

HET WEGVERKEERSSYSTEEM, BEZIEN VANUIT DE TAAK VAN DE VERKEERS-
DEELNEMER

Bijdrage symposium Sociale Verkeerskunde, Groningen - Haren,
27-29 november 1974.

In: Michon, J.A. & Van der Molen, H.H. (eds.). Sociale Verkeers-
kunde, Verslag van het symposium, gehouden in november 1974 te
Groningen, blz. 21 t/m 24. Koninklijke Nederlandse Toeristen-
bond ANWB ('s-Gravenhage, 1977)

R-74-20

Drs. D.J. Griep

Voorburg, 1974

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

1. Informatieverschaffing: visualiseringsmiddelen

In aansluiting op de lezing van Ir. E. Asmussen, getiteld: "Onderzoek(theorie) en maatregelen(praktijk)" wordt hier aangegeven op welke wijze vanuit een taakanalyse functionele eisen voor het wegverkeerssysteem tot stand kunnen komen. In het wegverkeerssysteem zijn een aantal ontwerpelementen - betreffende voertuig en weg - te onderscheiden die de faciliteiten en beperkingen leveren waarbinnen het verkeersproces en gedrag zich afspeelt. Het feitelijke verkeersproces en gedrag wordt echter bepaald door de wijze waarop de weggebruiker/voertuigbestuurder/verkeersdeelnemer/reiziger daarvan gebruik maakt. Van overwegend belang is hem te informeren over deze faciliteiten en beperkingen, maar ook betreffende de eigen mogelijkheden en beperkingen. Dit heeft geleid tot een prioriteitsstelling in het onderzoek naar waarneming en informatieverwerking in het geleiden van het voertuig langs de weg en ten opzichte van andere weggebruikers, alsmede de geleiding van oorsprong naar bestemming. Hogere gedragsniveaus betrekking hebbend op het beïnvloeden van het aantal verplaatsingen (verkeersgeneratie) en de keuze van het vervoermiddel, blijven hier buiten beschouwing.

Het onderzoek is zowel fundamenteel als toegepast gericht: welke informatie heeft de weggebruiker/voertuigbestuurder/verkeersdeelnemer/reiziger nodig, op welke wijze wordt daarin voorzien door met name de in de praktijk toegepaste bebakeningsmiddelen (verkeerstekens, wegwijzers, markeringen, voertuiglichten etc.) en door de vormgeving van aanwijsinstrumenten en bedieningsorganen in het voertuig.

2. Ontwerp en gebruik van het wegverkeerssysteem; structurele maatregelen

In het onderzoek en de daarop te baseren maatregelen wordt uitgegaan van de bestaande wegverkeersordening en wordt volstaan met informatieverschaffing. De effecten van deze maatregelen op de verkeersveiligheid worden echter bepaald door de structurele complexiteit, met name de ingewikkeldheid van de verkeersbewegingen, de heterogeniteit van de voertuigsamenstelling, discontinuïteiten in het wegverloop. Dit leidt tot een tweede groep maatregelen, die betrekking heeft op de vormgeving van voertuig en weg en de dosering, verdeling en regeling van het verkeer. Op kleine schaal toegepast leidt dit tot plaatselijke verbeteringen in het wegontwerp, de installatie van verkeerslichten, locale scheiding van verkeerssoorten, enkele eisen waaraan voertuigen in nieuwe toestand (type keuring) dienen te voldoen. Systematisch en op grotere schaal leidt deze groep maatregelen tot een indeling van voertuigen en wegen in een aantal - naar bewegingsmogelijkheden en beperkingen onderscheiden - voor de voertuigbestuurder/weggebruiker/verkeersdeelnemer duidelijk herkenbare categorieën.

Tenslotte is er een groep min of meer algemene maatregelen die betrekking heeft op het verminderen van de kans op een ongeval - gegeven een gedragsstoring (als gevolg van tekorten in het ontwerp en/of de informatieverschaffing). Deze maatregelen bewerkstelligen effect, door het, ten opzichte van het normale gebruik scheppen van extra beschikbare bewegingsruimte, bijvoorbeeld een vluchtstrook; tevens door vermindering van benodigde ruimte, bijvoorbeeld verbeterd remsysteem, verhogen stroefheid wegdek, maar ook emergency training.

