Zweedse bewijsvoering 'Licht overdag' opnieuw bekeken

Dr. Johan Riemersma en drs. ing. Jan Theeuwes, Instituut voor Zintuigfysiologie-TNO/Soesterberg

De minister van Verkeer en Waterstaat is voornemens Motorvoertuigen Verlichting overdag (MVO) in te voeren. Daarbij wordt de verwachting uitgesproken dat dit 5% verkeersslachtoffers zal schelen. Deze verwachting lijkt vooral te zijn gebaseerd op Zweedse ervaringen. De gebruikte statistische bewijsvoering in Zweden blijkt echter niet te kloppen.

In Zweden werd in 1977 'licht overdag' ingevoerd. Andersson & Nelsson onderzochten het effect.



De Minister van Verkeer en Waterstaat heeft besloten vanaf 1 november 1990 het voeren van verlichting overdag verplicht te stellen voor alle motorvoertuigen, gedurende alle seizoenen en voor alle typen van wegen.
In Zweden is zo'n zelfde maatregel eerder ingevoerd in oktober 1977 en de effecten van deze maatregel zijn geëvalueerd in een studie van Andersson & Nilsson (1981). Aangezien het Zweedse experiment voorlopig het enige is dat duidelijkheid kan verschaffen over een te verwachten effect van algemene invoering van MVO (Motorvoertuigen Verlichting Overdag) in Nederland, is het van belang de in de Zweedse studie gehanteerde methodiek goed te doorgronden om het gebruik ervan voor een evaluatieonderzoek in Nederland wel of niet aan te bevelen. In dit artikel wordt de Zweedse evaluatiemethodiek besproken aan de hand van een analyse van de Zweedse ongevalgegevens.

In de nu volgende bespreking van de evaluatiemethodiek is niet te ontkomen aan een aantal lastige passages. Voor de volledigheid van de argumentatie zijn deze nodig; voor de leesbaarheid worden deze gedeelten in aparte kaders gegeven met een samenvatting van de bevindingen in de hoofdtekst. Gestreefd wordt naar het doorzichtig maken van de wijze waarop de gehanteerde evaluatiemethodiek heeft gewerkt en hoeveel waarde aan de geschatte effecten mag worden gehecht. Doordat lang niet alle basisgegevens zijn gepubliceerd, kan geen volledige reconstructie van de evaluatiestudie van Andersson & Nilsson (1981) worden gegeven; een beperking tot wel gepubliceerde dan wel geherschikte data is onvermijdelijk, maar laat evengoed toe het mechanisme van de evaluatiemethodiek duidelijk te maken.

Basisgegevens

In Zweden werd het voeren van verlichting overdag verplicht gesteld omdat verondersteld werd dat deze maatregel zou leiden tot een vermindering van het aantal letselslachtoffers. Om het effect van MVO te kunnen evalueren werd in de Zweedse studie aangenomen dat het gebruik van MVO een selectief effect zou hebben op slechts één type van ongeval, namelijk meervoudige ongevallen (meer dan één betrokken verkeersdeelnemer) gedurende daglichtcondities (overdag).

Tabel 1 geeft de per jaar uitgesplitste aantallen ongevallen, voor en na MVO-invoering, zoals gepubliceerd door Andersson & Nilsson (1981).
In tabel 1 geeft de ratio MD/totaal het aandeel meervoudige ongevallen overdag (MD) als aandeel van het totaal aantal ongevallen weer. q_2 is een index die een verhouding weergeeft tussen de vier typen van ongevallen (zie kader 1). Deze

Tabel 1. Aantal ongevallen zoals gepubliceerd door Andersson & Nilsson (1981)

