



TrafficQuest
CENTRE FOR EXPERTISE ON TRAFFIC MANAGEMENT

TrafficQuest rapport

De ontwerpweggebruiker

*Kenmerken van de weggebruiker en
de relatie met verkeersmanagement*



Colofon

Auteurs	Maartje de Goede (TNO) Richard van der Horst (TNO) Isabel Wilmink Henk Taale
Datum	2 januari 2013
Versie nummer	1.1
Uitgegeven door	TrafficQuest Expertisecentrum Verkeersmanagement Kluyverweg 4 2629 HT DELFT
Informatie	Henk Taale
Telefoon	+31 88 798 24 98
Foto voorkant	Essencia

TrafficQuest is een samenwerkingsverband van

TNO innovation
for life

TUDelft



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

De ontwerp- weggebruiker

Kenmerken van de weggebruiker en
de relatie met verkeersmanagement

2 januari 2013

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	4
2.	Taakniveaus	5
3.	Kenmerken van de weggebruiker	7
3.1.	Waarneming	7
3.2.	Aandacht en informatieverwerking	10
3.3.	Individuele verschillen	13
3.4.	Sociaal-psychologische eigenschappen	16
4.	Methoden en maten om maatregelen te evalueren	18
4.1.	Methoden	18
4.2.	Maten	19
4.3.	Evaluaties in de praktijk	20
5.	Voorbeelden uit de praktijk	21
5.1.	Spitsstrook en Plusstrook	21
5.2.	Automatische Incident Detectie (AID) (lokale filebeveiliging)	23
5.3.	Dynamische en vaste snelheidslimiet	24
5.4.	Werk in uitvoering	26
5.5.	Toerit- en rijbaandosering	28
5.6.	Dynamische route informatie (afstand, reistijd en GRIP)	29
6.	Van gebruiker naar ontwerp	32
7.	Tot slot	34
	Referenties	35

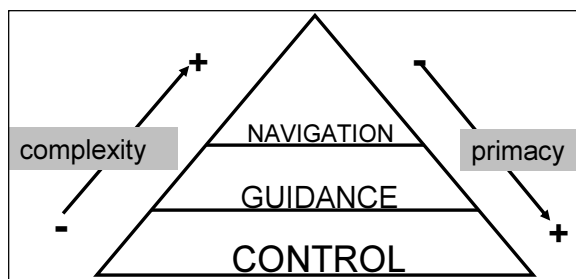
1. Inleiding

Er is een continue behoefte aan transport, maar de capaciteit van het wegennet is beperkt en verkeer brengt risico's met zich mee. Verkeersmanagement is er op gericht om verplaatsingen van personen en goederen zodanig te verdelen over plaats, tijd en locatie, dat de behoefte aan verplaatsing met zomin mogelijk openthoud en de grootst mogelijke veiligheid kan plaatsvinden. Hiertoe worden maatregelen ingezet die als doel hebben de weggebruikers te informeren dan wel in hun gedrag te sturen, zodanig dat de capaciteit van ons wegennet optimaal benut kan worden. Het is echter lang niet altijd duidelijk welke maatregelen precies het gewenste effect zullen hebben op de weggebruiker. Wat begrijpt de weggebruiker, waartoe is hij bereid, en wat kan de weggebruiker met bepaalde informatie? Vanuit het perspectief van de weggebruiker, hebben het wegontwerp en verkeersmanagementmaatregelen een aanzienlijke invloed op de rijtaak. Daarom is het van groot belang weg- en verkeersmaatregelen te ontwerpen vanuit die weggebruiker.

Inzicht in het gedrag, de competenties en de motivaties van de weggebruiker, in interactie met de verkeersomgeving, is dus noodzakelijk voor het ontwerp van effectieve maatregelen. Doel van dit rapport is het opstellen van een raamwerk op basis van cognitief- en sociaal psychologische eigenschappen van 'de weggebruiker', aan de hand waarvan verkeersmanagementmaatregelen kunnen worden ontwikkeld met een optimaal effect. Bovendien wordt beschreven welke vragen nog open staan, en welke kennisontwikkeling nog nodig is om meer inzicht te krijgen in het gedrag van weggebruikers. Ook de evaluatie van maatregelen zal worden besproken. Tenslotte zal het raamwerk worden toegepast op enkele voorbeelden uit de praktijk.

2. Taakniveaus

Een vaak gebruikte onderverdeling van de rijtaak bestaat uit drie hiërarchische niveaus, te weten; het strategisch niveau, het manoeuvre niveau en het regel niveau. Alexander and Lunenfeld (1986) visualiseerde de relaties tussen deze niveaus (zie Figuur 1) Figuur 1: De drie hiërarchische niveaus van de rijtaak (volgens Alexander and Lunenfeld, 1986), hiërarchisch geordend met een toenemende complexiteit van laag naar hoog en een toenemende urgentie van hoog naar laag. Taken op het strategisch (navigation) niveau bestaan uit de planning en het volgen van een route naar een bestemming. Op het manoeuvre (guidance) niveau worden taken uitgevoerd die betrekking hebben op de interactie met zowel de omgeving (wegverloop, verkeersborden, verkeerssignaling etc.) als de andere weggebruikers (inhalen, voorrang geven, stoppen, etc.). Dit taak niveau bevat ook elementen zoals snelheids- en rijstrookkeuze. Op het regel (control) niveau wordt de beweging van het voertuig in longitudinale en laterale richting gemonitord en uitgevoerd.



Figuur 1: De drie hiërarchische niveaus van de rijtaak (volgens Alexander and Lunenfeld, 1986)

Elk niveau vereist een specifieke input aan informatie en de opeenvolgende informatieverwerkingsprocessen van waarnemen, verwerken, beslissen en actie uitvoeren. De complexiteit en urgentie van de verschillende niveaus van de rijtaak verschilt. Routekeuze is relatief complex en vergt veel aandacht van de bestuurder, terwijl activiteiten op het controle niveau het minst complex zijn en minder aandacht vergen. De mate van complexiteit van de verschillende rijtaakniveaus hangt overigens wel af van de ervaring van de bestuurder, zowel met het rijden zelf als met de betreffende rijomgeving. Ook verschillen de rijtaakniveaus in de mate van urgentie. Een plotseling opstekende windvlaag, of een lekke band zullen alle activiteiten op het strategisch niveau onderbreken en alle aandacht zal gaan naar de taken op het controle niveau. De verkeerde route volgen heeft immers minder ernstige consequenties dan het van de weg af raken met het voertuig.

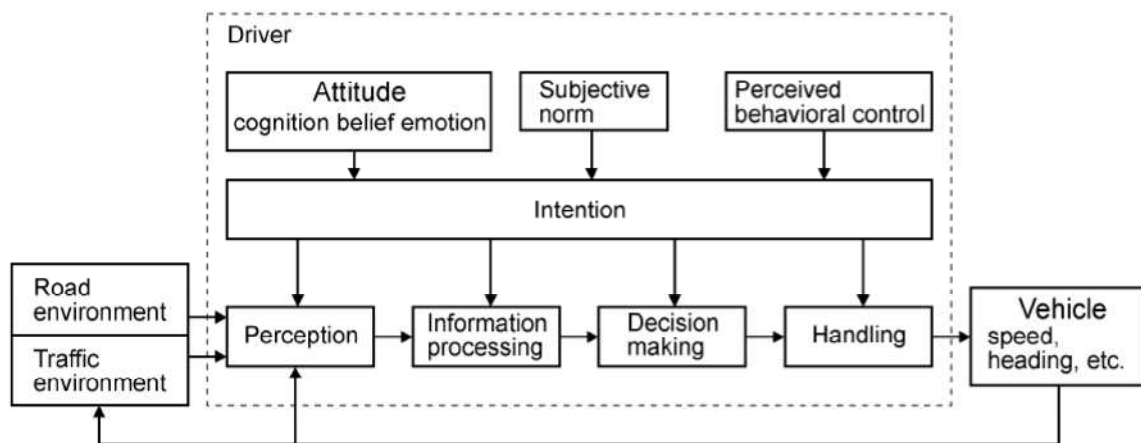
Op elk niveau van de rijtaak vinden de opeenvolgende fasen van informatieverwerking plaats, te weten: waarnemen, verwerken, beslissen en actie ondernemen. Elke fase neemt tijd in beslag, maar de gemiddelde tijd verschilt per fase. Bovendien is de hoeveelheid tijd die elke stap kost afhankelijk van de routine die de bestuurder heeft opgebouwd in bepaalde handelingen. Rasmussen (1985) maakt in de taakuitvoering onderscheid tussen drie niveaus: taken gebaseerd op kennis, regels en vaardigheden. Het kennisniveau behelst taken die betrekking hebben op nieuwe situaties (bijvoorbeeld, het vinden van de juiste route naar een nieuwe bestemming) of op taken die relatief vaak voorkomen, maar waarin de bestuurder nog weinig ervaring heeft opgedaan.

Wanneer een bestuurder meer ervaring heeft met een gegeven situatie, ontstaat na verloop van tijd een soort van 'regel' hoe om te gaan met de betreffende situatie. Herkenning van de situatie leidt dan als het ware automatisch tot het toepasselijke gedrag, zonder dat de bestuurder de situatie exact hoeft te begrijpen. Taken gebaseerd op vaardigheden vinden automatisch plaats en kosten weinig tijd; inkomende informatie resulteert automatisch in het juiste gedrag, zonder enige mentale inspanning (zoals schakelen en sturen).

Het besturen van een gemotoriseerd voertuig is voor veel mensen de meest complexe en risicovolle taak die ze gedurende hun leven uitvoeren. De rijtaak bestaat uit een complexe interactie tussen de weg, de verkeersomgeving, het voertuig en de weggebruiker. Het wegontwerp (inclusief verkeersmanagement) beïnvloedt de taken van de weggebruiker aanzienlijk. Bezien vanuit de weggebruiker is het is daarom van groot belang de weg en verkeersmanagementmaatregelen te ontwerpen en te ontwikkelen vanuit het perspectief van de weggebruiker en de rijtaak. Aangezien bestuurders slechts een beperkte hoeveelheid informatie kunnen verwerken, is het van belang informatie en actie voor de bestuurder op elk niveau zoveel mogelijk van elkaar te scheiden naar plaats en tijd. Dit maakt de interactie met de wegomgeving en het overige verkeer beter te beheersen voor de bestuurder. Bijvoorbeeld: het aangeven van een nieuwe snelheidslimiet dient niet tegelijkertijd plaats te vinden met het aangeven van de te volgen route.

3. Kenmerken van de weggebruiker

Het rijgedrag wordt beïnvloed door talrijke externe factoren, zoals wegeigenschappen, andere weggebruikers, het weer, zichtcondities etc. Om begrip van (en grip op) de effecten van deze externe factoren, zoals verkeersmanagement maatregelen te krijgen, is inzicht in de kenmerken van de weggebruiker noodzakelijk. Een vaak gebruikt gedragsmodel is het Theory of Planned Behaviour Model van Ajzen (1985). Dit model houdt in dat de motivaties van de bestuurder om een bepaald gedrag wel of niet te vertonen voortkomen uit intenties. Intenties worden bepaald door attitudes, subjectieve normen en de waargenomen controle over het gedrag. Behalve sociale gedragscomponenten komt gedrag ook voort uit en is afhankelijk van de cognitieve en fysieke capaciteiten van de mens; waarneming en informatieverwerking. In Figuur 2 (van der Horst, 1998) is een model weergegeven dat al deze kenmerken van de weggebruiker, en de relatie ertussen weergeeft.



Figuur 2: Een model van het rijgedrag (volgens Van der Horst, 1998).

In dit hoofdstuk zullen zowel de belangrijkste menselijke cognitieve processen (waarneming en informatieverwerking) als ook de sociaal psychologische eigenschappen (attitudes en motivaties) van de weggebruiker en verschillende groepen weggebruikers worden beschreven. Ook zullen de implicaties van deze kenmerken voor het ontwerp en de toepassing van verkeersmanagement maatregelen aan de orde komen.

3.1. Waarneming

Visuele perceptie

Visuele perceptie is cruciaal voor het uitvoeren van de rijtaak. Meer dan 90% van de informatie die benodigd is voor het uitvoeren van de rijtaak is visueel van aard (Hills, 1990). De wijze waarop mensen informatie waarnemen en informatie vergaren uit de omgeving komt voort uit typische eigenschappen van onze (visuele) waarneming in interactie met de eigenschappen van de voorhanden zijnde informatiedragers.

