

**TAAKANALYSE EN KWANTIFICATIE VAN INHALEN OP
TWEESTROOKSWEGEN**

Geertje Hegeman, Technische Universiteit Delft, g.hegeman@ct.tudelft.nl

Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 2004,
24 en 25 november 2005, Antwerpen

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	1
2	Aanpak taakanalyse inhalen.....	2
2.1	<i>Inhaalfrequentie studie</i>	2
2.2	<i>Observaties inhaalgedrag.....</i>	3
3	Taakanalyse van inhalen op tweestrookswegen.....	4
3.1	<i>Fase 1: Beslissing om in te halen</i>	5
3.2	<i>Fase 2: Voorbereiding inhalen</i>	8
3.3	<i>Fase 3: Rijstrookwisseling naar rijstrook van de tegenliggers.....</i>	9
3.4	<i>Fase 4: Het passeren</i>	10
3.5	<i>Fase 5: Rijstrookwisseling terug naar eigen rijstrook.....</i>	10
3.6	<i>Samenvattend.....</i>	11
4	Internationale verschillen in inhalen op tweestrookswegen.....	11
4.1	<i>Snelheidslimiet en wens om in te halen.....</i>	12
4.2	<i>Inhaalverboden.....</i>	12
4.3	<i>Regels en uitvoering inhaalmanoeuvres</i>	14
4.4	<i>Samenvattend.....</i>	16
5	Nut en noodzaak taakanalyse van inhalen	16
5.1	<i>Kansen bestuurdersondersteunende systemen op inhalen</i>	16
6	Conclusies.....	17
	Referenties	19

Samenvatting

Taakanalyse en kwantificatie van inhalen op tweestrookswegen

Inhalen op tweestrooks-stroomwegen en -gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom is een oorzaak voor vaak ernstige ongelukken. Bestuurders geven aan behoefte te hebben aan ondersteuning bij inhalen op dit soort wegen. Om inhalen makkelijker en veiliger te maken is het noodzakelijk de inhaalbeweging volledig te doorgronden. Daarom met behulp van observaties van inhaalfrequentie en inhaalgedrag een taakanalyse gemaakt. De taakanalyse van inhalen bestaat uit vijf fasen: beslissing om in te halen, voorbereiding inhalen, rijstrookwissel naar rijstrook van tegenliggers, het passeren en rijstrookwissel terug naar eigen rijstrook. Deze vijf fasen bevatten meer dan 20 uit te voeren subtaken. De totale inhaalbeweging duurt gemiddeld 7.8 seconden, met een standaard afwijking van 2.5 seconden. Uit een mini-enquête onder bestuurders van 15 verschillende landen blijkt dat de subtaken van een inhaalbeweging weinig verschillen. Alleen ‘flikkeren met groot licht’ is in sommige landen verplicht of gebruikelijk. De uitvoering in de praktijk blijkt wel te verschillen, variërend van ‘zoals de regels’ tot ‘inhalen terwijl er een tegenligger aankomt’ (drie voertuigen naast elkaar op twee rijstroken) en ‘voorligger gaat op vluchtstrook rijden om inhaler te laten passeren’. De taakanalyse van inhalen is nuttig voor het systematisch testen van (te ontwikkelen) bestuurdersondersteunende systemen.

Summary

Task analysis and quantification of overtaking on two-lane rural roads

Overtaking on two-lane rural roads causes several fatalities each year. Drivers indicate a need for assistance to perform an overtaking manoeuvre. To be able to improve the performance of overtaking on bi-directional roads, a thorough understanding of the manoeuvre is necessary. Therefore a task analysis of overtaking is made, existing of the phases: decision to overtake, preparation, lane change to lane for opposing traffic, pass, lane change back to own lane. These five phase include over 20 subtasks. Observations of overtaking frequencies and overtaking behaviour are used to quantify these tasks. The total overtaking manoeuvre takes on average 7.8 seconds, with a standard deviation of 2.5 seconds. To verify the international validity of the task analysis, a small questionnaire amongst drivers in 15 different countries is done. Besides an extra tasks of flicking headlights in the dark, all tasks of overtaking are similar in the included countries. The performance in practice however, fairly differs, varying from 'performance as the law prescribes' to 'performance while opposing vehicle is present (three vehicle on two lanes)' and 'lead vehicle moves to the shoulder lane to let the overtaker pass'. The task analysis of overtaking will be useful for the design of driver assistance systems aiming to ease overtaking.

1 Inleiding

Inhalen op tweestrookswegen is niet makkelijk. De inhaler dient rekening te houden met het in te halen voertuig, met tegenliggers en mogelijk andere inhalers. Op gebiedsontsluitingswegen en stroomwegen buiten de bebouwde kom is inhalen een belangrijke oorzaak voor ernstige ongelukken (SWOV 2003). Verkeerskundigen schatten dat rijstrookwisselingen, de oorzaak zijn van 4 tot 10% van alle ongelukken wereldwijd (Lee, Olsen et al. 2004). In Nederland wordt op tweestrookswegen met een limiet van 80 of 100 km/u 7% van het totaal aantal ongelukken veroorzaakt door frontale botsingen, maar deze vertegenwoordigen ongeveer de helft van alle dodelijke ongelukken op deze wegen (Schermers en Hoek 2004). Naast de ongelukken die inhalen op tweestrookswegen veroorzaken, toont ook de behoefte aan hulp bij inhalen aan, dat inhalen niet makkelijk is. In een enquête over behoefte aan ondersteuning van verschillende rijtaken, gaf 75% van de respondenten aan behoefte te hebben aan een ‘dode hoek waarschuwingssysteem’ tijdens rijstrookwisselingen op rurale wegen en 61% had behoefte aan een systeem dat waarschuwt voor tegenliggers tijdens inhalen op rurale wegen (Driel en Arem 2005).

Voor de bestrijding van ongelukken door inhalen en voor de ontwikkeling van ondersteunende systemen bij inhalen is een uitgebreide analyse van de inhaalbeweging noodzakelijk. Met behulp van een taakanalyse van inhalen kunnen bijvoorbeeld de probleempunten van de beweging worden gevonden of kan worden bekeken wanneer een ondersteunend systeem moet worden geactiveerd.

Deze paper beschrijft de taakanalyse van inhalen. Hierin zijn alle subtaken die een bestuurder moet uitvoeren voor een inhaalbeweging op tweestrookswegen beschreven. Ook is de relatie tussen de taken weergegeven. Waar mogelijk zijn de taken gekwantificeerd, bijvoorbeeld door aan te geven hoe lang het duurt om een bepaalde taak uit te voeren. De taakanalyse is gebaseerd op de Nederlandse verkeerssituatie. Om de toepasbaarheid van deze analyse in andere landen te verifiëren, is een enquête gehouden onder bestuurders in 15 verschillende landen, over de daar geldende inhaalregels en –strategieën. Vervolgens is gekeken hoe de taakanalyse van het inhalen kan bijdragen aan het voorkomen van ongelukken door inhalen en aan de ontwikkeling van bestuurdersondersteunende systemen. Het paper sluit af met een aantal conclusies.