De hierop volgende groep maatregelen betreft het verminderen van de kans op schade en letsel, gegeven dat het ongeval onvermijdelijk is. Dit behoort tot crash-maatregelen.

Visualisering en ontwerp + gebruik hebben invloed zowel op de efficiency van het gedrag als op de kans op storingen welke in ongevallen kunnen resulteren. Het pre-crash verkeersveiligheidsonderzoek is van-

ouds sterk gericht op informatieverschaffing en veel minder op structurele elementen betreffende het ontwerp van voertuig en weg en de verkeersordening. Toch vormen deze de randvoorwaarden waarbinnen de effectiviteit van de informatieverschaffing is bepaald (taakbelasting).

De technische faciliteiten van het wegverkeerstype zullen ook in de toekomst in sterke mate van invloed zijn op de afwikkeling en de veiligheid van het systeem. Echter het gebruik van de faciliteiten is uiteindelijk bepalend voor de eindresultaten. In dit kader is het van belang dat in het ontwerp van verkeersvoorzieningen rekening wordt gehouden met van belang zijnde mogelijkheden en beperkingen van de mens. Wanneer maatregelen worden genomen op onderdelen die worden geïsoleerd van het totale systeem, bestaat het gevaar dat afbreuk wordt gedaan aan de consistentie van de technische voorzieningen, waardoor de gebruikswaarde van het geheel slechts schijnbaar wordt verbeterd. Bijvoorbeeld groter motorvermogen zonder vergelijkbare toename in berijdbaarheid. Dit geldt ook voor de weg, bijvoorbeeld bredere en strakkere wegen (die noden tot hogere snelheden) zonder aangepaste (snel)verkeerssamenstelling, verkeersbewegingen (gescheiden rijbanen, ongelijkvloerse kruisingen) en wegdekkwaliteit (stroefheid, vlakheid). Dit illustreert de noodzaak van een systematische en geïntegreerde (kategorale) benadering.

3. Beschikbare en benodigde bewegingsruimte

Onderzoek en maatregelen kunnen worden ingedeeld naar de voorde verplaatsing of het geleiden benodigde en beschikbare bewegingsruimte. Dit sluit aan op een beslissingsmodel van de weggebruiker/verkeersdeelnemer (Griep, 1970). Onderscheidbaar zijn dan maatregelen die zijn gericht op:

- het vergroten van de beschikbare technische mogelijkheden die voertuig en weg (en ook de mens) bieden ten aanzien van hun gebruik.
- het verminderen van de door de mens benodigde bewegingsruimte.
- het verbeteren van de schatting door de mens van beschikbare en benodigde ruimte.
- het vergroten van de door de mens geaccepteerde marge tussen geschatte beschikbare en benodigde ruimte.
- het doen overschatten van benodigde en onderschatten van beschikbare ruimte.

De eerstgenoemde groep maatregelen levert voorzieningen op het vlak van technische faciliteiten betreffende voertuig en weg. Bijvoorbeeld acceleratie en remvermogen. Deze kunnen leiden tot een hogere (of lagere) verkeersprestatie bij een gelijkblijvende ongevalenquotiënt, dan wel hogere of lagere ongevalenquotiënten bij een gelijke verkeersprestatie. Dit afhankelijk van het hierna genoemde.

De tweede groep appelleert aan het door de mens gewenste rijgedrag, zoals bepaald door onder andere gewenste reistijd en manoeuvreerinspanning (taakbelasting). Bij gelijkblijvende reistijd en inspanning wordt door maatregelen uit groep 1 de veiligheid vergroot, vanwege de door de voorzieningen geboden extra reserve capaciteit. Bijvoorbeeld verbeterd rem- en accelleratievermogen. "Consumptie" van de geboden voorziening zal leiden tot verbetering in de verkeersafwikkeling bij gelijkblijvende onveiligheid. Het is vaak ondoenlijk om vooraf op betrouwbare wijze aan te geven of de verbetering in dit normale rijgedrag zal worden geconsumeerd of als reserve in noodgevallen beschikbaar blijft. Evaluatie achteraf is dan noodzakelijk.