Om tijdig en effectief te communiceren met de weggebruiker is het van belang een aantal basale eigenschappen van onze zintuigen in gedachten te houden:

- Alle waarneming is gebaseerd op *absolute waarnemingsdrempels*: de hoeveelheid inkomende energie in onze zintuigen (licht, geluid) moet een minimale intensiteit hebben om waargenomen te kunnen worden. Zintuigen vertonen *adaptatie*: Hoe langer een stimulus met een bepaalde intensiteit wordt gepresenteerd aan een zintuig, hoe geringer de reactie van het zintuig wordt. Adaptatie van de ogen aan het licht of donker (bioscoop) is hiervan een bekend alledaags voorbeeld.
- *Verskil drempels*: Het verschil tussen twee stimuli (bijvoorbeeld, twee kleuren of twee geluiden) moet voldoende groot zijn om waargenomen te worden. Bijvoorbeeld, als je 100 munten in je hand hebt, zal je het verschil in gewicht van 1 extra munt niet waarnemen. Experimenteel kan men vaststellen dat op zijn minst 5 munten moeten worden toegevoegd om het verschil te voelen. Als men echter met 1000 munten start, moeten er 50 munten bijkomen om het verschil te voelen. Het minimaal voelbare verschil is ongeveer 5% (ook wel de Weber fractie genoemd) voor gewicht. Voor elk zintuig verschilt deze fractie.
- *Non-lineariteit*: De relatie tussen de fysieke eigenschappen van een stimulus en de resulterende waarneming is een niet-lineaire relatie. Bijvoorbeeld: wanneer de lichtintensiteit van een lamp wordt verdubbeld resulteert dit erin dat slechts een verhoging van 25% wordt waargenomen.

Wanneer men een boodschap wil communiceren aan de weggebruiker, is het van belang rekening te houden met bovenstaande eigenschappen van onze (visuele) waarneming met betrekking tot lichtintensiteit, contrast en opvallendheid van objecten. *Visuele opvallendheid* kan worden omschreven als de mate waarin een object aandacht trekt van een menselijke waarnemer. Een maat voor visuele opvallendheid is de maximale hoek waaronder een object nog kan worden waargenomen. Hoe groter deze hoek, hoe opvallender een object is (Wertheim, 1986).

Zichtscherpte is een ander aspect dat relevant is tijdens de rijtaak. Het is het vermogen om kleine details waar te nemen en kan gemeten worden aan de hand van verschillende leeskaarten, waarvan Landolt-C de meest gebruikte in Nederland is. Met behulp van deze test wordt de visuele hoek gemeten van het kleinste waarneembare detail (een opening in een zwarte cirkel op een witte achtergrond). De zichtscherpte van de Nederlandse weggebruikers van 18 jaar en ouder heeft een normale verdeling met een gemiddelde hoek van 1.61 minuut met een standaardafwijking van 0.54 minuut. Voor het ontwerp van informatieborden, informatie-elementen, wordt meestal uitgegaan van het 85^e percentiel, om er voor te zorgen dat het zichtbaar is voor de meerderheid van de populatie.

Dynamische zichtscherpte, de mate van zichtscherpte wanneer we in beweging zijn ten opzichte van een ander object, blijkt nog veel relevanter in een verkeersomgeving. Burg (1968) and Shinar (1977) vonden dat dynamische zichtscherpte sterker relateerde aan een ongeval dan statische zichtscherpte. Statische zichtscherpte wordt ook nauwelijks beïnvloed door leeftijd, terwijl dynamische zichtscherpte sterk afneemt naarmate men ouder wordt, een proces dat al plaatsvindt vanaf 40-jarige leeftijd.

Volgens sommigen is contrastgevoeligheid nog belangrijker dan zichtscherpte, aangezien tijdens het rijden het vermogen om grote objecten waar te nemen veel belangrijker is dan het waarnemen van kleine details. Contrast wordt gedefinieerd als de relatieve helderheid tussen aangrenzende objecten. Om een object waar te kunnen nemen, is een minimaal niveau van contrast noodzakelijk, onafhankelijk van de grootte van een object of de hoeveelheid aanwezig licht. Wanneer men tegen de zon in, of in het donker rijdt, kan het contrast als sterk verminderd ervaren worden. Evenals zichtscherpte vermindert ook contrastgevoeligheid met het ouder worden (Kline, Ghali, Kline & Brown, 1990).

Weinig licht en verblindend licht kunnen specifieke problemen opleveren gerelateerd aan het adaptief vermogen van de ogen. Wanneer de hoeveelheid licht plotseling toeneemt (bijvoorbeeld wanneer je 's nachts in de koplampen van een naderende auto kijkt of wanneer je tegen het zonlicht in rijdt) of afneemt (wanneer je een tunnel inrijdt, of wanneer 's avonds een auto met groot licht is gepasseerd), moeten de ogen zich (her)aanpassen aan deze veranderde lichtniveaus. Dit adaptatieproces van licht naar donker en van donker naar licht vergt tijd. De adaptatie van licht naar donker kost meer tijd. Daarom zijn tunnelingangen kritischere locaties dan tunneluitgangen. Zichtscherpte is beduidend minder bij verblindend licht. Bovendien nemen zichtscherpte bij weinig licht en bij verblindend licht significant af vanaf 60-jarige leeftijd (Shinar, 2007).

Terwijl alle bovenstaande maten van het visuele systeem, hoewel niet onbelangrijk, een zwak tot matig verband laten zien met de kans op een ongeval, is het zogenaamde Useful Field of View (UFOV) veel duidelijker gerelateerd aan het aantal ongevallen. The UFOV is een samengestelde maat van de snelheid waarmee men visuele informatie verwerkt (Shinar, 2007):

- zonder afleiding (het onderscheiden van objecten in het centrale gezichtsveld);
- met verdeelde aandacht (een perifeer object moet worden gedetecteerd);
- met selectieve aandacht (detectie van een perifeer object in een rommelige context) .

Deze taken correleren niet alleen met visuele waarneming, maar ook met cognitieve vaardigheden. Ball and Owsely (1993) lieten zien dat met behulp van het UFOV onderscheid kan worden gemaakt tussen bestuurders die betrokken zijn bij ongevallen en bestuurders die dat niet zijn. Dit laat zien dat zowel visuele waarneming als cognitieve vaardigheden van groot belang zijn bij het (veilig) rijden.

Consequenties voor de eigenschappen van informatiedragers

Detectie van een object is, zoals hier boven beschreven, afhankelijk van opvallendheid, contrast, locatie (afstand) en objectgrootte. De detectie afstand (zichtafstand) is de afstand waarop een representatief gedeelte van de bevolking (bijvoorbeeld het 85^e percentiel) de informatiedrager kan detecteren of zien. Uiteraard moet deze afstand wel binnen het zichtbare wegverloop vallen. Een visueel waarneembaar object hoeft echter niet altijd waargenomen te worden of onze aandacht te trekken, als het niet relevant is voor hetgeen waarmee we bezig zijn, of als we afgeleid worden. Voor navigatie en ook verkeerssignalering zijn uniformiteit en continuïteit van de informatiedragers belangrijke aspecten. Uniformiteit in ontwerp, lay-out en plaatsing zorgen ervoor dat bewegwijzering of signaalgevers snel worden herkend of geïdentificeerd.

Een ander aspect is de leesbaarheid. Wanneer er tekst op een informatiedrager staat, moet deze lang genoeg leesbaar zijn. Lange tijd is, gebaseerd op een Brits onderzoek van Odescalchi, Rutley & Christie (1962) de volgende leestijd formule gebruikt (van Norren, 1981):

$$T=N/3 +2 \text{ (in seconden)}$$

waarin T de benodigde leestijd en N het aantal informatieve elementen is. Uitgaande van een bepaalde rijnsnelheid (die bepaalt hoeveel tijd de bestuurder heeft om het bord te lezen), kan men berekenen hoeveel woorden toegestaan zijn op een bord. Dit komt neer op een maximum aantal van 5 à 6 woorden. Alblas & Janssen (1987) en Alblas, Janssen & Buist (1989) onderzochten echter de benodigde leestijd, ervan uitgaande dat wanneer een bestuurder op zoek is naar een bepaalde bestemming het niet noodzakelijk is om alle plaatsnamen op een wegwijzer te lezen, in het geval de bestemming ook daadwerkelijk op de wegwijzer staat. Gemiddeld hoeft men slechts de helft van de plaatsnamen te lezen om de juiste bestemming te detecteren. Op basis van dit onderzoek werd geconcludeerd dat 8 plaatsnamen op een wegwijzer nog acceptabel is. Extrapolatie van deze bevindingen impliceert dat op een snelweg zelfs 10 informatie-elementen (plaatsnamen, woorden of symbolen) nog acceptabel is, aangezien borden boven of naast de weg pas op 50 meter voor het portaal uit het gezichtsveld verdwijnen.

Over het algemeen is het vanwege de relatief lange verwerkingstijd en beperking in bordgrootte, niet raadzaam om bestuurders te bestoken met gedetailleerde tekstuele boodschappen. Waar mogelijk hebben symbolen (iconen) de voorkeur boven tekst, aangezien deze sneller te 'lezen' en te begrijpen zijn. Aan de andere kant kunnen symbolen verkeerd geïnterpreteerd worden. Daarom is het aan te bevelen waar mogelijk (internationaal) gestandaardiseerde symbolen en boodschappen te gebruiken, waarmee weggebruikers bekend zijn.

De grootte van letters en symbolen moet zodanig zijn dat weggebruikers deze tijdig kunnen lezen bij de betreffende ontwerpsnelheid. De leesbaarheid coëfficiënt wordt uitgedrukt in meters per centimeter letterhoogte. Het ANWB E-lettertype heeft een coëfficiënt van 6.2 m/cm, wat inhoudt dat letters op borden op de snelweg met een leesbaarheidsafstand van 220 meter een hoogte van 360 mm (hoofdletters) en 270 mm (kleine letters) moeten hebben (Walraven, Varkevisser & Bijl, 1996). De helderheid van tekst/ symbolen op dynamische borden moet zodanig zijn dat gedurende de dag deze nog leesbaar is bij zonlicht. Gedurende de nacht moet de helderheid van de letters/ symbolen gereduceerd worden om overstraling en overbelichting te voorkomen.

3.2. Aandacht en informatieverwerking

Mens en informatie

Tijdens de rijtaak is de bestuurder continu bezig met het verwerken van informatie. Bij het ontwerpen van wegen en verkeersmaatregelen dienen zowel de drie hiërarchische niveaus van de rijtaak (zie hoofdstuk 2) als ook de verschillende fasen van menselijke informatieverwerking in

beschouwing genomen te worden. Godthelp and Tenkink (1990) hebben een goed overzicht gegeven van voorbeelden van de link tussen informatietypen, wijze van verwerking en mogelijke acties op de verschillende taakniveaus (zie Tabel 1). In het waarnemingsproces reflecteren de stappen in informatieverwerking de eigenschappen van de informatiebron, zoals waarneming, herkenning, leesbaarheid en begrijpelijkheid (zie paragraaf 3.1)

Tabel 1: Voorbeelden van soort informatie, informatie dragers, informatieverwerking en mogelijke acties per taakniveau (Godthelp & Tenkink, 1990).

Taakniveau	Informatie	Informatiedrager	Informatie verwerking	Mogelijke acties
Strategisch	Route	Wegwijzer	Lezen	Afslaan
	Regels	Verkeersborden	Detecteren, herkennen	Remmen, stoppen
Manoeuvre	Obstakels	Verlichting	Detecteren, lokaliseren	Uitwijken, stoppen
	Ander verkeer	Voertuigsignalering	Detecteren, schatten snelheid en positie	Inhalen, afremmen, oversteken
Regel	Wegverloop	Afbakening	Herkennen	Snelheid aanpassen
	Eigen positie	Wegbelijning	Schatten snelheid en positie	Sturen

Mensen kunnen slechts een beperkte hoeveelheid informatie in één keer verwerken. Als een taak meer verwerkingscapaciteit vergt dan waar men over beschikt (of op het betreffende moment over kan beschikken), spreekt men van mentale overbelasting, of een te grote werklust. De grenzen aan onze informatieverwerkingscapaciteit worden duidelijk wanneer een taak veel aandacht vergt. Bijvoorbeeld, wanneer we tijdens het rijden een taak uitvoeren op het kennisniveau (bijvoorbeeld: navigeren in een onbekende stad zonder navigatiesysteem) is onze aandacht vooral gericht op deze taak, waardoor er minder aandacht is voor taken op andere niveaus. Wanneer een onervaren bestuurder bezig is met een complexe taak op het kennisniveau, is de kans groot dat de bestuurder gaat slingeren of langzamer rijden, taken die zich op lagere niveaus bevinden.

In feite kan een mens worden beschouwd als een informatieverwerkingsstelsel dat slechts een beperkte hoeveelheid informatie, uit één informatiekanaal tegelijk, kan verwerken. Men spreekt natuurlijk wel eens van multi-tasking, maar eigenlijk heeft dit betrekking op het snel kunnen switchen tussen taken. Taken die op 'regels' zijn gebaseerd behoeven veel minder tijd en aandacht dan taken op het kennisniveau. Er is dan weinig cognitieve aandacht nodig om het juiste 'programma' te activeren, dat min of meer automatisch wordt 'afgedraaid'. Taken die slechts bestaan uit vaardigheden vergen nauwelijks aandacht, dus deze taken kunnen ook veel gemakkelijker (en veilig) naast andere taken uitgevoerd worden. Wanneer twee taken cognitieve aandacht behoeven en wanneer er bij de uitvoer van de taken gebruik wordt gemaakt van hetzelfde (visuele) informatiekanaal, zullen de taken gaan interfereren. Dit laatste is vaak het geval aangezien het besturen van een voertuig voor 90% gebaseerd is op visuele informatie (Hills, 1980). Dit betekent dat je eigenlijk alleen bewuste aandacht kan besteden aan één taak. De benodigde informatie voor het uitvoeren

ren van rijtaken op één niveau moet dus niet 'wedijveren' met informatie die nodig is voor de uitvoer van een taak op een ander taakniveau, in het geval dat er voor beide taken bewuste aandacht nodig is.