De resultaten van deze taakanalyse van inhalen zijn inmiddels nuttig gebleken voor het ontwerp van een rijnsimulator experiment, waarin het effect van een inhaalstrook en een inhaalassistent op de uitvoering van de inhaalbeweging worden onderzocht. De resultaten van dit experiment worden eind 2005 verwacht.

2 Aanpak taakanalyse inhalen

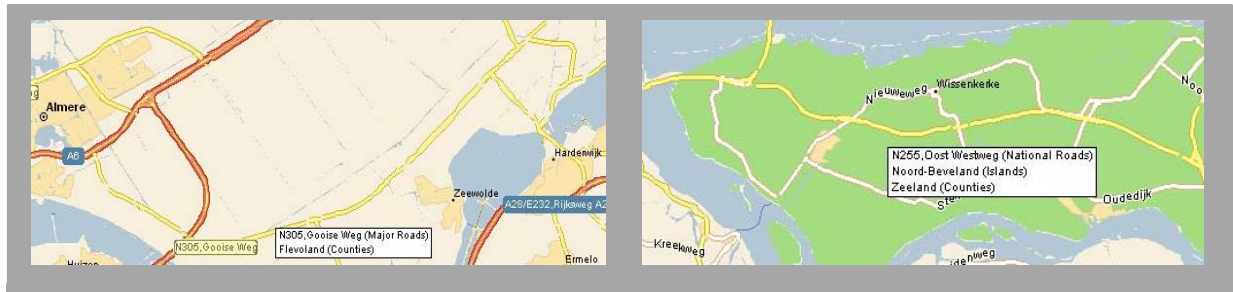
De basis voor de in deze paper besproken taakanalyse van inhalen op tweestrookswegen in Nederland is de engelse taakanalyse uit 1970 (McKnight en Adams 1970). Deze analyse is aangepast voor de huidige, Nederlandse situatie. Kennis over de inhaalbewegingen op Nederlandse wegen is opgedaan in een studie naar inhaalfrequentie (Hegeman 2004) en een studie naar inhaalgedrag (Hegeman, Brookhuis et al. 2005). Deze twee studies zijn gebruikt om alle subtaken van een inhaalbeweging te bepalen en te kwantificeren. Beide zijn in de volgende paragrafen kort beschreven.

2.1 Inhaalfrequentie studie

Inhaalfrequentie-observaties hebben plaatsgevonden in Flevoland en Zeeland. Drie observaties vonden plaats op de N305 Almere-Zeewolde, een stroomweg buiten de bebouwde kom met een snelheidslimiet van 100 km/u en een limiet van 80 km/u voor vrachtwagens en auto's met aanhangers. Figuur 1 toont de weg, die was geselecteerd vanwege zijn ideale inhaalomstandigheden: een vlakke weg met weinig bochten en relatief lange wegvakken tussen opeenvolgende kruispunten. De eerste observaties op deze weg, uitgevoerd om de observatiemethode te testen, duurde drie uur, de tweede en derde beide acht uur. Voor alle observaties is één wegvak met een lengte van ongeveer vijf kilometer, op beide rijrichtingen geobserveerd met camera's en waarnemers. De inhaalfrequentie is bepaald door de volgorde van voertuigen aan het begin en eind van het wegvak met elkaar te vergelijken. Als deze is veranderd, dan is er ingehaald. Tijdens de tweede acht uur durende meting is ook een volgend wegvak geobserveerd (4,7 km) waarop een inhaalverbod gold, weergegeven door een dubbele doorgetrokken asmarkering (volgens de sobere duurzaam veilig voorschriften, beschreven in (Koorstra 1992).

Een belangrijk kenmerk van de N305 is het verschil in verkeersvolume op de twee rijrichtingen. De metingen vonden plaats van 12.00 uur 's middags tot 20.00 uur 's avonds.

Op sommige momenten in de avondspits was de drukte in de richting van Zeewolde twee keer zo groot als richting Almere. Het meeste verkeer op deze weg heeft een woon-werk motief.



Figuur 1: Links de N305 Almere-Zeewolde, provincie Flevoland, rechts de N255 Oostwestweg, provincie Zeeland (Bron: www.map24.nl)

De tweede geobserveerde weg is de N255, de Oostweg in Zeeland. Ook dit is een stroomweg, met hetzelfde snelheidsregime als de N305. Deze weg is op een werkdag en op een feestdag (Pasen) op een wegvak zonder inhaalverbod en een wegvak met inhaalverbod zes uur geobserveerd. De verdeling van het verkeer op de rijstroken verschilde niet veel. Voor de drukste richting is de inhaalfrequentie bepaald en op de andere richting is alleen de intensiteit gemeten. Het verkeer op deze weg heeft voornamelijk een recreatief motief (Hegeman 2004).

2.2 Observaties inhaalgedrag

Een tweede dataset die is gebruikt voor het maken en kwantificeren van de taakanalyse van inhalen is afkomstig van observaties van inhaalgedrag (Hegeman et al. 2005). Met een onopvallend geïnstrumenteerd voertuig is ‘langzaam’ gereden om inhaalbewegingen van andere weggebruikers op een hoog detailniveau te observeren. Deze observaties vonden ook plaats op de N305, waar de inhaalfrequentie hoog bleek.



Figuur 2: Het geïnstrumenteerde voertuig met de cameraposities

Figuur 2 toont het geïnstrumenteerde voertuig, een ‘gewone’ Renault 19 met redelijk onopvallende camera’s en apparatuur. Deze werd bestuurd door de onderzoekers, die met zo constant mogelijke 70, 80 of 90 km/u reden. Voor deze drie snelheden zijn respectievelijk 13, 24 en 11 inhaalbewegingen waargenomen. Al deze inhaalmanoeuvres zijn opgenomen met twee camera’s en deze beelden zijn uitgebreid geanalyseerd. Gegevens als knipperlichtgebruik, volgafstand voor de inhaalbeweging, duur van de inhaalbeweging en time-to-collision (TTC) met eerstvolgende tegenligger zijn geanalyseerd. Dit leidde tot de volgende classificatie van inhaalstrategieën, waarvan de eerste drie ook in andere studies zijn gebruikt (Wilson en Best 1982):