De derde groep maatregelen betreft informatieverstopping met name visualisering van het wegontwerp en "feeling" van het voertuig. Deze groep is doeltreffend in principe zowel ten aanzien van de efficiency als ten aanzien van de veiligheid. Voor wat betreft de veiligheid is het effect voorstelbaar als een vermindering van onderschatting van benodigde ruimte en vermindering van overschatting van beschikbare ruimte, hetgeen zal resulteren in bijvoorbeeld een afname van het aantal riskante inhaalmanoeuvres. Voor wat betreft de verbeterde verkeersafwikkeling is het effect voorstelbaar als een vermindering van onderschatting van beschikbare en een vermindering van overschatting van benodigde ruimte, hetgeen zal resulteren in bijvoorbeeld een afname van het aantal ten onrechte niet benutte inhaalmogelijkheden. Aannemelijk is dat het totaal effect gelijkmatig in beide richtingen is verdeeld.

De vierde groep staat voor maatregelen op het vlak van risico acceptatie door de mens, met name voorlichting, opvoeding, propaganda. Dit betreft vergroting van het tussen geschatte beschikbare en geschatte benodigde ruimte geaccepteerde verschil. Deze maatregelen zijn secundair ten opzichte van verbetering in de informatieverstopping. (Griep, 1969).

De vijfde groep betreft een groep maatregelen in de suggestieve sfeer, die in incidentele gevallen mogelijk zijn. Bijvoorbeeld de suggestie smalle rijbaan door beplanting dicht langs de weg of snelheidssuggestie door speciale dwarsmarkeringspatronen op het wegdek, of overhellen van het voertuig in bogen als suggestie voor dwarsversnelling. Alhoewel deze maatregelen ten koste kunnen gaan van de verkeersafwikkeling, verdient de invloed ervan op het rijgedrag nader onderzoek.

4. Waarneming en informatieverwerking door de voertuigbestuurder, weggebruiker, verkeersdeelnemer, reiziger

4.1. Benodigde informatie

De door de weggebruiker/voertuigbestuurder/verkeersdeelnemer onophoudelijk benodigde informatie betreft de positie en verandering daarvan in dwars- en langsrichting ten opzichte van de laterale begrenzing en het longitudinale verloop van de weg (laterale positie, koers, snelheid) en de positie ten opzichte van andere weggebruikers (laterale en distale afstand, verschil in koers en snelheid).

De informatie is benodigd voor het bepalen van (actuele en toekomstige) feitelijke en gewenste positie in verband met onderkenning van noodzaak tot en mogelijkheden voor manoeuvreren, bijvoorbeeld verandering van laterale positie en/of snelheid bij naderen van een voorligger.

Een kortere tijd beschikbaar voor waarneming, informatieverwerking, beslissing en handeling kan worden opgevangen door:

- grotere perceptief-motorische inspanning, begrensd door het waarnemings- en reactievermogen van de bestuurder en door de dynamische eigenschappen van het voertuig en de bedieningsorganen.
- sterkere anticipatie van de waarnemingsinput, hetgeen wordt begrensd door de onregelmatigheid van de input zoals windstoten, geometrie van de weg, aanwezigheid, aard en bewegingskenmerken van andere weggebruikers alsmede de onderlinge voorspelbaarheid van weg- en verkeerseigenschappen (het beeld van de weg).
- meer efficiënte selectie en codering van informatie, begrensd door de wijze waarop de informatie wordt gepresenteerd aan en verwerkt door de weggebruiker (aftasten van het visuele veld door middel van oogbewegingen).

Het kan leiden tot:

- het selecteren van minder gedetailleerde input. Bijvoorbeeld een verandering van afstand ten opzichte van de weggkant of ten opzichte van andere voertuigen in plaats van snelheid van de afstandsverandering.

Dit resulteert in een geringer nauwkeurigheid van manoeuvreren.
- het falen van het systeem door overbelasting van de weggebruiker.