Periode		voor		na	
	tijdvak:	okt.75 sep.76	okt.76 sep.77	okt.77 sep.78	okt.78 sep.79
Enkelvoudige ongevallen	overdag (SD)	2213	1976	2165	1947
	s'nachts (SN)	1825	1470	1543	1360
Meervoudige ongevallen	overdag (MD)	8104	7861	7538	7249
	s'nachts (MN)	2981	2995	2851	2553
Totaal		15123	14302	14097	13109
% MD/totaal		53,6	55,0	53,5	55,3
index q_2		2,24	1,95	1,88	1,98

verhouding is zodanig dat algemene veranderingen in het totaal aantal enkelvoudige (zowel SN en SD) of meervoudige (MN en MD) ongevallen, en veranderingen in het totaal aantal ongevallen overdag (SD en MD) of totaal s'nachts (SN en MN) niet doorwerken in de index. Deze index reflecteert dus alleen selectieve veranderingen, dat wil zeggen disproportionele veranderingen in één van de vier typen van ongevallen.
Deze gegevens verder uitgesplitst (maar deze gegevens zijn niet gepubliceerd) naar zomer en winter, binnen en buiten de bebouwde kom en per deelgroep geanalyseerd, leiden tot een totaalschatting van een selectieve afname van MD ongevallen van 11%, een afname die overigens niet significant was.
Op grond van de gegevens uit tabel 1 kunnen enkele kanttekeningen worden geplaatst:

- Als het selectieve effect volledig aan MD-ongevallen moet worden toegeschreven, hoe is dan te verklaren dat het aandeel MD ongevallen in het totaal niet is afgenomen (%MD/totaal)?
- q_2 reflecteert het selectieve effect; hoe komt het dat deze index juist binnen de voorperiode een sterke daling laat zien?

Basismethodiek van effectmetingen

Wil het effect van een maatregel methodologisch en statistisch gezien op de juiste manier worden bepaald, dan hangt alles af van een juiste schatting van de te verwachte aantallen ongevallen onder de *aanname* dat een maatregel géén effect heeft gehad. Met andere woorden hoe zou het aantal relevante ongevallen zich ontwikkeld hebben als de maatregel niet zou zijn ingevoerd?
Voor deze schatting kan gebruik gemaakt worden van (veranderingen in) expositiegegevens, trendanalyse tot het moment van invoering van de maatregel, gebruik van controlegroepen ongevallen, enzovoort. Een belangrijk onderscheid in dit verband is dat tussen expliciete controlegegevens en de op grond van een statistisch model afgeleide (geïnduceerde) controlegegevens. Andersson & Nilsson (1981) hebben gekozen voor deze laatste methode, de methodiek van de geïnduceerde controle.

Modellering van de Zweedse gegevens

In kader 1 is het statistisch model beschreven en in kader 2 de toepassing ervan op de (niet-uitgesplitste) Zweedse ongevalgegevens. Uit deze analyse komt naar voren dat, volgens het model, MVO een effect heeft van 1306,2 minder MD-ongevallen. Kader 2 geeft aan dat dit effect het gevolg is van een modelmatige ophoging van het verwachte aantal ongevallen wanneer MVO niet ingevoerd zou zijn. Volgens het model zou, wanneer MVO niet zou zijn ingevoerd, het aantal MD-ongevallen (in de voorperiode: 15 985) stijgen naar 16 093,2 in de na-periode; een stijging van 1%. Dit moet worden afgezet tegen de daling 7,7 % (van 13 460 naar 12 419) van het aantal 'controle' ongevallen (SD + SN + MN), ongevallen waar MVO in geen geval invloed op gehad kan hebben. Andersson & Nilsson (1981) voorspellen ondanks de totale teruggang van het aantal 'controle'-ongevallen, een toename van het aantal MD-ongevallen wanneer MVO niet zou zijn ingevoerd.
Hierbij dient bedacht te worden dat Andersson & Nilsson geen rekening hebben gehouden met het gegeven dat het totale kilometrage in Zweden tussen voor- en naperiode met 5% gedaald is (bron: World Road Statistics, jaren 1975 - 1979). Voorts heeft zich in Europa in deze periode een algemene teruggang voorgedaan in het aantal ongevallen. De werkelijke daling van het aantal MD ongevallen tussen voor- en naperiode gedraagt zich volgens deze trend, en is vergelijkbaar met de afname in het aantal controleongevallen: het aantal MD-ongevallen daalt feitelijk met 7%.
Het 'doorschuiven' van op zichzelf interessante stijgingen tussen 76/77 en 77/78 van de aantallen enkelvoudige ongevallen (niet overeenkomstig terug te vinden in bijvoorbeeld MN-ongevallen) leidt bij deze wijze van modelleren tot schattingen die op zijn minst discutabel zijn en door méér evidentie zouden moeten worden gesteund (zie figuur 1 in kader 2). Het lijkt erop dat sterk gekapitaliseerd is op een onduidelijke trendbreuk in de enkelvoudige ongevallen om een selectief effect op de meervoudige ongevallen overdag aan te tonen. Gevoegd bij een statistische toetsing die niet-significant was, kan dit alleen maar leiden tot de conclusie, dat een effect van MVO in de Zweedse gegevens niet kan worden aangetoond.