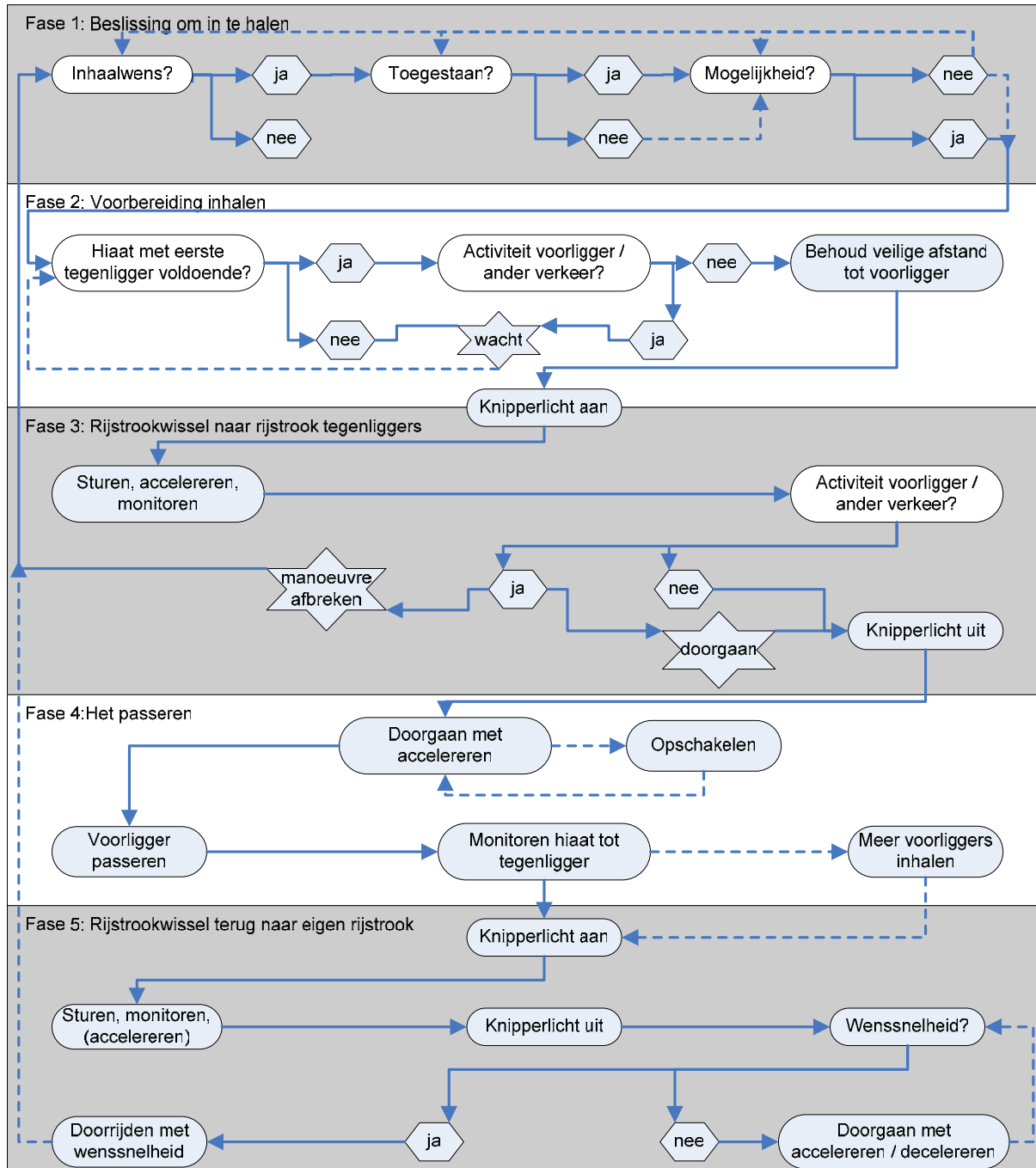
- | | |
|----------------|---|
| Normaal / | De inhaler benadert de voorligger en past zijn snelheid aan. Dan gaat de inhaler kijken of het versnellend mogelijk is om in te halen. Zodra dit mogelijk is, begint de inhaalmanoeuvre en versnelt de inhaler; |
| Vliegend | De inhaler rijdt met zijn wenssnelheid, ziet een voorligger, kijkt of inhalen meteen mogelijk is en doet dit, zonder zijn snelheid aan te passen; |
| ‘Meeliften’ | Een ander (voorliggend) voertuig haalt de voorligger in en de inhaler gaat er meteen achteraan. Dus de inhaler blijft achter de directe voorligger en samen halen ze de langzamere voorligger in; |
| 2 ⁺ | De inhaler haalt de voorligger in (kan versnellend en vliegend zijn) en haalt meteen ook één of meerder voertuigen voor de voorligger in. Dus het minimale aantal ingehaalde voertuigen is 2. |

De taakanalyse van het inhalen is verschillend voor de vier inhaalstrategieën. Voor deze paper is gekozen om een taakanalyse te maken voor een normale of versnellende inhaalbeweging. Dit is min of meer de basis inhaalbeweging, ‘meeliften’ en ‘2⁺’ zijn hierop gebaseerd. De vliegende inhaalbeweging is de makkelijkste inhaalstrategie, maar op de drukke Nederlandse wegen is het vaak niet mogelijk om deze strategie toe te passen op tweestrookswegen.

3 Taakanalyse van inhalen op tweestrookswegen

De in deze paper beschreven taakanalyse van inhalen is opgedeeld in vijf fasen, die elk bestaan uit een aantal basis controle taken, algemene rijtaken en situatie gerelateerd gedrag. Alle fasen van de taakanalyse van inhalen worden in de volgende paragrafen beschreven. Figuur 3 laat een schematisch overzicht van de hele taakanalyse van inhalen zien. Dit is een zogenaamd stroomschema, waar de inhaler langs de pijlen doorheen stroomt. Bij elke beslissing (ja / nee) splitst de pijl en afhankelijk van het ‘juiste’ antwoord, gaat de

inhaalbeweging door, of moet de inhaller opnieuw beginnen / wachten. De gestippelde lijnen geven mogelijke (alternatieve) paden aan.



Figuur 3: Taakanalyse van inhalen op tweestrookswegen

3.1 Fase 1: Beslissing om in te halen

De eerste fase van normale inhaalbewegingen op tweestrookswegen is de beslissing om in te halen. De eerste vraag in deze fase is of de bestuurder de wens heeft om in te halen. Deze

wens hangt af van de wensnelheid van de potentiële inhaler, de wensnelheid van de voorligger, maar hangt ook af van de gemoedstoestand van de inhaler, of hij/zij bijvoorbeeld haast heeft. De inhaalwens is moeilijk te meten, maar is gerelateerd aan de inhaalvraag en inhaalfrequentie. De macroscopische, theoretische inhaalvraag kan worden berekend met de zogenaamde ‘catch-up’ formule van Wardrop (Wardrop 1952):

$$\rho_p = \frac{k^2 \gamma(u)}{2} = \frac{k^2 \sigma_s(u)}{\sqrt{\pi}} \approx 0.564 \frac{q^2 \sigma_s(u)}{\bar{u}_s^2} \quad 1$$

Waarin q de intensiteit is [pae/u], k de dichtheid [pae/km], σ_s de standaard deviatie van de gemiddelde snelheid \bar{u}_s [km/u] en het gemiddeld snelheidsverschil is $\gamma(u) = 2\sigma_s \pi^{-1/2}$ (Stuart en Ord 1987). Deze inhaalvraag is berekend voor de geobserveerde wegvakken van de N305 en de N255 in de inhaalfrequentie studie. Tabel 1 toont de geobserveerde inhaalfrequenties en de theoretische inhaalvraag voor geobserveerde wegvakken.