Een belangrijke aanbeveling op basis van deze kennis over informatieverwerking en aandacht is dat men bij het ontwerp van wegen en verkeersmanagementsystemen informatie die nodig is om taken uit te voeren op verschillende taakniveaus, zoveel mogelijk van elkaar moet scheiden, zowel in plaats als in tijd. Bijvoorbeeld, bij een complex knooppunt heeft de bestuurder eerst informatie nodig op het strategisch niveau om te kunnen bepalen of hij actie moet ondernemen op het manoeuvre niveau. Vervolgens moet de bestuurder zich voorbereiden op de juiste actie op het manoeuvre niveau. Tenslotte moet de bestuurder bij het uitvoeren van de actie rekening houden met het overige verkeer en de juiste snelheid aanhouden. Omdat elke stap tijd kost is het van belang dat de informatie in de juiste volgorde en met voldoende tijd om deze te verwerken, aangeboden wordt. De beperkte informatieverwerkingscapaciteit op het kennisniveau van een taak houdt ook in dat afleiding (bijvoorbeeld aandacht schenken aan een niet-rijtaak gerelateerde taak, zoals bellen) kan resulteren in gevaarlijke situaties omdat men relevante informatie mist.

Consequenties voor de eigenschappen van informatiedragers

Aangezien de hoeveelheid informatie die we tegelijkertijd kunnen verwerken beperkt is, is het van belang de weggebruiker van informatie te voorzien die niet verwarrend is of specifieke voorkennis vergt, aangezien dit kan leiden tot onbegrip, het negeren van informatie en een te hoge werklast bij de weggebruiker. Bij het gebruik van de zogenoemde bermGRIPs (Grafisch Route Informatie Panelen) (zie Figuur 3) is het bijvoorbeeld van belang een goede balans te houden tussen wat er technisch mogelijk is en wat de weggebruiker aan informatie kan verwerken. Veelal staat er veel te gedetailleerde informatie op de GRIPs. Bovendien moet de configuratie van het netwerk die wordt gepresenteerd overeenkomen met de mentale representatie van het netwerk dat de weggebruiker heeft. Alle informatie die wordt gegeven is vooral nuttig voor de ter plekke bekende weggebruiker en zorgt vaak voor verwarring en/of afleiding bij de weggebruiker die niet bekend is op de betreffende locatie (Heinen & Sijpersma, 2011).



Figuur 3: Voorbeeld van een GRIP

Een manier om een te hoge werklast bij weggebruikers te voorkomen is het ontwerp van verkeersomgevingen die voorspelbaar en makkelijk herkenbaar zijn. Een bepaalde wegomgeving moet als het ware het juiste gedrag 'uitlokken' en de bestuurder moet gebruik kunnen maken van een welbekend repertoire aan gedragingen. Voor elke wegsituatie moet het duidelijk zijn wat de snel-

heidslimiet is, welke kruisingen men kan verwachten, welke routeinformatie voorhanden is, en welke type weggebruikers voorkomen op de betreffende weg. De verwachtingen die weggebruikers ten aanzien van een bepaald type weg ontwikkelen, is zowel gerelateerd aan het infrastructurele ontwerp als aan het verwachte gedrag van de bestuurder zelf en van ander weggebruikers. Afwijken van bekende gedragspatronen is eigenlijk altijd suboptimaal. Een voorbeeld: In Nederland wordt bij verkeersdrukte, afhankelijk van het tijdstip op de dag, gebruik gemaakt van de vluchtstrook (spitsstrook). Dit is niet in overeenstemming met het normale gedragspatroon van de weggebruiker (niet over de vluchtstrook rijden). Omdat dit bovendien slechts op bepaalde tijdstippen en niet op alle wegen het geval is, is dit een suboptimale situatie en zal dit de werklast bij een aanzienlijk deel van de weggebruikers verhogen.

Ook informatiedragers moeten voldoen aan de verwachtingen van weggebruikers. Herkenning en begrip zijn hierbij van belang. De getoonde informatie moet aansluiten bij of overeenkomen met wegelementen die de weggebruiker al eerder heeft gezien, ervaren. Een informatie element of een boodschap kan opvallend, goed herkenbaar en leesbaar zijn maar toch onbegrijpelijk voor de weggebruiker. De begrijpelijkheid van een boodschap is de kans dat de gebruiker (lezer) de intentie van de boodschapper begrijpt en weet wat er mee gedaan moet worden. Conflicterende informatie of onverwachte informatie kan zorgen voor afleiding, verwarring, langere reactietijden etc. Het geven van verkeerde informatie is vaak erger dan het niet geven van informatie. Niet alleen kwalitatief goede informatie, maar ook herhaling van informatie is van belang, omdat verschillende groepen mensen gebruik maken van verschillende type informatie elementen. Ook is herhaling van belang omdat informatie gemakkelijk gemist kan worden, door bijvoorbeeld afleiding of door afscherming van de informatie door een voorligger.

In Nederland krijgt de weggebruiker meer en meer te maken met dynamische verkeersinformatie en verkeersmanagement maatregelen. Op de meeste snelwegen is reeds lange tijd het AID (Automatische Incident Detectie) systeem in gebruik, dat de weggebruiker waarschuwt voor een naderende file. Deze matrixborden worden nu echter ook voor andere doeleinden gebruikt, bijvoorbeeld het aangeven van een lagere snelheidslimiet op plaatsen met een hoge CO2 uitstoot en een lage luchtkwaliteit. In het geval van een lagere snelheidslimiet op snelwegen die ontworpen zijn voor 120 km/u zijn er allerlei aanvullende maatregelen nodig om aan de weggebruiker te communiceren dat er ander gedrag wordt verwacht van de weggebruiker dan dat met het betreffende type weg automatisch wordt geassocieerd. Het verkeersmanagementsysteem en het wegontwerp moeten daarom zoveel mogelijk met elkaar in overeenstemming zijn. Zo niet, dan vergt het behoorlijk wat inspanning om de weggebruiker duidelijk te maken welk gedrag er wordt verwacht.

3.3. Individuele verschillen

Er bestaat niet één prototype weggebruiker; individuen verschillen in zowel hun cognitieve- als hun sociaal psychologische vaardigheden en eigenschappen. Twee belangrijke factoren bij het verklaren van (on)veilig rijgedrag zijn ervaring en leeftijd.

Ervaring

De wijze waarop een bestuurder de rijtaak uitvoert, hangt sterk af van de mate van rijervaring die de bestuurder heeft. Iemand die bezig is met zijn/haar eerste rijlessen, voert de rijtaak grotendeels uit op het kennisniveau. Er is nog geen sprake van automatismen, en dus vergt de rijtaak veel bewuste cognitieve aandacht. Naarmate de bestuurder meer rijervaring krijgt, verschuift de rijtaak van het kennisniveau meer en meer naar het niveau waarop men gebruik maakt van regels. Het meer automatisch uitvoeren van een taak is vanuit het oogpunt van efficiëntie en effectiviteit uiteraard voordelig. Daarentegen in situaties die een verandering van deze automatische handelingen vergen (bijvoorbeeld het rijden in een automaat als je gewend bent om te rijden in een schakelauto) kunnen deze automatismen leiden tot ernstige fouten. Processen die berusten op vaardigheden zijn moeilijk te onderdrukken en om deze aan te passen vergt extra tijd.

De belangrijkste kenmerken van onervaren bestuurders zijn:

- *Minder ontwikkelde rijvaardigheden*: onervaren bestuurders zijn minder bedreven in het besturen van het voertuig, waardoor ze een hogere mentale werklast ervaren dan ervaren bestuurders bij de rijtaak. Over het algemeen gebruiken ervaren bestuurders hun ervaring met de verkeersomgeving om te anticiperen op wat er waarschijnlijk gaat gebeuren. Dit zorgt voor meer tijd en ruimte om adequaat te reageren op de situatie. Als iets meer routine wordt, vergt het minder mentale inspanning en is de kans op fouten minder groot.
- *Overschatting van de eigen vaardigheden*: onervaren bestuurders hebben de neiging om hun eigen kunnen en hun vaardigheid om fouten te corrigeren te overschatten. Dit komt onder anderen naar voren uit het feit dat het aandeel eenzijdige ongevallen veel hoger is voor jonge bestuurders dan voor oudere bestuurders (Clarke, Ward and Truman, 2002).

Leeftijd

Twee groepen weggebruikers waar speciale aandacht aan geschonken moet worden zijn ouderen en onervaren bestuurders.

Ouderen

Ouderen ervaren specifieke problemen bij de informatieverwerking tijdens het autorijden. Een afname in de hoeveelheid informatie die verwerkt kan worden, een kleiner perifeer gezichtsveld en minder zichtvermogen, kunnen bijvoorbeeld leiden tot problemen in de detectie en inschatting van andermans snelheid. Naast het feit dat ouderen meer tijd nodig hebben om informatie te verwerken, ervaren ouderen ook meer moeite met het zich oriënteren, het vinden van de juiste route. Navigatiesystemen kunnen daarbij ondersteuning bieden, maar dergelijke systemen zorgen ook weer voor cognitieve en visuele afleiding. Over het algemeen hebben ouderen meer moeite om relevante informatie uit het wegbeeld te filteren en de juiste beslissingen te nemen. Hun reactietijd is dan ook meestal langer dan bij jongere weggebruikers. Onderzoek laat zien dat ouderen vaak problemen ervaren in de volgende situaties (processen) (Davidse, 2007):

- Inschatten van de snelheid van medeweggebruikers, met name met welke snelheid ze een kruising naderen (bewegingsperceptie en contrast gevoeligheid).
- Overzicht op andere weggebruikers bij invoegen en wisselen van rijbaan (perifeer zicht en flexibiliteit van hoofd en nek).

- Overzicht op verkeersborden en -signalen (selectieve aandacht)
- De reactietijd neemt toe als de complexiteit van de verkeerssituatie toeneemt (snelheid van informatieverwerking en beslissen, verdeelde aandacht, functioneren onder tijdsdruk).

Ondanks het feit dat deze beperkingen het rijgedrag beïnvloeden, lijken ze niet tot meer ongeval- len te leiden omdat oudere bestuurders vaak hun gedrag aanpassen (bijvoorbeeld afname in snel- heid) om te compenseren voor hun tragere reactievermogen en slechter zicht. Dit compensatiege- drag kan wel effect hebben op de doorstroming of irritatie opwekken bij andere weggebruikers, hetgeen tot onveilige situaties kan leiden. Er is sprake van vergrijzing en ouderen blijven steeds langer mobiel. Hierdoor zal het aantal oudere weggebruikers toenemen. Daarom wordt het nog belangrijker om het wegontwerp en informatievoorzieningen zodanig te ontwerpen dat deze ook veilig en comfortabel zijn voor de oudere weggebruiker; het zogenaamde 'design for all' principe.

Jongeren

Bij jongeren spelen andere aspecten. Naast het gegeven dat jongeren over het algemeen minder rijervaring hebben, ervaren ze vaak een hogere risicodrempel, dat wil zeggen dat de moeilijkheids- graad in de rijtaak die jongeren accepteren hoger ligt. Een subgroep van jongeren neemt opzette- lijk en bewust risico's om daarmee een bepaald imago van superioriteit neer te zetten, hetgeen vaak wordt versterkt of uitgelokt door de sociale omgeving. Geschat wordt dat ongeveer 15% van de mannelijke jonge bestuurders tot deze categorie behoren. Dit gedrag hoort bij hun dagelijkse manier van leven waar ander afwijkend gedrag ook vaak deel van uitmaakt. Deze groep begaat meer en extremere snelheidsovertredingen en vertoont andere vormen van gevaarlijk rijgedrag.

Consequenties voor de eigenschappen van informatiedragers

Bij het ontwerp van wegen, informatie en maatregelen zal men rekening moeten houden met de aanwezigheid van individuele verschillen tussen weggebruikers.

Ouderen zijn gebaat bij een goed gestructureerde weg en een overzichtelijk verkeerssysteem (Theeuwes, van der Horst & Kuiken, 2012). Simões & Marin-Lamellet (2002) benadrukken het belang van de eigenschappen van gegeven informatie, dat wil zeggen de grootte, verlichting van verkeerstekens en - informatie en het voorkomen van verblinding. Ten aanzien van het specifieke probleem van informatie overload, waar zowel ouderen als onervaren weggebruikers relatief meer last van hebben, stelt Fuller (2002) een aantal richtlijnen voor:

- Zorg dat de aandacht van weggebruikers ruim van tevoren wordt gericht op kritische, complexe situaties, bijvoorbeeld door middel van het aanbrengen van profielmarkering.
- Geef duidelijke informatie over welk gedrag er verwacht wordt van de weggebruiker en geef deze informatie ruim van tevoren.
- Gebruik snelheid reducerende maatregelen, zoals drempels, om de snelheid onder controle te houden.
- Help onervaren bestuurders door het beïnvloeden van hun perceptie van de verkeersomgeving, bijvoorbeeld door het creëren van perceptuele illusies van snelheid, zodat ze hun aandacht ni- veau en snelheid aanpassen.
- Voorkom dat belangrijke informatie, die aandacht vergt, te dicht bij elkaar staat en met elkaar concurreert.