Tabel 2. Werkelijke afname en de modelmatig geschatte (gerapporteerde) afname van het aantal ongevallen met kwetsbare verkeersdeelnemers in aantallen per twee jaar

	Fietsers				Voetgangers			
	feitelijk		schatting		feitelijk		schatting	
zomer								
stedelijk	-200	(-7%)	-864	(-25%)	-18	(-2%)	-363	(-27%)
landelijk	-128	(-16%)	-153	(-19%)	-5	(-3%)	+11	(+7%)
winter								
stedelijk	-70	(-8%)	-90	(-10%)	-62	(-7%)	-82	(-7%)
landelijk	-4	(-3%)	-32	(-18%)	-8	(-7%)	-10	(-9%)

Kader 1: Het model

De methode die Andersson & Nilsson (1981) hanteren gaat uit van de volgende modellering:
Het aantal ongevallen wordt beschouwd als een Poisson verdeelde variabele:
$P(X=k) = m^k \cdot e^{-m} / k! \; ; k = 0, 1, 2, \ldots$
waarin k het gerealiseerde aantal ongevallen, en m het verwachte aantal ongevallen in een vooraf vastgestelde periode.
De 'uitsplitsing' naar overdag-nacht en enkelvoudig en meervoudig wordt in principe gemodelleerd als:

	enkelvoudig	meervoudig
overdag	λ_i	$\lambda_i\beta_i\delta_i$
nacht	$\lambda_i\alpha_i$	$\lambda_i\alpha_i\beta_i$

per periode i:

λ_i Is te beschouwen als een basisniveau en reflecteert veranderingen die voor alle groepen gelijk zijn.

α_i Is de verhouding tussen overdag/nacht ongevallen en veranderingen in die verhouding kunnen daarin worden 'opgenomen'.

β_i Is de verhouding tussen enkelvoudige en meervoudige ongevallen; wijzigingen in die verhouding kunnen in deze index worden verdisconteerd

δ_i tenslotte modelleert het restant van veranderingen die niet in de veranderingen in λ_i, α_i, en β_i kunnen worden 'opgenomen', en is daarmee de parameter die een *selectief* effect van een maatregel op een enkele cel bijvoorbeeld MD ongevallen reflecteert.

δ_i heeft een maximum likelihood estimate:

