

Sammendrag:

Påvirkning av bilførere gjennom utforming av vegsystemet

Denne rapporten sammenfatter et prosjekt om hvordan vegsystemet best mulig kan tilpasses bilføreres forutsetninger når det gjelder oppfattelse og bearbeiding av informasjon. Prosjektet er gjennomført av Transportøkonomisk institutt på oppdrag fra Vägverket i Sverige. Nasjonal og internasjonal forskningslitteratur innenfor følgende fem temaområder er gjennomgått:

- atferdsvitenskapelig teorigrunnlag for forståelse av samspillet mellom bilførere og vegsystem
- sammenhenger mellom vegutforming og kjørehastighet
- utforming av informasjon med sikte på å hindre kjøring mot kjøreretningen, spesielt på motorveger
- optimal presentasjon av vegvisningsinformasjon
- tilpasning av vegsystemet til eldre bilføreres forutsetninger.

Rapporten bygger på fem arbeidsdokumenter med mer detaljert gjennomgang av hvert av de fem temaområdene. I tillegg består dokumentasjonen fra prosjektet av en egen litteraturlitebase med vel 250 referanser. Basen er tilgjengelig for brukere av Reference Manager © etter avtale med Vägverket eller TØI.

Teoretisk bakgrunn

Førerfeil som fører til ulykker, skyldes i stor grad manglende eller feilaktig oppfattelse av informasjon fra omgivelsene. Vegsystemet må derfor utformes ut fra en forståelse av *bilførernes informasjonsbehov*. Informasjonsbehovet er knyttet til kjøreeoppgaver på ulike nivåer. *Strategisk nivå* omfatter overordnede beslutninger (bestemmelsessted, vegvalg, tidspunkt etc.); *taktisk nivå* omfatter beslutninger knyttet til spesifikke trafikksituasjoner; og *operasjonelt nivå* går på de fortløpende tilpasninger av hastighet og posisjon.

Oppmerksomhetskapasiteten er begrenset; derfor må en tilstrebe at viktig informasjon presenteres slik at den lett oppfattes. Eksempelvis skal vegvisningsinformasjon (strategisk nivå) ikke presenteres der det er sannsynlig at førerne må ta viktige beslutninger på taktisk eller operasjonelt nivå, slik det kan være tilfelle i kompliserte vegkryss eller andre steder der trafikken ofte er komplisert.

Gjennom erfaring etablerer bilførerne bestemte *forventninger* (f.eks. om vegens forløp) og tilpasser kjøringen til disse. Forventninger kan påvirkes her og nå gjennom skilting og oppmerking. En generell regel er at en skal unngå *forventnings-*

brudd, f.eks. ikke legge en krapp kurve på en veg som ellers bare har slakke kurver. Generelt skal informasjon presenteres der bilistene trenger den.

Erfaring innebærer også at kjøreatferden i stor utstrekning blir *automatisert* og krever liten grad av bevisst oppmerksomhet. Dette baseres på at de fleste situasjoner i trafikken har likhet med situasjoner en tidligere har opplevd, slik at etablerte reaksjonsmønstre (*kognitive skjemaer*) kan benyttes. Kompliserte, overraskende eller ukjente situasjoner krever derimot bevisst oppmerksomhet, og øker den *mentale belastningen* for føreren. Dette øker risikoen for at en går glipp av eller misforstår viktig informasjon og begår feil.

Typiske eksempler på feilhandlinger som kan skyldes uheldig utforming av vegsystemet, er:

- overse eller feiltolke skilt, oppmerking eller lyssignal
- overse eller misforstå vegvisningsinformasjon
- overse andre trafikanter på grunn av sikhindringer
- for høy hastighet inn i en kurve på grunn av feilvurdering av kurvens forløp.

For mye informasjon kan føre til feil på grunn av overstimulering og stress, mens for lite informasjon kan gi ensformighet og monotoni, noe som i sin tur kan føre til trøtthet og dårlig konsentrasjon. En stor utfordring ligger derfor i å utforme både veggeometri, skilting og oppmerking slik at en unngår så vel for høy som for lav stimulering.