3.4. Sociaal-psychologische eigenschappen

Weggebruikers hebben de neiging om verkeersregels te overtreden. Dit gedrag kan zowel onbewust plaatsvinden (een fout) als bewust (overtreding). Dit onderscheid is ook gerelateerd aan het verschil tussen cognitieve-functionele capaciteiten en processen bij de weggebruikers (waarneming, informatieverwerking, geheugenprocessen), en sociaal psychologische processen (motivaties, attitudes en emoties). Dit verschil is relevant ten aanzien van verkeersgedrag, aangezien de onderliggende gedragsprocessen, en dus ook effectieve maatregelen ten aanzien van het overtreden van verkeersregels verschillen. In tegenstelling tot de eerdere hoofdstukken waarin er vooral werd ingegaan op de cognitieve capaciteiten van (verschillende) weggebruikers beschouwen we in deze paragraaf onderliggende overtuigingen en motivaties waarom weggebruikers bewust de regels overtreden.

Motivaties en attitudes

Weggebruikers overtreden bewust de verkeersregels en vertonen risicovol gedrag. Waarom doen ze dit en wat motiveert hen daarin? Weggebruikers zijn intelligente probleemoplossers en hun gedrag is in principe flexibel en adaptief. Hoe dat gedrag wordt aangepast aan de omgeving wordt voor een groot deel bepaald door bepaalde motivaties en attitudes die een weggebruiker heeft ten aanzien van de verkeersomgeving en andere weggebruikers ('ik kan hier makkelijk 100 rijden', 'ik zie helemaal geen file op de hoofdrijbaan, dus rijd ik door rood licht bij de toeritdosering'). Het lastige is dat deze niet direct te observeren zijn. Attitudes hebben betrekking op de gedachten en gevoelens die er voor zorgen dat we ons op een bepaalde manier gedragen. Volgens sociaal-psychologische theorieën is de beste manier om gedrag langdurig te veranderen, de overtuigingen, waarden en attitudes die ten grondslag liggen aan een bepaald gedrag te veranderen.

Emoties

Emoties spelen een belangrijke rol in ons dagelijks leven en zeker ook in het verkeer. Emoties in het verkeer kunnen leiden tot agressief en risicovol rijgedrag (Deffenbacher et al., 2003). Weggebruikers verschillen in de neiging om emoties van boosheid te ervaren in het verkeer. Het is niet duidelijk waarom precies of in welke mate deelname aan het verkeer tot deze emoties leidt, maar 'attributie' speelt hierbij een rol. Dit heeft betrekking op de wijze waarop we andermans gedrag begrijpen en interpreteren. Naast attributie spelen ook hier individuele verschillen een rol. Antisociaal gedrag, agressie en beperkt empathisch vermogen hangen bijvoorbeeld samen met risicovol rijgedrag en snelheidsovertredingen bij jonge chauffeurs. Ook is het waarschijnlijk zo dat wanneer de weg- of verkeersomstandigheden als stressvol worden ervaren en veel vergen van een bestuurder, men andermans gedrag eerder als agressief waarneemt dan in minder complexe omstandigheden (Theeuwes et al., 2012).

Consequenties voor eigenschappen van informatiedragers

Weggebruikers zijn geen rationele informatie verwerkende systemen; hun rijgedrag kan verschillen naar gelang hun gemoedstoestand en de omgeving waarmee ze interacteren. Soms doen weggebruikers simpelweg wat andere weggebruikers doen, soms hebben ze haast of zijn gewoon met andere dingen bezig. Vijandige gevoelens en agressie hebben een (negatieve) invloed op het

rijgedrag. Manieren om het ontstaan van negatieve emoties zo veel mogelijk te beperken, is eenduidig en helder naar de weggebruiker te communiceren, zodat onduidelijke situaties (voor meerdere interpretaties vatbaar) zoveel mogelijk worden voorkomen (Kuiken, 2012). Dit zorgt er ook voor dat weggebruikers de verkeersomgeving als comfortabeler ervaren. Een dergelijke omgeving reduceert mogelijke gevoelens van angst en onzekerheid hetgeen mogelijk een positief effect heeft op de interactie met andere weggebruikers.

4. Methoden en maten om maatregelen te evalueren

In het geval van een goede analyse van het gewenste gedrag en de omgevingsfactoren kan een kansrijke interventie, of maatregel, worden ontworpen. Gedrag is echter complex, hangt van vele (interacterende) (omgevings)factoren af en is aan verandering onderhevig. Elke specifieke situatie kan dus andere (bedoelde en onbedoelde) effecten met zich meebrengen. Daarom is het van belang om een maatregel altijd te evalueren. Niet alleen om het succes van de maatregel te inventariseren, maar ook om meer inzicht te verkrijgen in de effecten van de maatregel op het gedrag en hoe de specifieke context hier invloed op heeft. Dit is waardevol voor de betreffende situatie, maar ook voor de ontwikkelingen van toekomstige maatregelen.

4.1. Methoden

Er zijn uiteenlopende methoden om een maatregel te evalueren, het effect ervan te meten. De keuze voor een methode hangt af van de complexiteit van het vraagstuk en hoe specifiek een maatregel ontworpen is voor de betreffende context. Hoe meer behoefte er is aan specifieke kennis over causale verbanden, hoe belangrijker het is controle te hebben over de vermoedelijk belangrijke variabelen in de evaluatie. Wanneer men bijvoorbeeld graag wilt weten welk effect de breedte van een weg heeft op de laterale positie van weggebruikers, is het van belang situaties met elkaar te vergelijken waarin alleen de breedte van de weg verschilt en waarin andere omgevingsfactoren (zoals ander verkeer) hetzelfde zijn. Een rijgedragsonderzoek in een rijnsimulator, waarin de omgeving en de aanwezigheid van ander verkeer naar wens kan worden vormgegeven, biedt een dergelijke gecontroleerde setting. Voordeel hiervan is ook dat effecten inzichtelijk kunnen worden gemaakt alvorens een maatregel wordt ingevoerd. Aanpassingen van een maatregel zijn dan nog mogelijk. Een nadeel hiervan is uiteraard dat de natuurlijke complexiteit van de omgeving niet in ogenschouw wordt genomen. En deze kan natuurlijk wel allerlei effecten op het gedrag teweegbrengen, waardoor het uiteindelijke effect veel kleiner, groter of zelfs geheel anders dan bedoeld kan zijn.

Wanneer er behoefte is om een maatregel te beschouwen in de context waarin deze is of wordt ingevoerd, kan er een real-life evaluatie plaatsvinden. Dit kan door middel van het observeren (door middel van camera's of tellingen) en het direct meten (door middel van lussen in de weg of in-car devices) van het natuurlijke gedrag van weggebruikers. Een methode die meer en meer wordt toegepast is de zogenaamde FOT (Field Operational Test), waarbij het effect en de acceptatie van veelal ICT maatregelen, wordt gemeten in 20 of meer voertuigen op de weg. Dit levert een grote hoeveelheid aan velddata en inzicht in het daadwerkelijke gebruik en effect van een systeem of maatregel. Buiten het feit dat dergelijke studies vooral worden gebruikt voor de evaluatie van in-car devices, zijn ze omvangrijk wat betreft middelen, tijd en kosten.

Wanneer men effecten van een maatregel in kaart wil brengen, is het wel van belang om een 0-meting (voordat de maatregel is ingevoerd) en een 1-meting (nadat de maatregel is ingevoerd) uit

te voeren. Daarbij zullen dan ook de omgevingsfactoren tijdens de 0-meting en de 1-meting zoveel mogelijk constant gehouden moeten worden (denk hierbij aan seizoen, andere maatregelen op dezelfde locatie, politieke ontwikkelingen etc.). Alleen dan kunnen gevonden effecten ook daadwerkelijk aan de ingevoerde maatregel toegeschreven worden. In de praktijk blijkt het echter vaak lastig om meerdere metingen in vergelijkbare omstandigheden uit te voeren.

Met behulp van modellen kan een schatting worden gemaakt van de omvang van bepaalde effecten. Deze methode is echter niet geschikt om het gedrag zelf inzichtelijk te maken, maar om de grootte van effecten op het gedrag in te schatten. Dit vergt bestaande kennis over effecten op het gedrag van een maatregel en welke factoren daarbij een rol spelen.

4.2. Maten

Naast de keuze voor een methode om een maatregel te evalueren is het ook van belang een of meerdere passende maten van het gedrag te bepalen. Met andere woorden: welke variabelen zijn een goede weergave van het gedrag waarover je meer te weten wil komen? We hebben allemaal wel een idee bij 'gevaarlijk rijgedrag' maar als je dit type gedrag en mogelijke effecten op dit gedrag wil onderzoeken, zul je eerst exact moeten definiëren wat dit gedrag inhoudt en hoe je het meet, ook wel genoemd het 'operationaliseren' van het gedrag. De operationalisatie van bepaald gedrag kan bovendien afhangen van de context waarin je het gedrag wil bestuderen. Maten voor agressief rijgedrag zullen bijvoorbeeld voor een deel anders zijn binnen de bebouwde kom dan op de snelweg.

Gedrag kan op meerdere niveaus worden gemeten. In het geval van rijgedrag zijn we uiteindelijk geïnteresseerd in wat een bestuurder doet, wel rijgedrag hij/zij vertoont op de weg, zoals bijvoorbeeld de snelheid en laterale positie. Interessant kan echter ook zijn welke cognitieve processen hieraan ten grondslag liggen, zoals waarneming, informatie verwerking, afleiding, aandacht. Deze processen hebben invloed op het rijgedrag en kunnen inzicht geven in de achtergrond van bepaald rijgedrag (zie ook hoofdstuk 3). Aangezien we over kennis beschikken over de deze cognitieve processen en de grenzen aan deze capaciteiten, kunnen we door deze processen meetbaar te maken, iets zeggen over de veiligheid/onveiligheid van situaties en handelingen. Leestijden zeggen iets over de snelheid van waarneming van informatie. Door het meten van reactietijden/beslistijden kan inzichtelijk worden gemaakt hoe lang het duurt voordat iemand bepaalde informatie heeft verwerkt. Een andere manier om bijvoorbeeld te meten hoeveel mentale werklast het kost om een bepaalde rijtaak uit te voeren, is door iemand een andere, secundaire cognitieve taak tegelijkertijd te laten uitvoeren. De (afname in) prestatie op deze secundaire taak zegt dan iets over de hoeveelheid mentale werklast die het kost om de rijtaak uit te voeren.

Naast cognitieve maten kunnen er ook fysiologische metingen gedaan worden, zoals hartslag, hormoonbepalingen en EEG-metingen. Dit zegt iets over de lichamelijke reactie van de bestuurder op een situatie of taak, zoals de ervaren stress of vermoeidheid. Dit soort maten kunnen iets zeggen over basale processen die in werking treden bij een bepaalde situatie terwijl dit niet direct

zichtbaar hoeft te zijn in het rijgedrag. Toch is het in sommige gevallen interessant deze fysiologische processen te bekijken, aangezien dit meer inzicht geeft in de oorzaken van bepaald gedrag. Ervaren stress kan bijvoorbeeld een negatief effect hebben op de hoeveelheid informatie die iemand kan verwerken. Ook kan het zo zijn dat pas op langere termijn dergelijke lichamelijke processen invloed hebben op de uitvoering van een taak.

Tenslotte kan een bestuurder simpelweg gevraagd worden hoe een bepaalde situatie of rijtaak ervaren is, aan de hand van een interview of vragenlijst. Nadeel hiervan is dat dit een subjectieve meting is en dus onderhevig is aan eerdere ervaringen, de mate waarin iemand zich bewust is van zijn/haar beleving of gedrag of hoe goed iemand dit onder woorden kan brengen of kan onderscheiden. Bovendien kan de beantwoording van vragen beïnvloed worden door sociaal wenselijk gedrag. Ondanks het feit dat subjectieve metingen vaak een geringe relatie laten zien met het daadwerkelijke (objectief gemeten) gedrag, kan het toch van groot belang zijn om inzicht te hebben in hoe situaties en taken subjectief beleefd worden. Hoe iemand iets beleeft kan namelijk het daadwerkelijke gedrag in bepaalde situaties beïnvloeden. Wanneer bijvoorbeeld een maatregel niet begrepen wordt, of als onzinnig wordt ervaren, kan dit uiteindelijk een nadelig effect hebben op de opvolging ervan.

4.3. Evaluaties in de praktijk

Het is in alle gevallen belangrijk een maatregel of interventie te evalueren. Maar hoe kan een goede keuze worden gemaakt voor een type evaluatie? Allereerst is het van belang vast te stellen om welk gedrag het gaat dat moet worden geëvalueerd. Het meten van de mate van afleiding door informatie behoeft een andere evaluatiemethode dan het effect van trajectcontrole op de gereden snelheid. Bovendien is het van belang na te gaan aan welke inzichten behoefte is (zie voor een overzicht van evaluaties: Wilmink et al., 2011). Zodra er behoefte is aan meer inzicht in onderliggende processen bij de weggebruiker volstaat het meten van het rijgedrag alleen niet. Ook praktische overwegingen zijn van belang. In het ideale geval wordt een evaluatie uitgevoerd zowel in een gesimuleerde omgeving als in de werkelijke omgeving. Naar aanleiding van de resultaten in de gesimuleerde omgeving kunnen er dan nog aanpassingen plaatsvinden alvorens een maatregel daadwerkelijk wordt geïmplementeerd. Maar in de praktijk zal dit, vanwege beperkte tijd en budget, niet altijd mogelijk zijn. In alle gevallen is het waardevol door middel van een representatieve steekproef te vragen naar het begrip van en voor de maatregel. Ondanks het feit dat de mening over een maatregel niet direct iets hoeft te zeggen over de effecten van de maatregel op het rijgedrag, kan dit wel belangrijke inzichten geven in de kansen op opvolging op de langere termijn.