$$q_2 = \frac{X_{MDi} \cdot X_{SNi}}{X_{SDi} \cdot X_{MNi}}$$

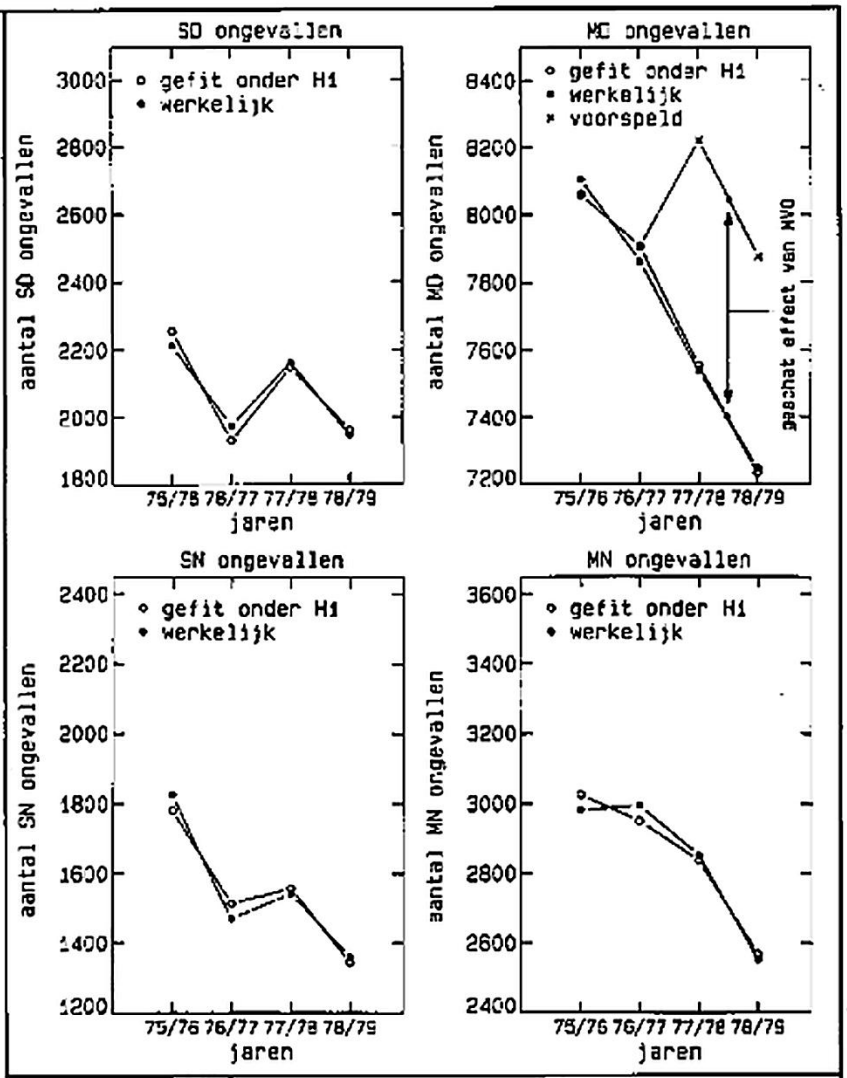
Veranderingen in q_2 reflecteren een verandering in δ_i en worden gegeven als:

$$\frac{\Delta q_2}{q_{2b}} = \frac{q_{2b} - q_{2a}}{q_{2b}} = 1 - \frac{X_{MD(A)} \cdot X_{SN(A)} \cdot X_{SD(B)} \cdot X_{MN(B)}}{X_{MD(B)} \cdot X_{SN(B)} \cdot X_{SD(A)} \cdot X_{MN(A)}}$$