Bilførere ønsker stort sett å komme rimelig raskt fram. Tiltak som gjør at en føler seg tryggere, eller som gjør det lettere å kjøre, kan derfor føre til at en kjører fortere eller mindre konsentrert (såkalt *risikokompensasjon*). Dette må en ta hensyn til når en skal utforme vegsystemet med tanke på å øke sikkerheten.

Vegutforming og hastighet

Kjørehastigheten bestemmes både av hastighetspersepsjonen og av vurderingen av hva som er akseptabel eller ”riktig” hastighet. Flere undersøkelser har dokumentert en sammenheng mellom mental belastning og kjørehastighet; hastighets-tilpasningen brukes tilsynelatende for å holde den mentale belastningen på et akseptabelt nivå.

Persepsjonen av egen bevegelsehastighet bestemmes bl.a. av *relativ bevegelse* av objekter i synsfeltet i forhold til hverandre (*optisk ekspansjon* og *bevegelsesparallaxe*). Vegens omgivelser, bl.a. avstanden til objekter ved siden av vegen antas også å påvirke hastighetsfølelsen.

De fleste bilførere *underestimerer* kjørehastigheten, og underestimeringen synes å være størst ved lave hastigheter dersom en også har akustiske stimuli (vegstøy, motordur). Uten akustiske stimuli undervurderes hastigheten mest ved høye hastigheter.

Flere konkrete elementer ved vegutformingen har klart vist seg å føre til *økt* hastighet.

- *Kantlinjer* fører til høyere hastighet, trolig på grunn av at kjøringen blir mindre mentalt belastende.
- *Midtlinje* ser ut til å føre til høyere hastighet på smale veger (4 – 4,5 m), mens det ikke er påvist noen effekt på brede veger. Dette samsvarer med ulykkestudier som viser økt risiko med midtlinje på smale veger, og redusert risiko på brede veger. Disse sammenhengene kan muligens forklares av at midtlinjen reduserer førernes usikkerhet om hvor midten av vegbanen er. Det er vist at det kjøres nærmere midten på smale veger med midtlinje enn uten, noe som kan bidra til ulykker.
- *Forsterket informasjon om linjeføring i mørke* (f.eks. reflekterende kantstolper og kantlinjer) fører til økt hastighet; slike tiltak kan dessuten føre til flere ulykker.
- *Vegbelysning* fører også til høyere hastighet i mørke, men reduserer samtidig ulykkesrisikoen.

Andre tiltak eller elementer ved vegen og dens omgivelsene kan bidra til *lavere* hastighet.

- *Redusert vegbredde* fører til hastighetsreduksjoner på inntil ca. 3 km/t pr. meter redusert vegbredde. Hastighetsendringen pr. meter er større jo smalere vegen er. Redusert bredde på vegskulder fører også til lavere hastighet. Brede kjørefelt (og tilsvarende smalere skulder) på veg med konstant bredde fører til økt hastighet. Disse endringene forklares av at vegen både oppleves tryggere (større avstand til møtende trafikk og til vegkant) og kjøringen mindre anstrengende når kjørearealet blir bredere.
- *Objekter langs vegen* (trær, bygninger, andre hindringer) kan føre til lavere hastighet, særlig på smale veger. Dette kan forklares både av økt hastighetsfølelse på grunn av visuelle holdepunkter og av frykt for å kjøre på eventuelle objekter. Objektene kan dessuten påvirke siktforholdene.
- *Visuelle tiltak (perseptuelle illusjoner)* har vært prøvd ut for å gi økt hastighetsfølelse, eller som kurvaturforsterkende tiltak. Tverrgående striper over vegbanen eller et stykke inn fra kanten av kjørefeltet fører til deselerasjon. Avtagende avstand mellom linjene forventes å forsterke hastighetsfølelsen, og noen undersøkelser tyder på at dette gir større hastighetsreduksjon. ”Wundts illusjon” fører til hastighetsreduksjon, men det er usikkert om det skyldes den forutsatte virkningsmekanismen, nemlig en illusjon av innsnevret kjørefelt.
- *Visuell innsnevring av kjørefeltet* ved hjelp av bredt midtfelt med malte striper er effektivt for å redusere hastigheten på strekninger, særlig i kombinasjon med kantlinje med lav kontrast (for å gi dårligere visuell ledning!).
- *Redusert sikstrekning* fører til hastighetsreduksjon, som forventet ut fra ulike teoretiske betraktninger. Det er her viktig å merke seg at hastighetsreduksjonen ved nedsatt sikt i kurver er ofte utilstrekkelig for å opprettholde sikkerhetsmarginen. Hastighetsreduksjonen i mørke er også utilstrekkelig i forhold til å opprettholde sikkerhetsmarginen.