Tabel 1: Geobserveerde inhaalfrequentie en theoretische inhaalvraag voor de inhaalfrequentie observaties

	F0-dir1	F0-dir2	F1-dir1	F1-dir2	F2-dir1	F2-dir2	F2-dir1-X	F2-dir2-X	ZW	ZW-X	ZF	ZF-X
Intensiteit [vtg/u]	1023	456	692	429	536	334	413	291	258	271	438	470
Tegemoetkomende intensiteit [km/u]	456	1023	429	692	334	536	291	413	231	227	320	320
Gemiddelde snelheid [km/u]	86	92	92	88	89	89	84	88	89	86	87	83
Standaard deviatie snelheid [km/u]	5.8	7.2	7.9	7.6	6.5	7.8	9.3	8.4	8.0	8.8	8.5	7.6
Theoretische inhaalvraag [pae/km/u]	533	111	297	124	154	75	148	65	41	53	129	143
Inhaalfrequentie [# / km/u]	52	4	25	7	23	7	1	1	7	1	16	2
Frequentie / vraag [%]	10	3	9	5	15	9	1	2	16	1	13	1

F# = Metingen in Flevoland (N305), dir# = rijrichting, X = inhalen verboden, Z = metingen in Zeeland, W = werkdag, F = feestdag. Voor de inhaalvraag is de intensiteit van vtg/u omgerekend naar pae/u door het percentage vrachtwagens te vermenigvuldigen met twee.

Uit Tabel 1 blijkt dat de werkelijke inhaalfrequentie lager is dan de theoretische inhaalvraag. Maximaal 16% van de vraag is daadwerkelijk uitgevoerd. Volgens de theoretische inhaalvraag willen bestuurders al bij bijvoorbeeld 0.1 km/u snelheidsverschil inhalen. Deze is duidelijk een overschatting van de werkelijke inhaalvraag. Maar, de geobserveerde inhaalfrequentie is een onderschatting van de werkelijke inhaalvraag. Bijvoorbeeld in Flevoland is op de drukke rijrichting, met minder tegenliggers, veel meer ingehaald. Nu kan de vraag in de rustige rijrichting ook minder zijn doordat er minder voertuigen zijn (is ook afhankelijk van de snelheid en standaard deviatie), maar in Zeeland, op de feestdagmeting, is het ongeveer even druk, met minder tegenliggers en meer inhaalbewegingen. De werkelijke inhaalvraag / wens zal ergens tussen de theoretische vraag en waargenomen frequentie liggen.

Een bestuurder met een inhaalwens kijkt of het op het wegvak is toegestaan om in te halen. In Nederland wordt een inhaalverbod voor vrachtwagens aangegeven door borden, algemene inhaalverboden worden altijd ondersteund door minimaal één doorgetrokken asmarkering. Een paar jaar geleden werd dit alleen toegepast op plaatsen waar het niet veilig is om in te halen wegens infrastructurele kenmerken als heuvels of onoverzichtelijke wegvakken (bochten e.d.). Maar volgens de huidige richtlijnen voor een duurzaam veilige infrastructuur moeten alle tweestrooks-stroomwegen en -gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom worden uitgevoerd met een inhaalverbod, minimaal weergegeven door een dubbele doorgetrokken asmarkering, maar liever ook met een fysieke scheiding tussen de twee rijrichtingen. Wegbeheerders zijn niet verplicht om een duurzaam veilig wegontwerp toe te passen. Als een inhaalverbod is uitgevoerd zonder fysieke scheiding, kunnen inhalers besluiten dit verbod te negeren. Zoals in Tabel 1 is te zien, zijn er inhaalmanoeuvres geobserveerd op de wegvakken met inhaalverbod. Op de N255 in Zeeland, met vrijwel gelijke intensiteiten op beide rijrichtingen, negeren respectievelijk 11% (werkdag) en 13% (feestdag) het inhaalverbod en op de N305, op de rijrichting met veel tegenliggers 15% en op de andere richting 'slechts' 5%. Dit impliceert dat bestuurders die minder mogelijkheden krijgen om in te halen eerder geneigd zijn om een inhaalverbod te overtreden. In Figuur 3 is met een stippellijn de mogelijkheid aangegeven dat bestuurders toch inhalen, ondanks een inhaalverbod.

Figuur 3 laat zien dat als er een inhaalwens is en het is toegestaan om in te halen de volgende taak is om te zoeken naar een inhaalbaarheid. In deze fase van de inhaalbeweging wordt gekeken naar mogelijke infrastructurele (zichts)beperkingen, zoals heuvels, bochten, kruispunten, bruggen of tunnels. Geen van deze beperkingen mogen aanwezig zijn op de gehele afstand die nodig is voor het uitvoeren van de inhaalbeweging. McKnight en Adams nam aan dat deze afstand wordt geschat door de inhaler op basis van de snelheid van de voorligger (McKnight et al. 1970). De inhaalafstand hangt ook af van de acceleratiemogelijkheden van het voertuig van de bestuurder, welke weer afhankelijk is van hoe zwaar het voertuig is beladen (passagiers, bagage, aanhanger), bekendheid met het voertuig en of het voertuig in goede conditie is. Naast voldoende inhaalafstand, moet de inhaler ook rekening houden met veiligheidsmarges om terug te keren naar de rechter rijstrook, waarbij voldoende afstand tot het ingehaalde voertuig wordt gehouden. Ook voor de

mogelijkheid van inhalen geldt dat bestuurders die bijvoorbeeld veel haast hebben en veel risico durven nemen, toch gaan inhalen, ondanks dat de mogelijkheid beperkt is. Dit is in Figuur 3 aangegeven met een stippellijn.

In de eerste fase van de inhaalbeweging worden factoren uit het lange termijn geheugen van bestuurders geverifieerd (Houtenbos, Hagenzieker et al. 2004). Meer dynamische factoren, zoals de aanwezigheid van tegenliggers, wordt behandeld in de volgende fase. De inhaalbaarheid die hier is bepaald door de inhaler heeft als resultaat een inschatting of een inhaalmanoeuvre kan worden uitgevoerd in de beschikbare inhaalafstand. Tijdens de observaties van inhaalbewegingen was het bij één inhaalbeweging duidelijk te zien dat de bestuurder wachtte met inhalen, totdat een flauwe bocht was gepasseerd. Een dergelijke beslissing is genomen in de eerste fase van de inhaaltaak.

De totale tijdsduur van de eerste fase van de inhaalbeweging is lastig te bepalen. Een ‘normale’ inhaalbeweging kan worden uitgevoerd, nadat de inhaler een bepaalde tijd heeft gewacht op een bruikbaar hiaat. Deze kan snel beschikbaar zijn, maar het kan ook een paar minuten duren, waarin de eerste fase van een inhaalbeweging meerdere keren wordt doorlopen.

3.2 Fase 2: Voorbereiding inhalen

De tweede fase van de taakanalyse van inhalen, de voorbereiding, begint met het inschatten van het hiaat tot de eerstvolgende tegenligger. Bestuurders kunnen de snelheid van tegemoetkomende voertuigen moeilijk inschatten. Schattingen hiervan zijn vaak gebaseerd op hun eigen snelheid en de snelheidslimiet (McKnight et al. 1970). Bij de meeste, tijdens de observaties geobserveerde inhaalmanoeuvres was geen tegemoetkomend voertuig in zicht op het moment dat de manoeuvre begon.