kader 2: Toepassing van het model

Andersson & Nilsson (1981) presenteren de effecten van MVO ondervordeeld naar landelijke-stedelijke omgeving en zomer-winter. Omdat de basisgegevens van deze onderverdeling niet gepubliceerd zijn, wordt het model dat Andersson & Nilsson feitelijk hebben toegepast op de ongevalgegevens na uitsplitsing naar landelijk-stedelijk en zomer-winter, noodzakelijkerwijs toegelicht aan de hand van de niet uitgesplitste ongevalgegevens. Met behulp van een iteratieve berekeningsmethode kunnen de parameters bepaald worden van een modellering van de gegevens van Tabel 1. Dit geeft Tabel 3.
Om *toetsing* van een effect mogelijk te maken, hanteren Andersson & Nilsson (1981) twee hypothesen. Onder hypothese H_1 wordt een effect van MVO aangenomen, en wordt het model gefit onder aanname dat $\delta_1 = \delta_2 \neq \delta_3 = \delta_4$. (nummers representeren de opeenvolgende jaren).
Dit model onder H_1 kan niet worden verworpen. Overigens kan ook de hypothese H_0 (geen effect van MVO; $\delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_4$) statistisch niet worden verworpen. Andersson & Nilsson (1981) accepteren in feite het model onder H_1 (er is een effect van MVO) en komen vervolgens tot een schatting van het effect van MVO. Om zo'n schatting te kunnen maken dient er een *voorspelling* te worden gemaakt van het aantal ongevallen wanneer MVO niet ingevoerd zou zijn (geen effect van MVO). Geen effect van MVO betekent dat de δ uit de voorperiode niet verandert in de naperiode: $\delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = 2{,}1010$. Bij het impliciet schatten van het aantal ongevallen wanneer MVO niet zou zijn ingevoerd, maakt de methode van Andersson & Nilsson gebruik van de parameters (λ_i, α_i, β_i) zoals geschat onder het model H_1 en stellen de δ_i (naperiode) op 2,1010. Het gevolg van deze methode is dat parameter waarden λ_i, α_i, β_i gefit onder H_1 gaan doorwerken in de *schatting* van het verwachte aantal ongevallen MD. Dit heeft tot gevolg dat de 'hobbel's' in de *enkelvoudige* ongevallen (zie fig. 1) terugkomen in een vergelijkbare hobbel in de schatting van het aantal meervoudige dag ongevallen. Dit kan ook niet anders: het patroon van SD-ongevallen (inclusief de 'hobbel') bepaalt in belangrijke mate het verloop van λ_i. β_i wordt voornamelijk bepaald door de verhoudingen tussen MN en SN ongevallen. Samen zorgen deze voor een basispatroon (λ_i, β_i) waarin de 'hobbel' van de enkelvoudige ongevallen duidelijk aanwezig is. Om vervolgens toch tot een fit te kunnen komen voor de MD-ongevallen (λ_i, β_i, δ_i) kan deze 'hobbel' alleen nog verdwijnen door een sterke daling in δ_i te modeleren. Figuur 1 geeft het resultaat van deze procedure.
Het effect op MD-ongevallen is dan:
verwacht in naperiode:
(8220,5 + 7872,7 =)16093,2
gevonden in naperiode:
(7538,0 + 7249,0 =)14787,0
verschil:
1306,2 – 8,1%

Deze schatting van het effect komt overeen met de schattingsmethode toegepast door Andersson & Nilsson. Zij maken direct gebruik van δ_i zoals gefit onder H_1 en definiëren het selectieve effect als:
$R = (\delta_{3est} / \delta_{1est} - 1)$. 100%
Toegepast op bovenstaande gegevens geeft dit (δ_i onder H_1)
$R = (1{,}9305 / 2{,}1010 - 1)$. 100% $R = 8{,}1\%$
Hierbij dient bedacht te worden dat toepassing van het model op de ongevalgegevens uitgesplitst naar stedelijk-landelijk, zomer-winter zoals uitgevoerd door Andersson & Nilsson tot een nog hogere schatting van het verwachte aantal MD-ongevallen in de naperiode leidt (16615). Andersson & Nilsson rapporteren een effect van MVO van 11%, 3% hoger dan het effect geschat op grond van de geaggregeerde ongevalgegevens.



1. Werkelijke en gefitte ongevallen voor de verschillende typen van ongevallen. Voor de meervoudige dagongevallen (MD) is ook het voorspelde aantal ongevallen gegeven als δ_i tussen voor- en naperiode niet wordt gewijzigd.