5. Voorbeelden uit de praktijk

Dit hoofdstuk illustreert het voorgaande aan de hand van een aantal voorbeelden uit de praktijk. Voor verkeersmanagementmaatregelen wordt gekeken naar het doel, de gedragseffecten en welke human factors aanbevelingen er zijn. Het hoofdstuk is met toestemming overgenomen uit "Harms, I.M., Lambers, M.G.F., & Westerman, M. (2012). *Human Factors bij Verkeersmanagement: State of the art – Niveau 1*. Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart: Delft.

5.1. Spitsstrook en Plusstrook

Doel

Spits- en plusstroken zijn ingevoerd om bij onvoldoende wegcapaciteit de doorstroming van het verkeer te bevorderen. Het openen van een spits- en/of plusstrook gaat meestal gepaard met een snelheidsbeperking, vanwege de vaak beperkte breedte van deze stroken en om te voorkomen dat weggebruikers juist in drukke omstandigheden een te hoge snelheid aannemen. Het afsluiten en openstellen van spits- en plusstroken gebeurt met het rode kruis en de groene vallende pijl(en). Een spitsstrook is een vluchtstrook die opengesteld wordt en de plusstrook is een rijstrook aan de linkerkant van de rijbaan die niet altijd open is. De groene pijl geeft bij de geopende spitsstrook aan dat de doorgetrokken streep overschreden mag worden. Een plusstrook heeft onderbroken markering. De eerste spitsstrook werd in 1996 geopend en de plusstrook in 1999. De weggebruiker is dus inmiddels bekend met dit systeem.

Gedragseffecten

Uit een begrijpelijkheidsonderzoek door Barten (2006) blijkt dat 97% van de 489 deelnemers de betekenis van de signalering correct begrijpt in het geval van een gesloten/open spitsstrook. Ook uit een gebruikersonderzoek van DHV (2008b) blijkt dat het rode kruis op een signaalgever boven de weg zeer duidelijk is voor de weggebruiker. Ondanks dat de weggebruiker dus in de meeste gevallen begrijpt wat er wordt verwacht, is de reden van het openen of sluiten van een spits-/plusstrook niet altijd duidelijk. Het rode kruis dat voor het afsluiten van rijstroken wordt gebruikt, wordt ook gebruikt bij ongevallen, pechgevallen en werk in uitvoering. In deze gevallen is de boodschap geloofwaardig en is de reden voor afsluiting (meestal) zichtbaar. Het afsluiten van een plus-/spitsstrook terwijl er 'niets aan de hand' is stuit vaak op onbegrip. En wordt de afsluiting begrepen dan is de weggebruiker het niet altijd eens met de maatregel. Waarom zou je de extra ruimte niet mogen gebruiken terwijl de strook vrij is? Dit leidt soms tot negatie van het rode kruis bij spits- of plusstroken. Maar het negeren van het rode kruis komt ook voor in de gevallen dat er wel iets aan de hand is, bijvoorbeeld een ongeval, hetgeen tot gevaarlijke situaties kan leiden. In die zin vindt er door het veelvuldig gebruik van het rode kruis bij spits- en plusstroken een devaluatie plaats van het opvolgen van het rode kruis.

Een andere eigenschap van spitsstroken die leidt tot onduidelijkheid is doorgetrokken markering die gekruist mag worden, iets dat in andere verkeerssituaties juist niet toegestaan is. Dit kan ook,

behalve tot aarzelend gedrag bij spitsstroken, leiden tot negatie van de doorgetrokken streep in andere gevallen.

Een andere eigenschap van spitsstroken die direct en indirect tot onveilige situaties kan leiden, is het feit dat de vluchtstrook ontbreekt in het geval van een opengestelde spitsstrook. Of een opengestelde spitsstrook afgesloten kan worden in het geval van een incident hangt af van de doorstroming (DHV, 2008b). Als er nog sprake is van beperkte doorstroming, kan er een rijstrook vrij worden gemaakt voor het aanrijden van de hulpdiensten. Is dit niet het geval dan wordt veelal het verkeer 'gevraagd' naar beide kanten uit te wijken met behulp van een speciaal bord, zodat de hulpdiensten middendoor kunnen rijden (de Ridder & Janssen, 2002).

Ondanks het feit dat plus- en spitsstroken inmiddels een bekend fenomeen zijn voor de weggebruiker en deze ook in de meeste gevallen begrijpt wat er verwacht wordt, is er niet altijd begrip van de achterliggende redenen voor het sluiten van stroken. En onbegrip voor de reden van een maatregel, leidt soms tot onwil om het gewenste gedrag te vertonen.

Ontwikkelingen

Er worden steeds meer spits- en plusstroken aangelegd, en er is dus steeds vaker sprake van situaties waarin er een rood kruis wordt getoond, maar waarvan de reden niet direct zichtbaar is. Het is daarom van belang oplossingen te ontwikkelen die het negeren van een rood kruis verminderen, zeker in het geval er sprake is van een incident of wegwerkzaamheden. In 2008 is het basisconcept schakelstrook ontwikkeld met tot doel om de mogelijkheden te vergroten om dynamische functies toe te kennen aan rijstroken op autosnelwegen en daarbij de duidelijkheid van de specifieke stroken voor de weggebruiker te verbeteren (DHV, 2008a). Dit concept lijkt technisch-inhoudelijk haalbaar maar er blijven veiligheidsrisico's ten gevolge van misbruik van de voorziening bestaan. Op zijn minst is een gefaseerde invoering noodzakelijk om de diverse betrokkenen te laten meegroeien met de toenemende dynamiek (DHV, 2008a).

Human Factors aanbevelingen

De weggebruiker zou beter geïnformeerd moeten worden over de achterliggende redenen van het openen en sluiten van extra rijstroken. Dit blijkt onder andere uit het onderzoek van DHV (2008b) waarin wordt gerapporteerd dat het noemen van de reden van een rijstrook afsluiting ertoe leidt dat de zelf gerapporteerde kans op misbruik halveert. Ook is men het in dat geval vaker eens met de afsluiting. Het is het raadzaam met behulp van verschillende symbolen onderscheid te maken tussen het afsluiten van een rijstrook om redenen van dosering en in het geval van een incident of wegwerkzaamheden. Martens et al. (2010) heeft een aantal varianten voorgesteld die getoetst zijn op begrijpelijkheid en effecten op het rijgedrag. Situaties waarin een doorgetrokken streep gekruist mag worden moeten zoveel mogelijk vermeden moeten worden. Wanneer een spits- of plusstrook het grootste deel van de tijd als rijstrook fungeert, moet er een onderbroken markering worden aangebracht. In deze situaties blijft het raadzaam altijd iets te tonen op de matrixborden (De Goede et al., 2011).

In het geval van een incident bij een geopende spitsstrook, is het raadzaam de weggebruiker zo uitgebreid mogelijk te informeren over de te volgen procedure (rijstrook vrijmaken op basis aan de

hand van signalering, naar opzij uitwijken), maar ook over de achterliggende reden om acceptatie, begrip en opvolging te bevorderen. Vooral wanneer hulpdiensten tussen het verkeer door aanrijden is het van belang dit duidelijk kenbaar te maken door middel van symbolen en argumentatieborden. In het geval er geen sprake is van een incident is het ook raadzaam om op de trajecten waar dat van toepassing kan zijn, weggebruikers te informeren over de procedure in het geval de hulpdiensten middendoor aanrijden, aangezien dit een redelijk ongewone situatie voor de weggebruiker is. Dit wordt al gedaan met behulp van gele borden langs de kant van de weg, maar extra ondersteuning met informatie boven de weg kan ook helpen dat weggebruikers het gewenste gedrag vertonen omdat deze veelal beter wordt opgemerkt.

5.2. Automatische Incident Detectie (AID) (lokale filebeveiliging)

Doel

Het doel van de Automatische Incident Detectie (AID) is weggebruikers te waarschuwen voor een naderende file, de weggebruiker te informeren over de locatie van de file en te sturen naar een aangepast snelheidsniveau. Bij het inschakelen van de AID is er sprake van een file. Waar de gemeten snelheid onder een vast gesteld criterium is gekomen (meestal 35 km/u), geven de matrixborden boven de weg 50 km/u aan, met 'flashers'. Vóór het eerste portaal met 50 wordt een snelheidslimiet van 70 aangegeven, eveneens met 'flashers'.

Gedragseffecten

Uit een gebruikersonderzoek (De Goede et al., 2011) blijkt dat door 70% van de (29) deelnemers de reden van de AID signalering, de aanwezigheid van een file, juist wordt geïnterpreteerd. 30% van de deelnemers kent de inschakeling van de AID signalering toe aan een ongeval of slecht weer. Opvallend is dat bijna de helft (48%) van de deelnemers denkt dat het om een adviessnelheid gaat, terwijl het om een snelheidslimiet gaat. Wanneer de snelheid met een rode rand wordt getoond, in plaats van zonder rode rand zoals nu het geval is, begreep 93% van de deelnemers dat het om een snelheidslimiet ging. Wel werd de AID dan weer vaker aan een 'incident' gekoppeld.

Hanckmann (1998) onderzocht de effecten van de AID op het rijgedrag van weggebruikers. Hieruit bleek dat bij een beeldstand van 70 km/u, de gemiddelde snelheid enigszins een dalende trend zal vertonen (van 100 km/u naar \pm 90 km/u). Kort na het verschijnen van de 70 en/of 50 km/u op de matrixborden is lokaal een verlaging van de snelheid te zien, die soms zelfs tot onder de 50 km/u komt. Waarschijnlijk wordt dit mede veroorzaakt door de verkeerssituatie die deze snelheidsverlaging 'afdwingt'. Andere conclusies van het onderzoek zijn een positief effect op de verkeersveiligheid door het verhoogde attentieniveau van weggebruikers.

Ontwikkelingen

In de nabije toekomst wil Rijkswaterstaat alle snelheidslimieten gaan tonen met een rode rand, dus ook de snelheidslimieten die gebruikt worden bij AID. Om wel een onderscheid te houden tussen de door de AID getoonde snelheden en dynamische snelheidslimieten (Dynamax, zie Martens en Tertoolen, 2010), zou de AID dan worden vervangen door een fileteken, zonder snelheden. On-

danks het feit dat weggebruikers de snelheid niet altijd als een snelheidslimiet interpreteren is de huidige situatie voor de meeste weggebruikers wel duidelijk en vertonen ze ook meestal het gewenste gedrag. Momenteel wordt de matrixsignalering nogal eens met een incident geassocieerd. Echter, in de nabije toekomst is deze relatie er niet meer en dit zou gevolgen kunnen hebben voor de opvolging omdat de informatie dus als onbetrouwbaar kan worden geëvalueerd. Immers, er is geen incident. Bovendien geeft de AID zowel een waarschuwing als informatie over de locatie van een file (door de verschillende snelheden). Als bovendien, buiten de AID, alleen nog snelheidslimieten met rode rand worden getoond, is een mogelijk voordeel dat de snelheden 50/70 zonder rode rand, die worden getoond bij het AID systeem, als indicatie van een file / incident worden gezien. Met als voordeel dat de dynamische snelheidslimieten niet gekoppeld worden aan files (al dan niet veroorzaakt door incidenten). De AID snelheden moeten dan wel als adviessnelheden worden aangemerkt zoals ze nu ook worden geïnterpreteerd door de een flink deel van de bestuurders.

Human Factors aanbevelingen

Het verkeer is in ontwikkeling en nieuwe borden en manieren van informeren moeten daarbij denkbaar worden geacht. Ook omdat door nieuwe noodzakelijke maatregelen vaak de eenduidigheid van andere maatregelen in het geding komt. Toch moet hier ook bedachtzaam mee worden omgegaan om te voorkomen dat het voor de weggebruiker onnodig complex wordt. Bovendien kost het tijd voordat mensen zich iets 'eigen' hebben gemaakt. De voordelen van een nieuwe of aangepaste maatregel moeten dus altijd afgewogen worden tegen de eventuele onzekerheid en toegenomen complexiteit voor de weggebruiker. Bovenstaande overdenkingen zijn gebaseerd op Human Factors uitgangspunten. De voor- en nadelen van eventuele nieuwe vormen van filewaarschuwing, in interactie met andere signalering, zou verder moeten worden onderzocht op het niveau van begrijpelijkheid en effecten op het rijgedrag. De vraag hierbij is of uniformiteit tussen maatregelen of ervaring met maatregelen de voorkeur verdient.