Nadat de inhaler heeft vastgesteld dat het hiaat tot de eerstvolgende tegenligger voldoende groot is, gaat de inhaler het overige verkeer bestuderen, beginnend met de voorligger. Als de voorligger zijn knipperlicht aan heeft, van rijstrook verandert, afremt of aan het slingeren is, moet de inhaler besluiten (nog) niet in te halen. Veranderingen in snelheid van de voorligger zijn moeilijk in te schatten voor de inhaler. In een volgsituatie (beide voertuigen gelijke snelheid) met een afstand van 30 meter tussen beide voertuigen, zal de volger pas een

verandering in afstand detecteren als deze groter is dan 3.7 m (Mortimer 1988). Tijdens de observaties van inhaalgedrag was het geïnstrumenteerde voertuig de voorligger, welke zo constant mogelijk reed. Naast de voorligger en tegenliggers, dient de inhaler ook rekening te houden voertuigen achter zich, die mogelijk ook een inhaalmanoeuvre willen uitvoeren.

Belangrijk in de tweede fase van de taakanalyse van inhalen is om voldoende afstand te houden tot de voorligger. Tijdens de observaties van inhaalgedrag, zijn korte volgafstanden waargenomen. In Nederland wordt in het algemeen een volgafstand van minimaal twee seconden geadviseerd. Bij slechts één inhaalmanoeuvre was de volgtijd groter dan twee seconden (vliegende inhaalbeweging, volgtijd is berekend op basis van snelheid van het geïnstrumenteerde voertuig). Van de 48 geobserveerde inhaalmanoeuvres hadden 29 een volgtijd kleiner dan één seconde op het moment dat rijstrookwisseling naar links begon.

De laatste taak van de tweede fase van inhalen is het gebruiken van het knipperlicht. Bij 32 van de 48 geobserveerde inhaalbewegingen werd het knipperlicht aan het begin van de manoeuvre gebruikt, acht gebruikten geen knipperlicht en bij acht manoeuvres was het niet goed zichtbaar.

De genoemde taken van de tweede fase van de inhaalbeweging worden in een korte tijd uitgevoerd. Bij de observaties was de duur van de tweede fase gedefinieerd als de tijd tussen het passeren van de laatste tegemoetkomer en het tijdstip dat het linkervoorwiel de middenstreep raakt. Voor 26 bestuurders kon deze tijd worden gemeten en voor 21 bleek deze kleiner dan één seconde.

3.3 Fase 3: Rijstrookwisseling naar rijstrook van de tegenliggers

De derde fase van de inhaalbeweging is de rijstrookwisseling naar de rijstrook van de tegenliggers. Deze fase begint met sturen en versnellen. Tijdens dit sturen en versnellen is het van belang dat de inhaler alle mogelijk betrokken voertuigen blijft monitoren. Als er bijvoorbeeld toch een tegemoetkomer te dichtbij blijkt te zijn, kan de manoeuvre nog worden afgebroken. Aan het einde van de rijstrookwissel naar links, moet het knipperlicht weer worden uitgeschakeld. Tijdens de observaties hielden sommige inhalers hun knipperlicht gedurende de hele beweging aan. De gemiddelde duur van deze fase van de inhaalbeweging, gerekend vanaf het moment dat het linker voorwiel de middenstreep raakt tot het moment dat

het rechter achterwiel de middenstreep is gepasseerd was 1.5 seconden met een standaard deviatie van 0.5 seconde.

3.4 Fase 4: Het passeren

In de vierde fasen van de inhaalbeweging bevindt de inhaler zich op de linkerrijstrook en passeert de voorligger. De acceleratie wordt tijdens deze fase gecontinueerd en, indien nodig, wordt ook van versnelling gewisseld. Dit is met stippellijnen aangegeven in Figuur 3. In theorie hoeft de inhaler slechts tot de wensnelheid te accelereren, maar in de praktijk versnellen de meeste inhalers gedurende de hele vierde fase. De afstand met een mogelijke tegemoetkomer dient steeds te worden gecontroleerd. Wanneer deze sneller kleiner wordt dan geschat, bijvoorbeeld door dat de snelheid van de tegemoetkomer was onderschat, dient de inhaler zo snel mogelijk terug te keren naar zijn eigen rijstrook (fase 5). Deze situatie is niet geobserveerd tijdens de observaties van inhaalgedrag. Wanneer voldoende tijd over is, kunnen eventuele volgende voorliggers ook worden ingehaald (2^+ strategie). Deze mogelijkheid is met stippellijnen aangegeven in Figuur 3 en werd vijf keer toegepast tijdens de observaties. De gemiddelde tijdsduur dat de inhaler zich op de rijstrook van de tegenliggers bevond, was 4.2 seconden met een standaard deviatie van 2.3 seconden. Dit is de tijd vanaf het moment dat het rechter achterwiel de middenstreep is gepasseerd (eind van rijstrookwissel naar rijstrook voor de tegenliggers) en het moment dat het rechter voorwiel de middenstreep aanraakt (begin rijstrookwissel terug naar eigen rijstrook).

3.5 Fase 5: Rijstrookwisseling terug naar eigen rijstrook

De vijfde en laatste fase van de inhaalbeweging is het terugkeren van de rijstrook voor de tegenliggers naar de eigen rijstrook. Omdat in Nederland de regel geldt om elke rijstrookwisseling buiten de bebouwde kom aan te geven met het knipperlicht, moet ook voor deze rijstrookwisseling het knipperlicht worden gebruikt. Tijdens de observatie, gebruikten 25 bestuurders hiervoor hun knipperlicht in deze fase, 17 gebruikten geen knipperlicht en voor zes inhaalbewegingen was het niet te zien. Het moment waarop de inhaler kan beginnen met het wisselen van rijstrook, is moeilijk te bepalen. Volgens McKnight en Adams, moeten beide koplampen van het ingehaalde voertuig zichtbaar zijn in de achteruitkijkspiegel van de inhaler (McKnight et al. 1970). Als het hiaat met de eerstvolgende tegenligger kritisch wordt, dat wil zeggen kleiner dan vier seconden (Van der Horst en Hogema 1994), dan kan de inhaler besluiten eerder naar zijn eigen rijstrook terug te keren. Omdat de inhaler en het ingehaalde

voertuig in dezelfde richting rijden en de snelheid van het ingehaalde voertuig lager is, is de kans op een ongeluk klein. Reeds in 1963 werd geadviseerd om bij een kritieke situatie het ingehaalde voertuig af te snijden, en niet de afstand met de tegenligger te klein te laten worden (Crawford 1963). In de observaties waren bij 39 van de 48 inhaalmanoeuvres de volgtijden tussen het ingehaalde voertuig en de inhaler na het wisselen van rijstrook naar rechts kleiner dan twee seconden, waarvan zeven kleiner dan één seconde.

Wanneer de inhaler terug is op zijn eigen rijstrook, dient het knipperlicht te worden uitgezet en de snelheid te worden aangepast aan zijn eigen wensnelheid of aan een mogelijke nieuwe voorligger. De laatste fase van de inhaalbeweging was voor de observaties gedefinieerd als het moment dat het rechter voorwiel de middenstreep raakt tot het moment dat het linker achterwiel de middenstreep heeft gepasseerd en duurde gemiddeld 2.7 seconden met een standaard deviatie van 0.7 seconde.