Resultatene når det gjelder hastighet og ulykkesrisiko i mørke kan forklares av teorien om ”selektiv degradering” av synsfunksjoner: Lav belysning reduserer primært *identifiseringen av objekter* og i mindre grad *romlig orientering*, som er den synsfunksjonen som hastighetstilpasningen i stor grad baseres på.

Elementer der en så langt ikke har funnet noen påvist effekt på hastigheten, er:

- *Profilerte kant- og midtlinjer* påvirker ikke kjørehastighet, men de reduserer antall overskridelser av linjene og øker sikkerheten.
- *Utvidet skravert kantlinje i kurver* har vært benyttet som kurvaturforsterkende tiltak. Effekten på hastighet er usikker – muligens er det en effekt i uoversiktlige kurver.
- *Vegrekkverk* er et tiltak som forventes å påvirke både faregrad og mental belastning (spesielt på smale veger). Imidlertid er virkningene av rekkverk på hastigheten til frittkjørende biler ikke undersøkt systematisk.

For andre elementer er virkningen på hastighet avhengig av detaljutformingen. Det gjelder ikke minst *opplevelsen av kurvatur* – hvor krapp en kurve er – som forventes å påvirke hastigheten inn mot kurven. De viktigste designparametre som antas å påvirke kurvepersepsjonen er

- kurveradius
- kurvinkel (kurvens lengde)
- overgangskurver
- overhøyde og
- siktforhold gjennom kurven.

Hastighetstilpasningen til en kurve er ikke bare en funksjon av den gitte kurven, men også av forventninger etablert ut fra kjøring gjennom tidligere kurver på strekningen. *Konsistent vegdesign* betyr at veggeometrien er i samsvar med trafikantenes forventninger om vegens forløp og hvilken hastighet som er akseptabel. Det betyr også at kurvaturen ikke varierer for mye på en strekning. Et eksempel på lav konsistens er kurver som ser mindre krappe ut enn de faktisk er, og som dermed fører til for høy hastighet etterfulgt av hard nedbremsing.

Konsistens er f. eks. målt ut fra i hvilken grad horisontalkurver har større kurvatur enn gjennomsnittlig kurvatur på forutgående vegstrekning. Stor variasjon i hastighet mellom ulike vegelementer er en annen indikasjon på dårlig konsistens. En har også forsøkt å benytte ulike mål på *mental belastning* hos førerne som indikasjon på konsistens. Jo mer konsistent design, desto mindre variasjon i mental belastning. Det er metodiske problemer forbundet med å måle mental belastning, og det er derfor et behov for videre utprøving av ulike metoder.

Kjøring mot kjøreretningen

Kjøring mot kjøreretningen på motorveger fikk betydelig oppmerksomhet i USA allerede på 60-tallet, i forbindelse med rask utbygging av motorveger. I Europa ble problemet særlig fokusert fra rundt 1980, først i Tyskland og Nederland; senere også i andre land, inkludert de nordiske. Ulykker ved kjøring mot kjøreretning-

en utgjør mindre enn 1% av personskadeulykkene på motorveger, men står for mellom 3 og 6% av antall drepte på motorveger.

Flere undersøkelser har vist at eldre bilførere er overrepresentert i ulykker ved kjøring mot kjøreretningen. Studier fra USA og Tyskland viser at ruspåvirkede førere er overrepresentert i disse ulykkene.