4.2. Waarneembaarheid

De waarneembaarheidsafstand van de door de weggebruiker te ontdekken stimulusobjecten (andere weggebruikers, verkeerstekens en -lichten, verkeersregelaars, markeringen, wegwijzers) wordt bepaald door een aantal fysische eigenschappen zoals afmeting, helderheid, kleur, vorm, beweging van het stimulusobject en de onderscheidbaarheid ten opzichte van (andere stimulusobjecten uit) de omgeving, de plaats in het gezichtsveld en de mate van onzekerheid naar tijd en plaats, alsmede eigenschappen van de atmosfeer. Dit in relatie tot een aantal psychofysiologische eigenschappen zoals de diverse drempelgevoeligheden van het oog zoals (Cole 1972; Geldard 1972) gezichtsscherpte, bewegingsdetectie, gevoeligheid van het oog voor kleur- en helderheid(scontrast) alsmede de verschillen dienaangaande afhankelijk van foveaal of meer perifeer zien. Naarmate de onzekerheid naar tijd en plaats van een stimulusobject groter is, wordt het ondanks overigens goede waarneembaarheidseigenschappen, gemakkelijk voorbij gezien. Waarneembaarheid is onder te verdelen in:

- a. zichtbaarheid (stimulusobject, atmosfeer, drempelgevoeligheid van het oog);
- b. opvallendheid (stimulusobject ten opzichte van overige objecten in het visuele veld);
- c. localiseerbaarheid (stimulusobject ten opzichte van een geometrisch referentiesysteem).

4.3. Herkenbaarheid

Waarneembaarheid is noodzakelijk maar daarmee is de herkenning van een stimulusobject als verkeersobject of -teken niet bepaald. De herkenning wordt gespecificeerd als:

- onderkenning van het waargenomene als verkeersobject, bijvoorbeeld een verkeersteken of een voertuig.

- herkenning van de klasse verkeersobjecten waartoe het behoort, bijvoorbeeld een verbodsbord of een vrachtwagen.
- interpretatie van de betekenis binnen de klasse, bijvoorbeeld een inrijverbod of een stilstaande vrachtwagen.

De herkenbaarheid wordt voor een deel bepaald door min of meer specifieke perceptieve elementen zoals kleur, vorm, helderheid, voor een ander deel door de ingewikkeldheid van het mentale proces (informatieverwerking) (Roszbach 1974). Bijvoorbeeld een zogenaamde dwangpijl met onderbord "geldt uitsluitend voor fietsen", waarmee duidelijk moet zijn dat de overige categorieën de straat in twee richtingen mogen berijden.

4.4. Informatie, signalen, signaaltypen

De weggebruiker verkrijgt meestal impliciete informatie uit directe waarneming van het stimulusobject. Bijvoorbeeld een snelheidsverschil ten opzichte van een voorligger door waarneming en verwerking van de schijnbare verandering in de afstand tussen de achterlichten van de voorligger.

Soms is de informatie expliciet, dat wil zeggen gecodeerd in afzonderlijke signalen. Bijvoorbeeld remlichten of een richtingaanwijzer waarvan de betekenis - afremmen, van richting veranderen - berust op bij afspraak gekozen codes - aantal, plaats op het voertuig, kleur; kleur knipperfrequentie, plaats op het voertuig. Signalen worden ingedeeld naar de fase - waarneming, informatieverwerking, beslissing, handeling - waarin zij de weggebruiker behulpzaam zijn (Griep 1974). Dit sluit aan bij het in de ergonomie of human factors engineering gangbare onderscheid.

- Waarschuwingssignalen bereiden de weggebruiker voor op waarneming respectievelijk handeling en verhogen zijn waakzaamheid (bijvoorbeeld waarschuwingssignalen, knipperlichten).
- Perceptie of geheugen steunende signalen zijn geïndiceerd voor situaties waarin de reikwijdte of het onderscheidingsvermogen van de zintuigen of de capaciteit van het geheugen tekort schieten. Bijvoorbeeld wegwijzers, incident detectie en signalering.