3.6 Samenvattend

De taakanalyse van inhalen heeft de inhaalbeweging verdeeld in vijf fasen, die samen uit meer dan 20 subtaken bestaan. Voor de 48 geobserveerde inhaalmanoeuvres duurde de uitvoering van de tweede tot en met de vijfde fase gemiddeld 7.8 seconden met een standaard deviatie van 2.5 seconden. In de volgende paragraaf wordt de internationale toepasbaarheid van deze, op de Nederlandse situatie gebaseerde, taakanalyse besproken.

4 Internationale verschillen in inhalen op tweestrookswegen

De beschreven taakanalyse van inhalen is gebaseerd op de Nederlandse manier van inhalen. Voor een internationale toepasbaarheid is het noodzakelijk te kijken naar internationale verschillen in inhalen op tweestrookswegen buiten de bebouwde kom. Hiervoor is een kleinschalige enquête gehouden onder bestuurders uit 15 verschillende landen. Dit zijn:

Nederland	Finland	Italië	Australië	Amerika
België	Zweden	Spanje	Nieuw-Zeeland	Brazilië
Engeland	Polen	Portugal	Oostenrijk	China

Iedere deelnemer aan de enquête had tenminste vijf jaar een rijbewijs en de meeste deelnemers zijn werkzaam op gebied van het verkeer en vervoer. In het vervolg van dit hoofdstuk worden de deelnemende landen aan de enquête gerefereerd als ‘de (deelnemende) landen’. Benadrukt dient te worden dat deze enquête slechts een indicatie geeft van de verschillen in inhalen in de deelnemende landen. Het aantal deelnemers per land is te klein om statistische testen uit te voeren.

4.1 Snelheidslimiet en wens om in te halen

De snelheidslimiet op tweestrookswegen buiten de bebouwde kom varieert tussen de 80 en 100 km/u in de landen. De meeste landen hebben een lagere limiet voor (grote) vrachtwagens, met in Zweden en Italië de laagste limiet van 70 km/u. Alle geënquêteerden gaven aan zelf een wensnelheid te hebben gelijk aan of net iets boven de geldende limiet. Geënquêteerden uit Australië en China gaven aan dat de snelheden van verschillende bestuurders op deze wegen vrijwel gelijk zijn, mede door het strenge snelheidsregime. Voor de andere landen werd wel een groot verschil in wensnelheden van geënquêteerden aangegeven. Het verschil dat voor de deelnemers aan de enquête nodig is om in te willen halen varieert tussen de 5 en 40 km/u. Dit zijn grote verschillen: de ene bestuurder, met een wensnelheid van 100 km/u, wil de voorligger inhalen als deze 95 km/u rijdt, de ander pas als deze 60 km/u rijdt. Voor de meeste landen geven de geënquêteerden aan inhaalmanoeuvre te zien op plaatsen waar zij denken dat het niet veilig is.

4.2 Inhaalverboden

Tabel 2 geeft aan op welke manier een inhaalverbod wordt weergegeven in de deelnemende landen. Opvallend is dat Finland en Nieuw-Zeeland gele verf gebruiken om een inhaalverbod weer te geven. In andere landen wordt gele verf wel gebruikt om een tijdelijk inhaalverbod weer te geven, bijvoorbeeld als gevolg van werkzaamheden.

Als fysieke scheiding wordt in Zweden vooral de ‘cable barrier’ toegepast. Dit is een rijstrookscheiding door middel van een kabel, welke weinig ruimte inneemt, makkelijk te plaatsen is en ook makkelijk tijdelijk te verwijderen is, voor bijvoorbeeld een ambulance. Motorrijders zijn minder blij met deze oplossing en noemen het een ‘eiersnijder’. Hier zijn plannen voor een proef met een kabelscheiding op de N340 in Overijssel en is de kabelscheiding toegepast in het Groningse Waterhuizen (Verkeerskunde 2005). In

waterhuizen is gekozen voor een kabelscheiding, omdat de weg langs een aantal scheepswerven ligt, waar, bij het te water laten van grote schepen, een normale vangrail grote schade opliep, terwijl de kabelscheiding gewoon blijft staan.

Tabel 2: Weergave inhaalverboden in deelnemende landen

Weergave inhaalverbod	Altijd	Vaak	Soms	Niet
Met bord	Overige landen		Engeland, Zweden	Nieuw-Zeeland
Door middel van (dubbele) doorgetrokken asmarkering	Alle landen ¹			
Fysieke scheiding		Zweden	Amerika, Australië, Engeland, Finland, Nederland, Nieuw-Zeeland, Polen	Overige landen

¹ Dubbele doorgetrokken streep wordt niet gebruikt in België

Inhaalverboden worden vooral ingesteld op plaatsen met zichtbeperking. Voor een slecht wegdek, slecht weer en tijdelijke drukte wordt een inhaalverbod soms ingesteld. In Oostenrijk geldt ook een inhaalverbod bij bushaltes (welke in ieder geval in Nederland niet voorkomen op deze typen wegen) en in Italië geldt in sommige tunnels een inhaalverbod. In een paar landen is inhalen verboden door de onveiligheid van de manoeuvre. Bijvoorbeeld in Nederland, waar, volgens de richtlijnen voor een duurzaam veilige infrastructuur op alle tweestrooks-stroomwegen buiten de bebouwde kom, een inhaalverbod moet gelden.

Tabel 3: Gehoorzaamheid aan inhaalverboden

Hoog	China, Engeland, Finland, Nieuw-Zeeland, Oostenrijk, Zweden
Gemiddeld	Amerika, Australië, België, Portugal, Nederland
Laag	Brazilië, Italië, Polen, Spanje

Tabel 3 geeft de gehoorzaamheid aan de inhaalverboden volgens de geënquêteerden weer. Gehoorzaamheid aan inhaalverboden waarvoor het voor de bestuurder niet duidelijk is waarom een inhaalverbod geldt (geen zichtbeperking / bochten / slecht wegdek) wordt voor alle landen laag ingeschat. De kans om betrapt te worden op overtreding van een inhaalverbod, is voor alle landen laag ingeschat, met een maximum van 10%. De boete voor een dergelijke overtreding varieert van \$50 tot \$1000 in Amerika, en tussen €30 en €100 in

Europese landen. In Finland zijn alle verkeersboetes inkomenafhankelijk. In Engeland krijgen geënquêteerden naast een boete ook een vermelding op hun rijbewijs, waarbij het risico op in beslagname van het rijbewijs bestaat. Ook in Amerika en Zweden kunnen bestuurders hun rijbewijs kwijtraken door overtreding van een inhaalverbod.

4.3 Regels en uitvoering inhaalmanoeuvres

De regels ten aanzien van inhalen op tweestrookswegen verschilt weinig over de hele wereld, maar de uitvoering in de praktijk verschilt wel. Tabel 4 laat de regelgeving en gebruik van het knipperlicht zien.