Den hyppigste formen for feilkjøring på motorveg skyldes at bilførere *kjører inn på en avkjøringsrampe for trafikk fra motorvegen*. Denne type feil kan ofte tilbakeføres til uheldig utforming av kryss mellom avkjøringsramper og sideveg, samt dårlig skilting og oppmerking. Det forekommer at bilister kjører mot kjøreretningen etter å ha foretatt *U-sving på motorveg*. De fleste slike tilfeller skyldes trolig at bilistene "glemmer" at de kjører på motorveg; men det finnes også eksempler på bevisst feilkjøring. Dette er det særlig vanskelig å finne effektive tiltak mot. En mindre vanlig feilkjøring er avsvinging fra motorveg mot trafikken på påkjøringsrampe. Dette er trolig bevisste feilhandlinger som er vanskelig å forhindre gjennom tradisjonelle tiltak.

Det er systematiske forskjeller i ulykkesrisiko mellom ulike kryss- og rampeløsninger; problemet forekommer i liten grad i fullstendige kløverbladkryss, fordi de både har spiss vinkel mellom rampe og veg, og har midtdeler der rampen munner ut i annen veg.

Det er mange eksempler på at bedret skilting og oppmerking har redusert problemet; men *ofte er det nødvendig med endret kryssutforming*, spesielt ved komplekse veg- og trafikkforhold, hvor det kan være risiko for å overse skilt og oppmerking. Utformingen må være slik at den inviterer til riktige kjørebegivelser og/eller vanskeliggjør feilaktige bevegelser. Tiltak som kan bidra til dette, er bl.a.:

- *Kontinuerlig* (eller i det minste hyppig) *informasjon om kjøreretning* f.eks. vha piler i vegbanen (eller gul linje langs midtdeleren slik de har i USA) kan trolig være en hjelp for førere som har snudd fordi de har glemt at de kjører på motorveg.
- *Anlegge venstrekurve ved overgang fra tofelts til firefelts veg*, slik at ytterkurven naturlig går over i motorvegen. På denne måten kan vegutformingen bidra til at en naturlig kommer på riktig side av midtdeleren.
- *Ledning av trafikken på på- og avkjøringsramper* mellom motorveg og rasteplasser o.l., slik at det blir "unaturlig" å kjøre ut mot kjøreretningen. I dag er ramper ofte utformet slik at det er lett å kjøre feil om en overser skilt og oppmerking.
- *Sørge for at ramper til/fra motorveg går sammen til en veg med tovegs trafikk før tilknytning til sideveg*, rasteplass, rundkjøring eller lignende. Dette vil redusere antall kryss og dermed forenkle førerens beslutningstaking. Overgangen fra tovegs- til envegstrafikk må da utformes slik at det blir naturlig å kjøre på riktig side av midtdeleren (f.eks. gjennom å legge inn en kurve).
- Ved overgang fra motorveg til tofelts veg med møtende trafikk kan tofeltsvegen forveksles med den ene halvparten av en motorveg. Tydelig utforming, samt *informasjon om kjøreretning* kan forhindre dette.

- *Oversiktlig kryssutforming og/eller ledelinjer gjennom plankryss mellom sideveg og veg med midtdeler kan forebygge at venstresvingende bilister fra sidevegen forveksler midtdeleren med høyre vegkant og kjører på feil side.*
- *Piler i kjørebanelen og skilt der førerne naturlig vil rette blikket, kan motvirke kjøring mot kjøreretningen i by og tettbebyggelse med envegskjørt gater.*

Optimal vegvisning

En spesiell utfordring ligger i å innpasse skilting og oppmerking i en helhet, og ikke bare spesifisere krav til hvert enkelt element. Forskning tyder på at mangelfull *tolkbarhet* er et hyppig problem (dvs. at informasjonen kan misforstås).