- Informatie verwerkingsondersteunende signalen ("aiding") zijn geïndiceerd voor moeilijke mentale operaties met name processen analoog differentiatie zoals het schatten van snelheden op basis van op verschillende tijdstippen waargenomen posities en voor processen analoog integratie zoals het bepalen van toekomstige positie op basis van waargenomen aktuele positieverandering. Bijvoorbeeld benodigde stopafstand afhankelijk van snelheid en remvertraging van eigen of ander voertuig.
- Beslissingsondersteunende signalen (quickenings) waarmee het tijdstip en/of de aard van de gewenste manoeuvre wordt aangegeven - bijvoorbeeld verbodsborden, verkeerslichten; bij geavanceerde systemen wordt de uitvoering van de manoeuvre door signalen begeleid.
- Voorspellende signaleringssystemen. Deze zijn in gebruik op traagreacterende vaar- of vliegtuigen bij complexe manoeuvres zoals meren of landen, die gekenmerkt worden door veel en moeilijk verkrijgbare en/of te verwerken informatie en een geringe veiligheidsmarge in de uitvoering. Zij stellen de bestuurder in staat de beslissing over het uitvoeren van de manoeuvre te baseren op de in beeld gebrachte gesimuleerde uitkomst ervan op een tijdstip dat in werkelijkheid met de manoeuvre nog een begin moet worden gemaakt. Voor wegvoertuigen die een grotere manoeuvreerbaarheid bezitten is toepassing van dergelijke systemen minder urgent. De voorzover bekend meest geavanceerde vorm van verkeerssignalering is het zogenaamde "moving merge system" (True en Rosen 1973), waarmee op een plaats en tijdstip dat is bepaald door de aankomst van een invoegend voertuig de aanwezigheid van een voor invoegen acceptabel hiaat in de verkeersstroom wordt voorspeld. De invoegende bestuurder wordt daarbij in de uitvoering van de manoeuvre door signalering begeleid. Een dergelijk - eventueel vereenvoudigd - systeem zou geïndiceerd kunnen zijn voor in geometrie en/of verkeerskenmerken uitzonderlijke situaties, zoals bij invoegen te korte invoegstrook, te grote kruisingshoek, te weinig uitzicht, in het geval rekonstruktie van de weg als maatregel niet in aanmerking komt.

Volledige automatisering van manoeuvres wordt in het wegverkeer (nog) niet toegepast; wel in het spoorwegverkeer: automatische treinbeïnvloeding.

De in het wegverkeer toegepaste signalering is veelal beperkt tot discontinuïteiten, met name kruispunten. Uitzondering op wegvakken zijn situaties waarin zich collectief ongewenst gedrag voordoet zoals filevorming: file-beveiligingssysteem en andere incident detectie- en signaleringssystemen.

4.5. Het beeld van de weg; voorspelbaarheid

De behoefte aan informatie kan worden verminderd door het toenemen van algemene en met de tijd onveranderlijke weg- en verkeerseigenschappen. De voorspelbaarheid kan worden vergroot door het verminderen van spreiding naar tijd en plaats, bijvoorbeeld de plaatsafhankelijke aanwezigheid en straal van bogen, de tijdafhankelijke aanwezigheid van langzaam verkeer op een weg (behorende tot de categorie niet-auto (snel)-wegen) en door het bewerkstelligen van implicatieve relaties tussen eigenschappen. De autosnelweg heeft per definitie gescheiden rijbanen en ongelijkvloerse kruisingen. Niet alle wegen met gescheiden rijbanen hebben echter ongelijkvloerse kruisingen en niet alle ongelijkvloerse kruisingen komen voor op dubbelbaans wegen. Een weg met gescheiden rijbanen behoeft dus nog niet tevens ongelijkvloerse kruisingen te bezitten. Vanwege de frequentie van voorkomen zal de relatie door de weggebruiker echter wel worden verondersteld. Dit sterker naarmate de statistische associatie tussen de oorspronkelijke eigenschap (bijvoorbeeld gescheiden rijbanen) en de afgeleide eigenschap of eigenschappen (bijvoorbeeld ongelijkvloerse kruisingen, afwezigheid van langzaam verkeer) sterker is. Dat wil zeggen naarmate de relatieve frequentie van voorkomen:

1. van de afgeleide eigenschap A, gegeven de oorspronkelijke eigenschap 0 groter is, $p(A | 0)$;
2. van de afgeleide eigenschap, gegeven de afwezigheid van de oorspronkelijke eigenschap kleiner is, $p(A | \bar{0})$;
3. van de afwezigheid van de afgeleide eigenschap, gegeven de aanwezigheid van de oorspronkelijke eigenschap kleiner is, $p(\bar{A} | 0)$;
4. van de afwezigheid van de afgeleide eigenschap, gegeven de afwezigheid van de oorspronkelijke eigenschap groter is, $p(\bar{A} | \bar{0})$.