Tabel 4: Knipperlichtgebruik bij inhalen

	Rijstrookwissel aan begin manoeuvre	Tijdens manoeuvre	Rijstrookwissel aan het eind van de manoeuvre
Verplicht	Alle landen	Oostenrijk en Zweden	Alle landen
Praktijk – vaak	China, Finland, Spanje	Oostenrijk, Italië	China, Oostenrijk, Finland, Spanje
Praktijk – soms	Overige landen	Engeland, Nieuw-Zeeland, Polen, Zweden	Overige landen
Praktijk – zelden	Italië	Finland, Spanje	Australië, Italië, Nieuw-Zeeland
Praktijk – nooit		Overige landen	Overige landen

Naast het knipperlicht kan het begin van ene inhaalmanoeuvre ook door andere tekens worden aangegeven. Bijvoorbeeld in Finland en Spanje is het verplicht is om als het donker is even met groot-licht te flikkeren om mogelijke tegenliggers te waarschuwen voor een inhaalbeweging. In Italië en Brazilië wordt dit in de praktijk ook ‘vaak’ gedaan en ‘zelden’ in Portugal. In andere landen wordt dit teken niet gebruikt.

Geen van de landen lijkt regels te hebben met betrekking tot afstand houden tijdens inhalen. Aan het begin van de manoeuvre wordt de algemeen geldende ‘twee seconden’ regel toegepast in België, Finland, Nederland, Nieuw-Zeeland en Oostenrijk. Uit de observaties van inhaalmanoeuvres in Nederland bleek dat deze afstand slechts bij één van de 48 geobserveerde manoeuvres groter was dan twee seconden. Voor 29 inhaalbewegingen was deze afstand zelfs kleiner dan één seconde. Voor de afstand ten op zichte van de tegenligger

heeft Nieuw-Zeeland de regel dat de inhaler ‘tenminste 100 meter vrije weg voor zich moet zien om de inhaalmanoeuvre te kunnen afronden’. Het moment van terugvoegen is voor de meeste deelnemers aan de enquête het moment dat beide koplampen van het gepasseerde voertuig te zien zijn in de achteruitkijk spiegel of in de rechter/linker zijspiegel. Tabel 5 geeft aan hoe de inhaalmanoeuvre in verschillende landen wordt uitgevoerd.

Tabel 5: Uitvoer inhaalmanoeuvres

Uitvoer inhaalmanoeuvre	Vaak	Soms	Zelden	Nooit
Zoals de wet voorschrijft	Overige landen	Amerika, China, Polen, Portugal, Spanje, Zweden	Italië, Brazilië	
Drie voertuigen naast elkaar op twee rijstroken	Polen, België	Overige landen	Brazilië, Engeland, Finland, Oostenrijk	Australië, Nederland
De voorligger vertraagt om de inhaler te helpen	Spanje	Australië, Brazilië, Engeland, Italië	Overige landen	Amerika
De tegenligger vertraagt om de inhaler te helpen		Engeland, Spanje	Overige landen	Amerika
De voorligger gaat op de vluchtstrook rijden	Brazilië, Nieuw-Zeeland	Australië, Polen, Spanje, Zweden	Engeland, Italië, Finland, Oostenrijk,	Overige landen
Door inschattingfouten van de inhaler moeten de andere betrokken voertuigen actie ondernemen		Engeland, Polen, Portugal, België, Spanje	Overige landen	
De inhaler snijdt het ingehaalde voertuig af	Brazilië, Portugal	Amerika, Engeland, Nieuw-Zeeland	Overige landen	

De laatste vraag van de enquête over inhalen in verschillende landen ging over inhaalstrategieën. Bijna alle geënquêteerden beginnen met accelereren aan het begin van de manoeuvre en blijven accelereren totdat ze weer terug zijn op hun eigen strook. Vervolgens wordt de snelheid aangepast aan de wenssnelheid of aan de limiet. Een enkele bestuurder stopt met accelereren als de wenssnelheid al tijdens het inhalen is bereikt. Zelden wordt maximaal geaccelereerd. De, eerder in deze paper gedefinieerde inhaalstrategieën normaal/

accelererend, vliegend, meeliften en 2⁺ worden in alle landen, door alle geënquêteerden toegepast.

4.4 *Samenvattend*

Uit deze kleinschalige enquête onder bestuurders in 15 verschillende landen blijkt dat de uit te voeren taken bij het inhalen weinig verschillen. Alleen in Finland en Spanje hebben bestuurders de extra taak om met de koplampen te flikkeren als het donker is. Ook het aangeven van inhaalverboden verschilt niet veel, alleen in Finland en Nieuw-Zeeland wordt gele verf gebruikt om een inhaalverbod weer te geven. De uitvoering van de inhaalmanoeuvre verschilt wel, variërend van meer of minder knipperlicht gebruik tot bijvoorbeeld met drie voertuigen naast elkaar rijden op twee stroken.

5 Nut en noodzaak taakanalyse van inhalen

De taakanalyse van inhalen dient als basis voor oplossingen om inhalen veiliger en/of makkelijker te maken. In Nederland wordt in de richtlijnen voor een duurzaam veilige infrastructuur geadviseerd inhalen te verbieden op tweestrooks-stroomwegen en -gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom. Het duurzaam veilig inrichten van deze wegen kost tijd en geld. De meest simpele variant, een dubbele doorgetrokken asmarkering, kost al €25.000 km² (Flevoland 2003). Daar komt bij dat niet alle provincies voorstander zijn van een dergelijk verbod. De provincie Zeeland heeft bijvoorbeeld extra onderzoek uitgevoerd om de effecten en naleving van een inhaalverbod uit te voeren. Voor dit onderzoek is ook een enquête gehouden onder omwonenden, waaruit bleek dat vooral bestuurders met een woon-werk motief tegen een inhaalverbod zijn (Hegeman 2004). De komende jaren zal inhalen nog steeds mogelijk zijn en daarom is het nuttig om naar andere middelen te kijken die inhalen veiliger of makkelijker maken, bijvoorbeeld met behulp van bestuurdersondersteunende systemen.

5.1 *Kansen bestuurdersondersteunende systemen op inhalen*

Al meer dan tien jaar worden bestuurdersondersteunende systemen ontwikkeld, waarvan een aantal gericht op inhalen of rijstrookwisselen. Nissan heeft een rijstrookwisselassistent ontwikkeld dat bestuurders waarschuwt voor voertuigen in de dode hoek (STARDUST 2003). Dit systeem werkt alleen als het knipperlicht is gebruikt. Uit de inhaalgedrag observaties

bleek dat acht bestuurders geen knipperlicht gebruikten voor de eerste rijstrookwissel. Dit kan inhalen dus niet veiliger maken voor alle inhalers, zolang niet alle inhalers hun knipperlicht gebruiken. Wel kan dit systeem het inhalen makkelijker maken. Naast systemen die waarschuwen voor verkeer in de dode hoek, worden ook systemen ontwikkeld die waarschuwen voor inhaalonveilige infrastructuur. Waarschuwingen voor scherpe bochten of heuvels kunnen als extra functionaliteit aan navigatiesystemen worden toegevoegd.