Generelle retningslinjer kan ikke dekke alle mulige situasjoner. Tilpassing av skilting og oppmerking til spesielle lokale forhold krever dessuten at det anvendes skjønn basert på en faglig forståelse av bilisters oppfattelse og bearbeiding av informasjon i trafikken. Noen konklusjoner fra de studier som er gjort, er at:

- *Informasjonsmengden bør begrenses* til det som er nødvendig. På hovedveg er det ofte unødvendig å inkludere ”rett fram”-destinasjonen på samme tavle som destinasjoner for sideveger.
- *Tabellvegvisere* synes å gi bedre informasjon når destinasjoner i ulike kjøreretninger plasseres ved siden av hverandre i stedet for i en kolonne.
- *Diagramtavler* gir raskere identifisering av riktig vegvalg sammenlignet med tabellvegvisere.
- *Maksimalt antall stedsnavn* på en tavle bør begrenses. Maksimumsanbefalinger varierer mellom 3 og 6.
- Bruk av *velkjente* forkortelser er hensiktsmessig.
- Det bør være *konsistens mellom plassering og innhold av skilt*; f.eks. at det er samsvar mellom kjøreretning og plassering til høyre vs. venstre.
- Avfarter fra rundkjøring må *skiltes slik at skiltene kan ses mens en er i rundkjøringen*. Piler for venstresving i rundkjøring bør vise at det er en rundkjøring (for å unngå kjøring til venstre for øya).
- Ved *vegvisning i byer og tettsteder* er det særlig viktig å vurdere informasjonsbehov for gjennomgangstrafikk vs. trafikk til lokale reisemål, samt å begrense antallet skilt mest mulig. For gatenavn og husnummer er små skilt, manglende skilt, og uhensiktsmessig plassering et hyppig problem.

Tilpassing av vegsystemet til eldre bilførere

Fra rundt 70-års alder øker gjennomsnittsrisikoen for innblanding i trafikkulykker med alderen. Samtidig øker andelen eldre i trafikken, noe som har medført økende interesse for spørsmål knyttet til trafiksikkerhet for eldre. Utforming av vegsys-

temet slik at eldres risiko reduseres, krever kunnskap om hvilke forutsetninger for sikker bilkjøring det er som eventuelt svekkes med høy alder.

Viktige funksjoner som svekkes med alderen, er:

- Syn og andre sansefunksjoner, men det er bare påvist svake sammenhenger mellom tradisjonelle synstester (synsskarphet) og ulykkesrisiko.
- Kognitive funksjoner, bl.a. oppmerksomhet, og det er påvist klare sammenhenger med ulykkesrisiko. Oppmerksomhetstesten UFOV ("useful field of view"), som måler persepsjonshastighet, delt oppmerksomhet og selektiv oppmerksomhet, viser særlig klar sammenheng med kjøreferdighet og ulykkesrisiko.
- Demens og andre former for kognitiv svikt øker i hyppighet med økende alder, og bidrar trolig til at eldre som gruppe har økt risiko.
- Redusert bevegelighet kan også tenkes å bidra til risikoøkning.

Det har vært hevdet at eldre har vanskeligheter med å oppfatte relevant informasjon mot en kompleks bakgrunn, men forskningsresultatene er litt motstridende. Det er imidlertid vist at eldre førere:

- trenger lengre tid på å lese skilt, og kan derfor få problemer med å orientere seg på ukjente steder,
- har lengre reaksjonstid, noe som betyr at de siktstrekninger som legges til grunn for vegutforming, kan være for korte,
- er overrepresentert ved ulykker i kryss, spesielt ved venstresving. Dette kan ha sammenheng med dårligere dybde- og bevegelsespersepsjon, som er viktig bl.a. for vurdering av avstand til møtende trafikk. Det kan også henge sammen med at de lettere overser skilt, f.eks. stopp eller vikeplikt.

For å bedre synlighet og lesbarhet av informasjon har en bl.a. foreslått:

- større tekst på skilt
- høyere kontrast og/eller refleksjon
- bredere linjer i vegoppmerking
- bedre vedlikehold av skilt og oppmerking
- større trafikklys
- forsterke informasjon gjennom gjentakelser og redundans.

For å lette informasjonsbearbeidningen for eldre bilførere har en bl.a. foreslått:

- separat venstresving-felt
- lengre siktstrekninger
- redusere antall kryss
- erstatte 4-armede kryss med forskjellige T-kryss
- forenkle kompliserte kryss
- fartsdemping på steder med mye informasjon.