De uitkomst van de door de weggebruiker gemaakte veronderstellingen over relaties wordt bepaald door:

- a. de frequentie waarmee de relaties zich in werkelijkheid voordoen.
- b. de kennis daarover bij de weggebruiker.
- c. de waarneembaarheid van de oorspronkelijke eigenschap; deze is groot voor permanent zichtbare dichotome, dat wil zeggen wel/niet aanwezige eigenschappen zoals wel/niet gescheiden rijbanen.
- d. het beslissingscriterium van de weggebruiker.

De situatie waarin pakweg 95% kans bestaat op afwezigheid van langzaam verkeer, gegeven gescheiden rijbanen, scheidt per conflict groter gevaar in de vorm van het te laat of niet waarnemen van de aanwezigheid en/of de bewegingskenmerken van de medeweggebruiker, dan de situatie waarin deze kans kleiner is. Wanneer de frequentie van voorkomen van een situatie of gebeurtenis zodanig gering is, maar daarentegen het waarschuwingssignaal voortdurend zichtbaar is, zal de effectiviteit van de signalering overeenkomstig gering zijn. Een signalering betrokken op het tijdstip dat de gebeurtenis zich werkelijk voordoet, het vergroten van de mogelijkheden tot directe waarneming ervan en/of de frequentie van voorkomen zijn dan doeltreffender alternatieven.

4.6. De ergonomie van het voertuig

Aspecten met betrekking tot mogelijkheden en beperkingen van de mens van toepassing op het voertuigontwerp betreffen:

- waarneming en informatieverwerking, met name obstructie in het voorwaartse gezichtsveld door raamspijlen, ooghoogte boven het wegdek, bovenwaarts, zijwaarts + achterwaarts (achteruitkijkspiegels) zicht, minimum en maximum helderheid van voertuiglichten in verband met contrast en verblindingsgevoeligheid van het oog; meer niveauschakeling in verband met afleesbaarheid van aanwijsinstrumenten in het voertuig; niet visuele waarneming (tast, kinesthesis).
- bedieningsorganen, karakteristieken van gas-, rem-, stuur- en koppelingspedaal (bijvoorbeeld benodigde kracht).
- stabiliteit en manoeuvreerbaarheid van het voertuig onder normale om-

5. Literatuur

Asmussen, E. Wetenschappelijk onderzoek van het verkeers- en vervoerssysteem; toegespitst op de verkeersveiligheidsaspecten, in: De Ingenieur, 85 (1973), 20, blz. 410-413.

Botma, H. Het effect van verkeersafhankelijke signaleringssystemen op verkeersafwikkeling en veiligheid. SWOV 1974.

Cole, B.L. Visual aspects of road engineering. Proceedings 6th Conference of the Australisan Road Research Board. Vol. 6 part 1, 1972.

Forbes, L. et al. Field of view from automotive vehicles. Society of Automotive Engineers Inc. SAE SP - 381, Automobile Engineering Meeting Detroit, Michigan, May 14-18, 1973.

Geldard, F. The human senses. N.Y. Wiley 1972.

Griep, D.J. Propaganda and alternative countermeasures for road safety. Accident Analysis & Prevention 2(1970) 2: 127-140.

Griep, D.J. Aspecten van het verkeersgedrag. Syllabus cursus Verkeersregeltechniek. Stichting Postakademiale Vorming Verkeerskunde TH-Delft, 1974.

Harvey, L.O. & Michon, J.A. The perception of manoeuvres of moving vehicles. Progress report I. Effects of viewing distances and angular separation. IZF-rapport 1971-C6.

Kelley, Ch.E. Theory on manual and automatic control. N.Y. Wiley 1968.

Michon, J.A. Gebruikersaspecten van het verkeerssysteem. Syllabus cursus Verkeersveiligheid. Stichting Postakademiale Vorming Verkeerskunde TH-Delft, 1974.

Noordzij, P.C. Gebruiksaspecten verkeersveiligheidsvoorzieningen;
Psychologische gedragsbeïnvloeding. Syllabi cursus Verkeersveiligheid.
Stichting Postakademiale Vorming Verkeerskunde TH-Delft, 1974.

Roszbach, R. Verlichting en signalering aan de achterzijde van voertuigen. SWOV, 1974.

Wouters, P. Stabiliteit, manoeuvreerbaarheid en berijdbaarheid van tweewielers. SWOV, 1974.