Andere bestuurdersondersteunende systemen die niet zijn ontwikkeld om inhalen veiliger of makkelijker te maken kunnen invloed hebben op inhalen. Bijvoorbeeld een intelligente cruise control die de afstand tot de voorligger reguleert. Een dergelijke cruise control kan aan het begin van een inhaalmanoeuvre zorgen voor een veilige volgafstand (volgtijd) tussen de voorligger en de inhaler. Van de 48 geobserveerde inhaalbewegingen had slechts één een volgtijd groter dan twee seconden (wat wordt beschouwd als veilige volgtijd) en hadden 29 bestuurders een volgtijd kleiner dan één seconde. Echter, inhalen met een intelligente cruise control kan leiden tot veiligere volgafstanden vóór de manoeuvre, maar dit leidt ook tot een verlenging van de duur van de inhaalbeweging. Daarnaast beginnen de meeste inhalers met versnellen op de eigen rijstrook. Op het moment dat het gaspedaal wordt gebruikt, schakelt de cruise control uit. Dit kan weer leiden tot onveilige volgafstanden.

Bovenstaand voorbeeld geeft aan dat het belangrijk is om tijdens het ontwerp van bestuurdersondersteunende systemen te testen wat de gevolgen van dergelijke systemen zijn op situaties waarvoor ze niet zijn ontworpen. De taakanalyse van inhalen is hiervoor een handig hulpmiddel.

6 Conclusies

In deze paper is een taakanalyse van inhalen op tweestrookswegen beschreven. De inhaaltaak is opgedeeld in vijf fasen:

1. Beslissing om in te halen
2. Voorbereiding inhalen
3. Rijstrookwissel naar rijstrook tegenliggers
4. Het passeren
5. Rijstrookwissel terug naar eigen rijstrook

Voor het correct en veilig uitvoeren van een inhaalbeweging dient een bestuurder zo'n 20 taken uit te voeren. Na het hebben van een inhaalwens, het controleren of het is toegestaan om in te halen en te kijken of er geen infrastructurele beperkingen zijn om in te halen, worden alle subtaken van een inhaalbeweging gemiddeld binnen 7.8 seconden uitgevoerd. Sommige bestuurders vergeten hun knipperlicht te gebruiken bij de rijstrookwissel naar de strook van de tegenligger. Dit wordt vaker vergeten aan het eind van de manoeuvre, voor de rijstrookwissel terug naar de eigen rijstrook.

Uit een enquête onder bestuurders in 15 verschillende landen blijkt dat een inhaalbeweging in alle landen dezelfde taken bevat. Alleen 'flikkeren met groot licht als het donker is', is in een tweetal landen een verplichte extra taak en wordt in een paar andere landen vaak toegepast. Inhaalverboden worden in de meeste landen op dezelfde manier weergegeven, namelijk door een bord aan het begin van ieder wegvak en door een (dubbele) doorgetrokken asmarkering. Alhoewel de taken en de regels voor inhalen vrijwel hetzelfde zijn, blijkt de uitvoering in de praktijk te verschillen. Zo zien bestuurders in Polen en België geregeld inhaalbewegingen op het moment dat er een tegenligger aankomt (drie voertuigen naast elkaar op twee rijstroken) en gaat in Nieuw-Zeeland en Brazilië de voorligger vaak op de vluchtstrook rijden om de inhaler te laten passeren.

De taakanalyse van inhalen is een goede basis voor het vinden van oplossingen voor het veiliger of makkelijker maken van inhalen. Bijvoorbeeld voor de ontwikkeling van een bestuurdersondersteunend systeem voor inhalen, geeft de taakanalyse aan op welke subtaken het systeem kan ondersteunen en hoeveel tijd hiervoor beschikbaar is. Ook is de taakanalyse nuttig voor het systematisch testen van de invloed van andere bestuurdersondersteunende systemen, waar inhalen mogelijk invloed heeft op de werking van deze systemen.

Inmiddels is de taakanalyse van inhalen gebruikt voor het ontwerpen van een rijsimulatorexperiment waarin de effecten van een inhaalstrook worden vergeleken met de effecten van een inhaalassistent. Deze inhaalassistent adviseert bestuurder wanneer het veilig is om in te halen. De resultaten van deze studie worden eind 2005 verwacht.

Referenties

- Crawford, A. (1963). "The overtaking driver." *Ergonomics* **6**(2): 153-169.
- Driel, C. v. en B. v. Arem (2005). *Integrated driver assistance from the driver's perspective. Results from a user needs survey*. Enschede, Twente University: 108.
- Flevoland, W. e. V. (2003). *Vertaling verkeersveiligheidscijfers naar beleid*. Lelystad, Provincie Flevoland.
- Hegeman, G. (2004). *Overtaking frequency on two-lane rural roads. Safety possibilities of ADAS*. TRAIL congress, Rotterdam.
- Hegeman, G. (2004). *Verkeersgedrag bij dubbele doorgetrokken asmarkering*. Delft, Technische universiteit Delft.
- Hegeman, G., K. Brookhuis en S. Hoogendoorn (2005). *Observing overtaking manoeuvres to design an overtaking assistant. [te verschijnen]*. 12th world congress Intelligent Transportations Systems, San Francisco, California.
- Houtenbos, M., M. P. Hagenzieker, P. A. Wieringa en A. R. Hale (2004). *The role of expectation in interaction behaviour between car drivers*. 3rd International Conference on Traffic & Transport Psychology, Nottingham, UK.
- Koornstra, M. (1992). *Naar een duurzaam veilig wegverkeer*. Leidschendam, SWOV.
- Lee, S. E., E. C. B. Olsen en W. W. Wierwille (2004). *A Comprehensive Examination of Naturalistic Lane-Changes*. Washington D.C., National Highway Transportation Safety Administration.
- McKnight, J. en B. B. Adams (1970). *Driver Education Task Analysis. Volume I: Task Descriptions*. Alexandria, Human Resources Research Organization (HumPRO).
- Mortimer, R. G. (1988). Rear End Crashes. *Automotive Engineering for Steering and Litigation*. G. A. Peters and P. B.J. New York, Garland Law Publishing Co. **2**.
- Schermers, G. en P. v. d. Hoek (2004). *Innovative solutions with 80 and 100 km/h rural distributor roads*. ICTCT workshop, Tartu, Estland.
- STARDUST (2003). *Critical analysis of ADAS/AVG options to 2020, selection of options to be investigated*. TRG-University of Southampton (UK), INRIA (Fr), PATH (USA). D. 1. Brussels, TRG-University of Southampton (UK), INRIA (Fr), PATH (USA).
- Stuart, A. en J. K. Ord (1987). *Kendall's Advanced Theory of Statistics. Volume 1: Distribution Theory*. London, Charles Griffin & Company Ltd.
- SWOV. (2003). "Ongelukkendatabase." op www.swov.nl.
- Van der Horst, A. R. A. en J. Hogema (1994). Time-to-collision en anti-bots systemen. *Verkeersgedrag in onderzoek*. F. J. J. M. Steyvers. Haren, Verkeerskundig studiecentrum.

Verkeerskunde. (2005). "Cable-barrier blijft emotioneel discussiepunt." from <http://www.verkeerskunde.nl/moxie/actueel/nieuws/cablebarrier-blijft-emoti.shtml>.

Wardrop, J. G. (1952). *Some theoretical aspects of road traffic research*. Proceedings of the Institution of Civil Engineers.

Wilson, T. en W. Best (1982). "Driving strategies in overtaking." *Accident Analysis & Prevention* **14**(3): 179-185.