5.3. Dynamische en vaste snelheidslimiet

Doel

Snelheidslimieten zijn vele decennia geleden ingesteld met het oog op veiligheid. Hoe hoger de snelheid, hoe groter de kans op een ongeval en hoe ernstiger het letsel als het tot een ongeval komt (zie bijvoorbeeld Aarts & Van Schagen, 2006). Door het instellen van snelheidslimieten kunnen excessieve snelheden in toom worden gehouden en strafbaar worden gesteld. Dynamische snelheden bieden mogelijkheid om de snelheidslimiet aan te passen aan omstandigheden.

Gedragseffecten

Veel bestuurders overschrijden regelmatig de snelheidslimiet. Vaak kiezen bestuurders de te hoge rijsnelheid bewust. Haast, plezier, of aanpassing aan het overige verkeer kunnen hierbij een rol spelen. Een te hoge rijsnelheid is soms echter ook het resultaat van een onbewust proces, zoals een onderschatting van de rijsnelheid. Dit kan komen doordat men lange tijd met hoge snelheid heeft gereden, of als er geen gebouwen of bomen langs de weg staan waaraan men de snelheid kan relateren. Andere factoren zijn de toenemende geruisloosheid van moderne auto's, bepaalde

kenmerken van de weg en sociale invloed. Door een gepaste weginrichting, geloofwaardige limieten en handhaving kunnen bewuste en onbewuste snelheidsovertredingen worden voorkomen.

Ontwikkelingen

Meer en meer wordt er op de Nederlandse snelwegen gebruik gemaakt van dynamische snelheidslimieten. Het gaat dan om een tijdelijke verlaging van de normaal toegestane snelheid vanwege een ongeval, file, wegwerkzaamheden, weersomstandigheden of ter bevordering van de doorstroming of het milieu. Voor de opvolging van een dergelijke snelheidslimiet is het vooral van belang dat deze goed wordt waargenomen (locatie), juist wordt geïnterpreteerd en of de maatregel als zinvol wordt ervaren. In het onderzoek Human Factors Advies Landelijke uitrol Dynamax (Martens & Tertoolen, 2010) worden deze facetten besproken op basis van verschillende proeven met dynamische snelheden.

Human Factors aanbevelingen

Uit een rijnsimulatoronderzoek (Hoogendoorn, 2009) is gebleken dat matrixborden met snelheden boven de rijstroken het beste worden waargenomen. Dit kan (mede) verklaard worden door het feit dat de weggebruiker gewend is dynamische informatie boven de rijstroken gepresenteerd te krijgen. Uit enquêtes bleek dat wanneer snelheden met rode rand elektronisch boven de rijstroken op matrixsignaalgevers wordt getoond, het voor de meeste weggebruikers duidelijk is wat er van hen wordt verwacht. Naast het feit dat weggebruikers begrijpen wat er wordt verwacht, is het ook van belang te communiceren waarom een dynamische snelheidslimiet wordt ingesteld. Bij geloofwaardige limieten is geen extra informatie nodig in de vorm van motto- of argumentatieborden. Bij niet geloofwaardige limieten (redenen die niet zichtbaar zijn of pas later zichtbaar worden) is het van belang de weggebruiker te informeren over de reden van de limiet, hetgeen de naleving bevordert. In het Dynamax onderzoek is in het geval van een dynamische limiet bij regen, ter bevordering van de doorstroming en de luchtkwaliteit gebruik gemaakt van motto- en argumentatieborden. De logica achter de maatregel werd echter niet altijd goed begrepen in het Dynamax onderzoek. Vooral bij het motief 'luchtkwaliteit'. Er werd in dit geval een argumentatiebord met het woord SMOG getoond. Veel mensen hebben de veronderstelling dat SMOG zichtbaar zou moeten zijn, terwijl dit niet het geval was. Weggebruikers zijn over het algemeen minder geneigd een snelheidslimiet op te volgen als men deze op basis van eigen waarneming niet zinvol acht. Er zou dus heel duidelijk gecommuniceerd moeten worden dat er een relatie tussen is snelheid en luchtvervuiling ook al zie je de luchtvervuiling niet.

Aanpassing aan een limiet door de omstandigheden wordt lastig als de limiet niet past bij het wegbeeld. Ondanks het feit dat een autosnelweg is ontworpen voor een snelheid van 120 km/u zijn weggebruikers redelijk gewend aan een limiet van 100 op bepaalde trajecten. Lagere snelheden, zoals 80 km/u en 60 km/u komen echter veel minder voor en wijken sterk af van het getoonde wegbeeld. Het zijn 'ongeloofwaardige' limieten. Daarom is, met name in de gevallen waarin een ongelooftwaardige (maar wel te rechtvaardigen) limiet wordt getoond, regelmatige handhaving noodzakelijk.

Op basis van de proeven met dynamische snelheden zijn er drie aandachtspunten op het niveau van human factors gedefinieerd die verder onderzoek behoeven (Martens & Tertoolen, 2010):

- Is er sprake van compensatiegedrag op momenten dat de maatregel niet actief is?
- In hoeverre hebben weggebruikers het gevoel dat ze de gewenste snelheid ook kunnen aanhouden?
- Wat zijn de gevaren wanneer de maatregel geheel of gedeeltelijk uitvalt?

5.4. Werk in uitvoering

Doel

Wegwerkzaamheden kunnen bestaan uit onderhoud, reconstructie of nieuwbouw. Werk in uitvoering kan leiden tot onveilige situaties voor zowel de weggebruiker als de wegwerkers. Het is daarom van belang dat bij de uitvoering van wegwerkzaamheden maatregelen en voorzieningen worden ingezet om die nadelige effecten op de veiligheid en de doorstroming zoveel mogelijk te beperken.

Gedragseffecten

Wegwerkzaamheden zorgen vaak voor complexe verkeerssituaties. De weggebruiker krijgt te maken met extra informatie, een ander wegverloop en een mogelijke routewijziging. Van alle geregistreerde dodelijke verkeersongevallen in de periode 2000-2009 vond ongeveer 2% tijdens werk in uitvoering (WIU) plaats. Dit komt neer op gemiddeld 18 verkeersdoden per jaar (SWOV, 2010). Bij werk-in-uitvoering buiten de bebouwde kom vinden relatief veel kop-staart botsingen plaats (Van Gent, 2007). Hierbij spelen een te korte volgafstand en een te hoge snelheid vaak een rol. Daarnaast vinden ook botsingen plaats met pijlwagens en afzettingen. Ook hier speelt een te hoge snelheid vaak een rol. Uit onderzoek blijkt dat een meerderheid van de bestuurders wegwerkzaamheden te hard nadert (PREVENT, 2003). Daarnaast wordt in het geval van een rijstrookafsluiting vaak relatief laat van rijstrook gewisseld (Schuurman, 1991). Werk-in-uitvoering lijkt het risico op een ongeval te verhogen. Door de complexere verkeerssituaties wordt de doorstroming van het verkeer ook gehinderd.

Wanneer er bij WIU door afsluiting van een wegvak een omleiding is ingesteld, wordt er door weggebruikers vaak aangegeven dat zij de omleidingen onduidelijk vinden (Glas et al., 2010). Er staan te weinig borden in een omleiding of er staan fouten in, waardoor weggebruikers de weg kwijt raken. Ook geven vrachtwagenchauffeurs geven aan dat een omleiding niet altijd geschikt is voor hen en dat hier te weinig rekening mee wordt gehouden (Glas et al., 2010). Wegwerkzaamheden kunnen leiden tot files over vertragingen. In het onderzoek van Glas et al. (2010) geven weggebruikers een aantal tips ten aanzien van het minder onplezierig maken van dergelijk opont-houd, te weten:

- Informatie over de wachttijd;
- Aangeven hoeveel (kilo)meter de werkzaamheden nog duren;
- Afleiding langs de weg;

- “Als er wat te zien zou zijn langs de snelweg”;
- “Als je maar ziet dat er aan de weg gewerkt wordt”;
- De smiley en ‘bedankt voor uw geduld’ borden.

Human Factors aanbevelingen

Het is van groot belang om bij wegwerkzaamheden de weggebruiker van tijdige, eenduidige informatie te voorzien en de geleiding over het traject langs de wegwerkzaamheden zo eenvoudig en eenduidig mogelijk te maken. Minimale manieren om de veiligheid bij WIU te verhogen zijn:

- werkvak afbakenen voor het verkeer,
- verlichten van de rijtaak,
- verkeer door het werkvak geleiden,
- wegwerkzaamheden en de wegwerkers zichtbaar maken voor weggebruikers.

Afzettingen, door middel van bijvoorbeeld pylonen en barriers, hebben als doel het werkvak af te bakenen. Bovendien kunnen ze het verkeer geleiden. Omdat het wegverloop hierdoor minder voorspelbaar en complexer wordt is het van belang dat er sprake is van een duidelijke geleiding (door belijning, pylonen en tijdig aangeboden informatie). Een vaak gehoorde klacht is dat de belijning, en daardoor het wegverloop niet duidelijk is.

Bij WIU geldt een lagere snelheidslimiet om de kans op ongevallen te verminderen. Toch komt het vaak voor dat weggebruikers te laat hun snelheid aanpassen en ineens hard moeten remmen, waardoor gevaarlijke situaties ontstaan. Het is daarom zaak de weggebruiker tijdig te informeren over de gewijzigde situatie zodat deze zijn rijgedrag kan aanpassen. Wanneer weggebruikers ter plekke worden geconfronteerd met een wegafsluiting zal er vaak toch nog getwijfeld worden of een afrit daadwerkelijk onbereikbaar is. Om dit zo goed mogelijk te stroomlijnen is informatie van belang, zowel in de media als een vooraankondiging tijdens de werkzaamheden (Martens, Brouwer & Hoedemaeker, 2008). Aan de andere kant moet een verlaging van de maximum snelheid en aanpassing van het traject, terwijl er geen werkzaamheden op het betreffende wegdeel plaatsvinden, niet te vroeg plaatsvinden. Als de weggebruiker het nut van de aanpassing niet inziet, zal een ingevoerde snelheidslimiet ook minder goed worden opgevolgd. Bovendien blijkt uit onderzoek (Glas, e.a., 2010) dat wanneer er niet zichtbaar gewerkt wordt bij een aangepaste weg, dit tot negatieve emoties kan leiden. Ook dan zien weggebruikers het nut van de snelheidsverlaging niet in en zullen de limiet vaker overschrijden. Het is overigens wel van belang dat informatie over komende wegwerkzaamheden (dus niet op de locatie zelf) tijdig wordt gegeven, zodat weggebruikers hun route eventueel nog kunnen aanpassen (Glas e.a., 2010).

Een snelheidslimiet wordt meestal beter nageleefd en geaccepteerd wanneer deze geloofwaardig is. Rijkswaterstaat heeft in 2005 nieuwe snelheidsregimes geïntroduceerd bij WIU op auto(snel)wegen (SWOV, 2010). De maximumsnelheid is nu standaard 90 km/uur en wordt alleen verlaagd naar 70 km/uur als er sprake is van smalle rijstroken of van wegwerkers direct naast de rijstroken zonder barrier. Aanvullende maatregelen kunnen ook zorgen voor het minder vaak overschrijden van de snelheidslimiet. In een proef door Rijkswaterstaat in 2006 kregen weggebruikers directe feedback op hun snelheid, waarbij ook het kenteken werd getoond. Weggebruikers leken hun snelheid inder-

daad te verlagen als gevolg van deze directe terugkoppeling (AVV, 2007). Met name het vertonen van het kenteken zorgt er waarschijnlijk voor dat de weggebruiker zich persoonlijk 'aangesproken' voelt.

De daadwerkelijke effecten op lange termijn van persoonlijke feedback bij snelheidsovertredingen behoeven verder onderzoek. Ook is het van belang te inventariseren of het mogelijk is de inrichting van de weg bij wegwerkzaamheden en eenduidiger (universele) vorm te geven, zodanig dat deze situaties meer voorspelbaar en minder complex worden voor de weggebruiker.

5.5. Toerit- en rijbaandosering

Doel

Toerit- en rijbaandosering wordt ingezet om file- en blokkadevorming op het hoofdwegennet te voorkomen. Op veel snelwegen ontstaan tijdens drukte files door schokgolven. Deze schokgolven worden veroorzaakt door plaatselijk een teveel aan verkeer. Dit is bijvoorbeeld het geval wanneer in de spits heel veel auto's tegelijkertijd de snelweg op willen. In Nederland is men daarom eind jaren '80 begonnen met toeritdosering. Een toeritdoseerinstallatie (TDI) is een speciale verkeersregelinstantie die tijdens grote drukte inschakelt en met behulp waarvan men met korte tussenpozen één of twee auto's toelaat op de autosnelweg, waardoor de het invoegen gelijkmatiger gebeurt en er minder schokgolven ontstaan. Rijbaandosering heeft hetzelfde doel, maar hier gaat het om gecontroleerd samenvoegen van rijbanen, door het tijdelijk afsluiten van één of meer rijstroken, door middel van het afkruisen of een VRI. Verder wordt rijbaandosering met een VRI op een aantal plaatsen toegepast in Nederland.

