K., Owsley, C., 1994. Predicting vehicle crashes in the elderly: Who is at risk? In: Johansson, K. og Lundberg, C. Proceedings of symposium, Stockholm, September 24, 1994, 115-127. Stockholm: Karolinska institutet.
- Ball, K., Owsley, C., Sloane, M.E., Roenker, D.L., Bruni, J.R., 1993. Visual attention problems as a predictor of vehicle crashes in older drivers. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 34(11), 3110-3123.
- Ball, K., Owsley, C., Stalvey, B., Roenker, D.L., Sloane, M.E., Graves, M., 1998. Driving avoidance and functional impairment in older drivers. *Accident Analysis and Prevention* 30(3), 313-322.
- Berlyne, D.E., 1967. Arousal and reinforcement. *Nebraska Symposium on Motivation* 15, 1-110.
- Brabyn, J., Schneck, M., Haegerstrom-Portnoy, G., Lott, L., 2001. The Smith-Kettlewell Institute (SKI) longitudinal study of vision function and its impact among the elderly: An overview. *Optometry and Vision Science* 78(5), 264-269.
- Brouwer, W.H., Waterink, W., van Wolffelaar, P.C., Rothengatter, T., 1991. Divided attention in experienced young and older drivers: Lane tracking and visual analysis in a dynamic driving simulator. *Human Factors* 33(5), 573-582.

- Charlton, S.G., 2004. Perceptual and attentional effects on drivers' speed selection at curves. *Accident Analysis and Prevention* 36(5), 877-884.
- Erke, A., Hagman, R., Sagberg, F., 2005. Trafikkinformasjon og bilføreres oppmerksomhet. En undersøkelse av hvordan tavler med variabel tekst påvirker kjøreatferd. TØI rapport 799. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Helmers, G. and Åberg, L., 1978. Förarbeteende i gatukorsningar i relation till företrädesregler och vägutformning. VTI rapport 167. Linköping: Väg- och transportforskningsinstitutet.
- Hernández-Peón, R., 1966. Physiological mechanisms in attention. In: Russel, R.H. *Frontiers in Psychological Psychology*, 121-147. N.Y.: Academic Press.
- Ho, G., Scialfa, C.T., Caird, J.K., Graw, T., 2001. Visual search for traffic signs: The effects of clutter, luminance, and aging. *Human Factors* 43(2), 194-207.
- Hutton, J.T., Nagel, J.A., Lowenson, R.B., 1983. Variables affecting eye tracking performance. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* 56
- Kahneman, D., Ben-Ishai, R., 1973. Relation of a test of attention to road accidents. *Journal of Applied Psychology* 58(1), 113-115.
- King, G.F. and Lunenfeld, H., 1971. Development of information requirements and transmission techniques for highway users. NCHRP Report 123. Washington, D.C.: Highway Research Board.
- Luria, A.R., 1973. *The working brain*. N.Y.: Basic Books.
- Mahalel, D., Szternfeld, Z., 1986. Safety improvements and driver perception. *Accident Analysis and Prevention* 18(1), 37-42.
- Maltz, M., Shinar, D., 1999. Eye movements of younger and older drivers. *Human Factors* 41(1), 15-25.
- McGwin, G., Owsley, C., Ball, K., 1998. Identifying crash involvement among older drivers: Agreement between self-report and state records. *Accident Analysis and Prevention* 30(6), 781-791.
- Mihal, W.L., Barrett, G.V., 1976. Individual differences in perceptual information processing and their relation to automobile accident involvement. *J.Appl.Psychol.* 61(2), 229-233.
- Miura, T., 1992b. Some issues on visual information acquisition and attention in driving. *IATSS Research* 16(1), 7-8.
- Miura, T., 1992a. Visual search in intersections: An underlying mechanism. *IATSS Research* 16(1), 42-49.
- Mourant, R.R., Rockwell, T.H., Rackoff, N.J., 1969. Drivers' eye movement and visual workload. *Highway Res.Record* 292, 110.
- Näätänen, R. and Summala, H., 1976. *Road-user behavior and traffic accidents*. New York: North-Holland Publishing Company.
- Owsley, C., Ball, K., McGwin, G., Sloane, M.E., Roenker, D.L., White, M.F., Overley, E.T., 1998. Visual processing impairment and risk of motor vehicle crash among older adults. *JAMA-Journal of the American Medical Association* 279(14), 1083-1088.
- Owsley, C., Sloane, M.E., Ball, K., Roenker, D.L., Bruni, J.R., 1991. Visual/cognitive correlates of vehicle accidents in older drivers. *Psychology and Aging* 6(3), 403-415.

- Russell, E.R., 1996. A simple tool to evaluate low-volume roads incorporating the principles of driver expectancy and positive guidance. PTRC European Transport Forum : PTRC Education and Research Services Ltd. 2-9-0096.
- Schieber, F., 1998. Optimizing the legibility of symbol highway signs. In: Gale, A.G. Vision in vehicles - VI, 163-170. Amsterdam: North-Holland.
- Schieber, F., 1999. Highway research to enhance the safety and mobility of older road users. Conference on "Transportation in an Aging Society - A Decade of Experience" Washington: Transportation Research Board.
- Staplin, L., Gish, K.W., Decina, L.E., Lococo, K.H., Harkey, D.L., Tarawneh, M.S., Lyles, R., Mace, D., Garvey, P., 1997. Synthesis of Human Factors research on older drivers and highway safety. Volume I: Older drivers research synthesis. Report FHWA-RD-97-094. Springfield, VA: National Technical Information Service (NTIS).
- Staplin, L., Lococo, K., Byington, S., Harkey, D., 2001. Guidelines and recommendations to accommodate older drivers and pedestrians. FHWA-RD-01-051. McLean, VA: U.S. Department of Transportation.
- Theeuwes, J., 1991. Visual selection: Exogenous and endogenous control. In: Gale, A.G. Vision in Vehicles III, 53-61. Amsterdam: North-Holland.
- Theeuwes, J., Hagenzieker, M.P., 1993. Visual search of traffic scenes: On the effect of location expectations. In: Gale, A.G. Vision in Vehicles - IV London: Elsevier.
- Treat, J.R., 1980. A study of precrash factors involved in traffic accidents. HSRI Research Review 10(6), 1-35.
- Ulleberg, P. and Sagberg, F., 2003. Syn og kognitiv funksjon blant bilførere over 70 år. Betydning for kjøreferdighet. TØI rapport 668. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Wachtel, P.L., 1967. Conceptions of broad and narrow attention. Psychological Bulletin 68(6), 417-429.