Gedragseffecten

Bij toeritdosering, waarbij men zich nog niet op de autosnelweg bevindt, is de aanwezigheid van een VRI begrijpelijk voor de weggebruiker omdat het gebruik ervan aansluit bij de ervaringen met VRI's bij wegkruisingen (bij groen mag je doorrijden). Ondanks de relatief korte wachttijd is uit een onderzoek van Grontmij naar effecten van een TDI op de A13 bij Delft-Zuid (Grontmij, 1991) echter gebleken dat het geconstateerde percentage roodlichtrijders vrij hoog is, namelijk 15.2 %. Hierbij moet worden vermeld dat er zicht was op de hoofdrijbaan en dat bij stagnerend verkeer het percentage roodlichtnegaties daalde naar 10%. Volgens de onderzoekers werd het percentage roodlichtnegaties vermoedelijk veroorzaakt door de ligging van de toerit (men had een goed overzicht op de hoofdrijbaan) en er kwam niet dagelijks file voor op de hoofdrijbaan. Het in- en uitschakelen van de TDI was wel gekoppeld aan de verkeersintensiteit, maar het inschakelen gebeurde juist om file te voorkomen. De reden van het inschakelen was daarom niet altijd duidelijk voor weggebruikers op de toerit. In sommige gevallen (bijvoorbeeld geen waarneembaar knelpunt) is het niet duidelijk voor de weggebruiker waarom de TDI in werking is, hetgeen negatieve consequenties voor de opvolging kan hebben. Bij de TDI's wordt gebruik gemaakt van informatieteksten om de gebruiker duidelijk te

maken wat het gewenste gedrag is (bv: 'bij groen 1 auto door'). Het is wenselijk dat de werking altijd hetzelfde is (wat het onderbord feitelijk overbodig zou maken).

Ontwikkelingen

Bij rijbaandosering is er bijvoorbeeld sprake van het stilzetten van een rijbaan (of verbindingsweg) of het afkruisen van een strook op de autosnelweg, om zo file op een andere snelweg te voorkomen. Daar waar de weggebruiker gewend is dat bij grote drukte rijstroken (spits/plusstroken) worden geopend, is in het geval van een hoofdrijbaan doseringsinstallatie (HDI) het omgekeerde het geval; een rijstrook wordt afgekruist in geval van grote drukte. Hierdoor wordt het collectieve nut waarschijnlijk niet ingezien, en is het persoonlijk nut afwezig of wordt in ieder geval niet ervaren. De begrijpelijkheid van VRI's op de hoofdrijbaan zal bovendien slecht zijn, aangezien weggebruikers hier geen ervaring mee hebben. Weggebruikers hebben bepaalde verwachtingen over het gebruik van signalen en op basis van die verwachtingen handelen ze (Van der Horst, 1988). Indien er bovendien weinig risico wordt ervaren bij het negeren van het rode licht (bijvoorbeeld op een 'lege' autosnelweg) en de consequenties van stoppen groot zijn (bijvoorbeeld een lange wachttijd) zal de automobilist vlugger geneigd zijn door te rijden. Bovendien zullen automobilisten in de nabijheid van een dergelijke VRI op de hoofdrijbaan wellicht een incident of obstructie verwachten. Als mensen dit niet waarnemen zullen naar verwachting sommigen het rode licht negeren. De begrijpelijkheid van en het begrip voor een dergelijke maatregel zal dus gering zijn.

Human Factors aanbevelingen

De toepassing van TDI's wordt begrepen door de weggebruiker en lijkt het boogde gedragseffect te bewerkstelligen. Het is hierbij wellicht wel van belang of de hoofdrijbaan voor de weggebruiker zichtbaar is (en of deze 'druk' oogt), met andere woorden of het inschakelen van de TDI als acceptabel wordt ervaren. Soms zal een TDI ook worden ingeschakeld wanneer het verderop op de hoofdrijbaan druk is. Met name in deze gevallen wordt aanbevolen om aan de weggebruiker met behulp van een argumentatiebord duidelijk te maken waarom de TDI is ingeschakeld. Eventueel zou, in combinatie met de huidige (Europees vastgelegde) uniforme uitvoering met een geel achtergrondschild, een symbool gebruikt kunnen worden wat de weggebruiker kan koppelen aan de reden van inzet.

Het begrip van en daarmee het haalbare effect lijkt op basis van de huidige human factors kennis anders te liggen voor HDI's. De acceptatie van deze maatregel is twijfelachtig aangezien het een tegen-intuïtieve maatregel betreft. Deze verwachte weerstand zou enigszins tegen kunnen worden gegaan doormiddel van informatie over de maatregel op berm-DRIPS.

5.6. Dynamische route informatie (afstand, reistijd en GRIP)

Doel

Dynamische routeinformatie gebaseerd op de aanwezige verkeersomstandigheden (oponthoud in aantal kilometer, of reistijd van de verschillende routes) wordt op Dynamische Route (of Reistijd)

Informatie Panelen (DRIPs) of Grafische Route Informatie Panelen (GRIPs) getoond. Op GRIPs wordt een simpel netwerk getoond (bijvoorbeeld ringweg Amsterdam) en eventuele stremmingen. Met DRIPs en GRIPs hoopt men het verkeer beter te verspreiden over het netwerk door (een deel van de) weggebruikers te bewegen een alternatieve route te nemen.

Gedragseffecten

De geschatte (of gemeten) effecten die informatie op DRIPS op routekeuze is op basis van een groot aantal praktijkproeven in Nederland geschat op maximaal zo'n 6% (Schuurman et al., 2006). Afhankelijk van de omstandigheden kan dit relatief lage percentage toch een aanzienlijk effect hebben op de doorstroming.

Betrouwbaarheid van de informatie op DRIPs of GRIPs is van groot belang. Slechte ervaringen met reisinformatie kan negatieve effecten hebben op het toekomstige gebruik van getoonde informatie. De waargenomen kwaliteit van informatie hangt direct samen met de relevantie en tijdigheid van de informatie voor de weggebruiker. En dit is nu precies waar de informatie op DRIPS tekort kan schieten, omdat deze informatie niet op het individu is afgestemd. Onderzoek heeft dan ook aangetoond dat aanzienlijk meer mensen hun route aanpassen op basis van informatie van een persoonlijk navigatiesysteem (14%) dan op basis van informatie op DRIPS (Schuurman et al., 2006). Of een bestuurder bepaalde informatie gebruikt en opvolgt hangt uiteraard ook af van de waargenomen betrouwbaarheid van het informatie verstreckende systeem. Uit onderzoek naar de weggebruikersevaluatie van reistijdvermeldingen op DRIPS op twee trajecten tussen Utrecht en Amersfoort (A28 en A1/A27) kwam naar voren dat één-derde van de respondenten vindt dat de reistijden op de DRIPS meestal kloppen (Huisken, 2003). Een vaak gehoorde klacht van informatie op DRIPS is toch dat de informatie niet up-to-date en te beperkt is. Aangezien informatie op DRIPS tot stand komt op basis van de actuele reistijden en niet van voorspelde reistijden, komen de aangegeven reistijden niet altijd overeen met de werkelijke reistijd voor een individuele automobilist die zich op het betreffende traject bevindt. Daarnaast is er een vertraging van enkele minuten tussen de metingen en het weergeven van nieuwe informatie. Navigatiesystemen zullen op termijn, door de toegang tot de data van de Nationale Databank Wegverkeersgegevens (NDW) kwalitatief beter worden en consistentere worden met informatie op de DRIPS. Hierdoor zal de DRIP in de toekomst slechts als aanvulling op het navigatiesysteem worden ervaren (De Goede, 2009). Wat betreft dynamische route informatie zullen navigatiesystemen de komende vijf à tien jaar echter nog als aanvulling op DRIPS worden beschouwd vanuit verkeersmanagement oogpunt (Huizinga-Heringa & Eurlings, 2009).

Reisinformatie kan kwalitatief (langer of korter) of kwantitatief (hoe lang is de reistijd) van aard zijn. Bovendien kan deze informatie beschrijvend of adviserend zijn. Met beschrijvende informatie wordt informatie bedoeld die een reiziger voorziet van reistijden, (locaties van) incidenten, en verwachte vertragingen. Adviserende informatie voorziet reizigers van een advies, zoals het nemen van een alternatieve route. Onderzoek heeft aangetoond dat de kans dat een reiziger een geadviseerde alternatieve route neemt het grootst is wanneer adviserende en kwantitatieve informatie wordt gegeven (Polydoropoulou, Ben-Akiva, Khatkhat & Lauprete, 1996). Bovendien kan het simpelweg vermelden van de oorzaak van een vertraging/file ook bijdragen aan de bereidheid om van

route te veranderen. Als een oorzaak als langdurig wordt beschouwd (bijvoorbeeld wegwerkzaamheden) zullen automobilisten eerder geneigd zijn om van route te veranderen (Chorus, 2007).

Over het algemeen begrijpen weggebruikers de informatie op de DRIPS. Voor GRIPs is dit echter niet altijd het geval. De achterliggende gedachte bij GRIPs is dat in één beeld het netwerk van snelwegen kan worden afgebeeld met eventuele stremmingen en files. Echter, doordat er veel informatie wordt weergegeven, wordt het vaak te complex voor de weggebruiker deze informatie in een keer te verwerken en wordt de informatie niet altijd begrepen. De keuze voor een route betreft gedrag op het strategisch niveau. Beslissingen op dit niveau zijn relatief complex en vergen meer tijd dan beslissingen op operationeel en tactische niveau. Daarom is het van belang dat informatie die de weggebruiker krijgt om deze te ondersteunen niet te complex is.

Human Factors aanbevelingen

Informatie die op DRIPS wordt weergegeven kan verschillen van pre-route informatie en en-route navigatiesystemen omdat deze gebaseerd is op verschillende informatiesystemen. Pre-route informatie en en-route informatie van navigatiesystemen kunnen verschillen van de informatie die op DRIPS wordt weergegeven. Dit kan gaan om informatie over incidenten/files als ook over mogelijk alternatieve routes. In het geval van een incident/file, kan de bestuurder kiezen voor een alternatieve route. Bekendheid met de omgeving blijkt een cruciale factor te zijn. Bestuurders zullen zich over het algemeen minder aantrekken van route adviezen, naarmate zij meer bekend zijn met de omgeving, aangezien bestuurders op basis van hun eigen kennis over alternatieven en de betrouwbaarheid van die alternatieven, de meest optimale keuze denken te maken. Dit zal vaker het geval zijn bij woon-werk verkeer dan bij recreatief verkeer, omdat woon-werk reizigers de route en het onderliggende wegennetwerk goed kennen (Erke, Sagberg & Hagman, 2007). Juist bij deze groep reizigers, kan het van belang zijn dat ze gestuurd worden in hun routekeuze, aangezien zij meestal op de drukste tijdstippen gebruik maken van het wegennet (De Goede, 2009). Het vertrouwen in informatie op DRIPS kan echter toenemen naarmate er meer achtergrond informatie over een incident/file wordt gegeven op een DRIP (Chorus, 2007). Wanneer bovendien van zowel de oorspronkelijke route als de alternatieve route(s) de voorspelde reistijden worden gegeven, kunnen automobilisten de alternatieven beter afwegen. Ze zijn dan beter in staat de alternatieven juist af te wegen en op basis van informatie op de DRIP een geadviseerde alternatieve route nemen. Bereidheid tot het nemen van een geadviseerde route kan ook toenemen wanneer de oorzaak van een incident/file wordt genoemd.

Zeker wanneer men alleen over pre-route reisinformatie beschikt, moet de kwaliteit (detail) van een routeadvies hoog zijn, wil een bestuurder overwegen de alternatieve route te nemen, tenzij er geen andere keuze is, zoals in het geval van een omleiding. Wanneer reizigers onbekend zijn maar wel over een navigatiesysteem beschikken, kan dit de neiging om routeadvies weergegeven op een DRIP op te volgen bevorderen, mits deze als betrouwbaar wordt beschouwd. De DRIP dient dan wel voldoende informatie over de alternatieve route weer te geven, zodat het navigatiesysteem opnieuw kan worden ingesteld en niet 'terug wil' naar de oorspronkelijke route.

6. Van gebruiker naar ontwerp

Op basis van de voorgaande hoofdstukken wordt in dit hoofdstuk een overzicht gegeven van de te nemen denkstappen teneinde effectieve verkeersmanagementmaatregelen te ontwikkelen. Deze stappen hebben achtereenvolgens betrekking op het doelgedrag, het ontwerp van de maatregel en de evaluatie van de maatregel. Alle stappen gaan uit van het te bewerkstelligen gedrag.

A. Het doelgedrag

Welk gedrag wil ik bewerkstelligen?

Vaak wordt er een maatregel bedacht en pas dan bekeken hoe deze mogelijk kan aansluiten bij de capaciteiten en de beleving van de weggebruiker. Een maatregel dient echter altijd vanuit het perspectief van het te bewerkstelligen gedrag te worden ontwikkeld, aangezien het doel van de maatregel altijd is om een bepaald effect te bereiken op het gedrag.

Welk type gedrag is het gedrag dat ik wil bewerkstelligen?

Op welk niveau bevindt zich het gedrag waar ik effect op wil hebben? Het strategische, het manoeuvre of het regelniveau? Dit zegt iets over de complexiteit van het te veranderen gedrag, en dus ook over de wijze waarop de maatregel dient te worden gecommuniceerd. Deze stap heeft ook als doel de verkeersmanager bewust te maken van de mogelijke complexiteit van het te bewerkstelligen gedrag.

Hoe sluit dit gewenste gedrag aan bij bestaande kennis en verwachtingen van de weggebruiker?

Alvorens over te gaan tot de concrete inhoud van de maatregel moet nagegaan worden hoe het te bewerkstelligen gedrag aansluit bij de bestaande kennis en verwachtingen van de weggebruiker? Voorkom situaties waarin er totaal 'nieuw' gedrag wordt verwacht en probeer op andere wijzen het probleem in verkeerskundig opzicht op te lossen. Indien nieuw gedrag toch noodzakelijk is om de maatregel effectief te laten zijn, zal een dergelijke maatregel vergezeld moeten gaan van extra communicatie naar de weggebruiker toe.

B. Ontwerp van de maatregel

De informatie zoveel mogelijk aanbieden op manieren die de weggebruiker is gewend.

Sluit met de vormgeving van je maatregel zoveel mogelijk aan bij de bestaande signalen, tekens, systemen etc. Dit is de weggebruiker gewend, voldoet aan de verwachtingen en zal dus het minst complex zijn voor de weggebruiker.

Eigenschappen van de informatiedrager

Bij het fysieke ontwerp van een verkeersmaatregel moet in principe uitgegaan worden van de stelregel: 'design-for-all', zodat de boodschap bijvoorbeeld goed waarneembaar is voor ouderen en dat het ook voor onervaren bestuurders niet te complex is en te veel aandacht vergt. Ook moet er aandacht zijn voor de mogelijke interactie met andere informatiedragers en de weggebruiker moet niet te veel informatie in één keer te verwerken krijgen. Aangezien bestuurders slechts een beperkte hoeveelheid informatie kunnen verwerken is het van belang informatie en actie voor de bestuurder op elk niveau zoveel mogelijk van elkaar te scheiden in plaats en tijd. Dit maakt de interactie met de wegomgeving en het overige verkeer beter handelbaar voor de bestuurder.

Begrip voor de maatregel

Naarmate weggebruikers inzicht hebben in het waarom van een maatregel zijn ze meer geneigd de betreffende maatregel op te volgen. Als de reden niet duidelijk (zichtbaar) is, zijn mensen veel sneller geneigd om een overtreding te begaan. (bijvoorbeeld: het rode kruis negeren bij een lege rijstrook). Daarom is het van belang dat het duidelijk is voor de weggebruiker waarom bepaald gedrag van hem/haar wordt verwacht. Bij voorkeur maakt de maatregel zelf of de context waarin de maatregel wordt uitgevoerd duidelijk waarom er bepaald gedrag wenselijk is (bijvoorbeeld een afgekruste rijstrook bij een duidelijk zichtbaar ongeval). Als dit niet het geval is, dient met extra informatie uitleg gegeven worden aan de weggebruiker.

Feedback

Om gedrag te veranderen en in stand te houden is het geven van feedback van belang. Probeer de weggebruiker (het liefst zo individueel mogelijk) positieve feedback te geven over hun gedrag en de positieve effecten van hun gedrag. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de 'smiley' langs de kant van de weg waarmee wordt aangegeven of je je aan de snelheidslimiet houdt.

C. Evaluatie

Afhankelijk van het doel van de interventie kiest men voor een bepaalde evaluatie. Als een maatregel zeer locatie specifiek is, er geen behoefte is aan uitbreiding van de maatregel, kan er voor gekozen worden de maatregel ter plekke te evalueren. Voorwaarde is dan wel dat de maatregel nog aangepast kan worden. Als een maatregel uiteindelijk opgeschaald dient te worden en er dus behoefte is aan meer fundamentele kennis (onafhankelijk van de specifieke context), of als een aanpassing van de maatregel moeilijk is, verdient het de voorkeur een maatregel eerst in een meer experimentele, gecontroleerde setting te evalueren.

7. Tot slot

Verkeersmanagement is er op gericht om verplaatsingen van personen en goederen zodanig te verdelen over plaats, tijd en locatie, dat de behoefte aan verplaatsing met zomin mogelijk opont-houd en de grootst mogelijke veiligheid kan plaatsvinden. Hiertoe worden maatregelen ingezet die als doel hebben de weggebruikers te informeren dan wel in hun gedrag te sturen, zodanig dat de capaciteit van ons wegennet optimaal benut kan worden. Het uiteindelijk effect van die maatregelen wordt bepaald door het gedrag van de (individuele) weggebruiker. Aangezien maatregelen veelal (nog) niet op het individu kunnen worden gericht, is het van belang om maatregelen zo in te richten en uit te voeren dat deze tegenmoet komt aan de competenties en motivaties van de gemiddelde weggebruiker. Dé weggebruiker bestaat namelijk niet. Ondanks dat er we inmiddels aardig wat weten over de (sociaal)-cognitieve functies van de mens en de grenzen en mogelijkheden hiervan, kunnen hierin grote verschillen zijn. Niet alleen tussen individuen maar ook binnen individuen. Leeftijd, rijervaring en rijstijl zijn voorbeelden van verschillen tussen individuen die effect kunnen hebben op het rijgedrag. Maar ook emoties en motivaties binnen individuen kunnen van dag tot dag verschillen. Aangezien de meeste maatregelen worden ingezet om alle weggebruikers te bedienen, kan bij het ontwerp van maatregelen vaak het beste worden uitgegaan van de 'zwakste' weggebruiker; het zogenaamde design for all principe. Soms is inzicht in kenmerken van specifieke groepen weggebruikers echter waardevol. Zo zullen bijvoorbeeld reizigers nabij Schiphol andere behoeften hebben dan festival- of pretparkbezoekers. Bovendien zijn er steeds meer ontwikkelingen die erop gericht zijn weggebruikers meer individueel (in-car) van verkeersinformatie te voorzien.

Daarbij wordt onze verkeersomgeving steeds complexer en groeit de behoefte om weggebruikers dynamisch te informeren. Kennis van Human Factors, dat wil zeggen van het gedrag in interactie met de, steeds complexer wordende, verkeersomgeving, is daarbij onontbeerlijk. Daarom blijft het ontwikkelen van inzichten in de capaciteiten, beperkingen en behoeften van (verschillende typen) weggebruikers noodzakelijk voor het ontwerp van effectieve verkeersmanagement maatregelen.

Referenties

- Aarts, L.T. & Schagen, I.N.L.G. van (2006). Driving speed and the risk of road crashes; a review. *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 38, p. 215-224.
- Ajzen, I. (1985). From intentions to actions: a theory of planned behaviour. In J. Kuhl & B. Brehmer (Eds), *Action control. From control to behaviour*. Berlin: Springer Verlag, 11-39.
- Alblas, B.P. en Janssen, W.H. (1987). *Een veldstudie over de informatiehoeveelheid op wegwijzers*. TNO rapport IZF 1987 C-31. Soesterberg: TNO instituut voor zintuig fysiologie.
- Alblas, B.P., Janssen, W.H. & Buist, M. (1989). Een veldstudie over de informatiehoeveelheid wegwijzers II. TNO rapport IZF 1989 C-14. Soesterberg: TNO Instituut voor Zintuigfysiologie.
- Alexander, G.J. & Lunenfeld, H. (1986). *Driver Expectancy in Highway Design and Traffic Operations*. (Report FHWA-TO-86-1). Washington, D.C.: U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration.
- Ball, K. and Owsley, C. (1993). The usefull field of view test: A new technique for evaluating age related declines in visual function. *Journal of American Optometric Association*, 64: 71-80.
- Barten, M. (2006). *Misbruik spitsstroken. Resultaten van een gebruikersonderzoek* (reg. nr. MV-SE20060789). Amersfoort: DHV
- Burg, A. (1996). Visual acuity as measured by dynamic and static tests: A comparative evaluation. *Journal of applied psychology*, 50(6):460-466.
- Chorus, C. G. (2007). *Traveler response to information*.
- Clark, D., Ward, P., Truman, W. (2002). In depth accident causation study of young drivers. TRL 542. Transport research Laboratories. Crowthorne.
- Davidse, R.J. (2007). *Assisting the older driver: Intersection design and in-car devices to improve the safety of the older driver*. SWOV-Dissertatiereeks. Leidschendam, SWOV, 2007.
- Deffenbacher, J.L. Deffenbacher, D.M., Lynch, R.S. and Richards, T.L. (2003). Anger, aggression and risky behaviour. A comparison of high and low anger drivers. *Behaviour Research and Therapy*, 40, 717-737.
- De Goede, M. (2009). *Discrepantie in-car / pre-route informatie en route informatie langs de weg*. Notitie TNO in opdracht van DVS, in het kader van Praktijkproef Amsterdam.

De Goede, M., Alferdinck, J.W.A.M, Hogervorst, van der Horst, A.R.A, Martens, M.H., Hogema, J.H. (2011). *Human Factors Adviezen MTM / Signalering 2015*. (TNO rapport: TNO-DV 2011 C227). Soesterberg: TNO.

De Goede, M., van der Horst, A.R.A & Brouwer, R.F.T (2012). *Human Factors in Verkeersmanagement. Human factors reflectie op bestaande Verkeersmanagementmaatregelen*. Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart.

DHV (2008b). Schakelstrook. Concept ontwerp en inrichting en uitrusting van de schakelstrook. Dynamiseren van de autosnelweg. *Bijlage I Deelrapport misbruik dynamische rijstroken*. In opdracht van Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart.

DHV (2008a). *Concept ontwerp en inrichting en uitrusting van de Schakelstrook*. Dynamiseren van de autosnelweg. Eindrapport. In opdracht van Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart.

Heinen, H. & Sijpersma, R. (2011). *Reistijdinformatie op Dynamische Route Informatie Panelen*. Ergo Research Intelligence: Amsterdam.

Hanckmann, G., (1998). *Verkeerssignalering in Aimsun 2*. NHTV afstudeerverslag, in opdracht van DHV, Amersfoort, mei 1998.

Hoogendoorn, S.P. (2009). *Rapportage Dynamax. Aanvullend gedragsonderzoek met rijsimulator*. Technische Universiteit Delft. Afdeling: Transport & Planning.

Godthelp, J. & E. Tenkink (1990). *Zichtcriteria voor wegen en informatiedragers langs de weg. [Sight distance criteria for road design and roadside information]*. (TNO rapport IZF 1990 C-10). Soesterberg: Instituut voor Zintuigfysiologie TNO. (in Dutch).

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

Horst, A.R.A. van der (1998). *Factors influencing drivers' speed behaviour and adaptation*. (TNO Report TM-98-D006). Soesterberg: TNO Human Factors.

Kline, T.J.B., Ghali, L.M., Kline, D.W. & Brown, S. (1990). Visibility distance of highway signs among young, middle-aged and older observers: Icons are better than text. *Human Factors*, 32 : 609 – 619.

Kuiken, M. (2012). Variation in performance. In: Theeuwes, J., Horst, R. van der & Kuiken, M. *Designing safe road systems. A Human Factor Perspective*. Human Factors in road and rail transport. Ashgate Publishing Company: Burlington, USA.

Martens, M.H. & Tertoolen, G.T. (2010). Human factors advies landelijke uitrol Dynamax. TNO rapport: TNO-DV 2010 C132.

Norren, D. van (1981). *Informatiedragers langs de weg: een overzicht van zichtbaarheidsproblemen*. [Information carriers along the road: a survey of visibility problems] (TNO rapport IZF 1981 C-25). Soesterberg: Instituut voor Zintuigfysiologie TNO. (in Dutch).

Odeschalchi, P., Rutley, K.S. & A.W. Christie (1962). *The time taken to read a traffic sign and its effect on the size of the lettering necessary*. (Note No. LN/98/PO.KSR.AWC). Road Research Lab UK. (unpublished report).

Rasmussen, J. (1985). Trends in human reliability analysis. *Ergonomics* 28(8), 1185-1195.

Schuurman, H., Taale, H., Coemet, M. & Knibbe, W.J. (2006). *Effecten verkeersmanagement, cijfers van meer dan 100 (praktijk) evaluaties uit Nederland*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Adviesdienst Verkeer en Vervoer.

Shinar, D. (1977). *Driver visual limitations, diagnosis and treatment*. (Final report on National Highway Traffic Safety Administration Contract No. DOT HS5 1275). Washington DC: US Department of Transportation.

Simões, A, & Marin-Lamellet, C. (2002). Road users who are elderly: Drivers and pedestrians. In R. Fuller, J.A. Santos (Eds.). *Human factors for highway engineers*. Oxford: Elsevier.

Theeuwes, J., Horst, R. van der & Kuiken, M. *Designing safe road systems. A Human Factor Perspective*. Human Factors in road and rail transport. Ashgate Publishing Company: Burlington, USA.

Walraven, J., Varkenvisser, J. & Bijl, P. (1996). *Evaluatie van de leesbaarheid van een nieuw ANWB alfabet voor bewegwijzering*. TNO rapport TM-96-C063. Soesterberg: TNO Technische Menskunde.

Wertheim, A.H.(1986). *Over het meten van visuele opvallendheid van objecten in het verkeer*. [on the measuring of Visual Conspicuity of Objects in Traffic]. TNO report IZF 1986 C-25. Soesterberg: TNO Instituut voor Zintuigfysiologie.