Tabel 3: Parameter schattingen volgens Andersson & Nilsson's model

	voor		na	
jaren	okt75-sep76	okt76-sep77	okt77-sep78	okt78-sep79
δ_{obs} (= q_2)	2,2419	1,9528	1,8844	1,9834
δ_{est} (H_1)	2,1010	2,1010	1,9305	1,9305
α	0,7887	0,7841	0,7248	0,6853
β	1,6983	1,8480	1,8200	1,9097
λ (= SD_{est})	2257,6	1931,5	2149,8	1962,2
SD_{obs}	2213	1976	2165	1947
MD_{est} (H_1)	8059,5	7905,5	7553,2	7233,8
MD_{est} (δ=2,1010)	8059,5	7905,5	8220,5	7872,7
MD_{obs}	8104	7861	7538	7249

Kwetsbare verkeersdeelnemers

Het Zweedse onderzoek is het enige dat ingaat op effecten van MVO op ongevallen overdag, waarbij kwetsbare verkeersdeelnemers als fietsers, bromfietsers en voetgangers zijn betrokken en is daarom van eminent belang voor de Nederlandse situatie. De basisgegevens zijn beschikbaar in het rapport van Andersson & Nilsson (1981; tabel 13) en kunnen worden bekeken in samenhang met de gepubliceerde tabellen van procentuele en absolute effecten. Kader 3 geeft de herschikking van deze data. Zoals tabel 2 laat zien leidt de methode van Andersson & Nilsson in dit geval wel tot bijzonder irreële inschattingen van het effect van MVO.



Conclusies

De wijze waarop Andersson & Nilsson (1981) de voorhanden ongevalgegevens hebben geanalyseerd lijkt nogal naïef. De meer gebruikelijke effect-toetsingen van verkeersmaatregelen laten zien dat er geen spoor is van enige evidentie van een effect van MVO in Zweden (Theeuwes & Riemersma, in voorbereiding). Dat Andersson & Nilsson (1981) effecten kunnen rapporteren (overigens niet significant) is voornamelijk het gevolg van de onverklaarde veranderingen in de aantallen *enkelvoudige* ongevallen. Als andere indicatoren worden beschouwd, is er geen sprake van enige effectiviteit van MVO. Vooral de gerapporteerde effecten voor ongevallen met kwetsbare verkeersdeelnemers moeten als statistische aberraties worden gezien.

De methode van Andersson & Nilsson (1981) lijkt niet de juiste manier om effecten van MVO in het Nederlandse experiment aan te tonen, en moet worden afgeraden. In het voorgenomen begeleidend onderzoek bij invoering van MVO dient gestreefd te worden naar veel betere 'schattingen' van het aantal ongevallen onder de aanname dat MVO geen effect heeft, door ook externe indicatoren (veranderingen in expositie van zowel motorvoertuigen als zwakke verkeersdeelnemers) te registreren. Begeleidend onderzoek dat tevens door MVO geïnduceerde *gedragsveranderingen* kan aantonen, kan eveneens sterk bijdragen aan het geloofwaardig maken van de eventueel te vinden effecten op aantallen ongevallen.

De minister verwacht 5% minder verkeersslachtoffers door MVO.

Literatuur

- Andersson, K & Nilsson, G. (1981). The effects on accidents of compulsory use of running lights during daylight in Sweden. Report 208A, National Road & Traffic Research Institute (VTI), Linkping, Sweden.
- Theeuwes, J. & Riemersma, J.B.J. (in voorbereiding). Daytime running lights: an evaluation. Report IZF, IZF-TNO, Soesterberg, Nederland.

kader 3: Kwetsbare verkeersdeelnemers

Andersson & Nilsson (1981) presenteren hun data onderverdeeld naar landelijke- stedelijke omgeving en zomer-winter. Bij terugrekening van het model is deze indeling gehandhaafd. In de eerste drie kolommen van tabel 4 zijn de ongevalsdata gegeven. Omdat de mate van expositie - de hoeveelheid afgelegde kilometers voor fietsers en voetgangers - sterk kan variëren over de jaren moet een 'controle'-groep gekozen worden. In de analyse die leidt tot de hoogste schattingen van de effecten van MVO, gebruiken Andersson & Nilsson als controlegroep de aantallen enkelvoudige ongevallen. Op dezelfde manier als beschreven in kader 2, komen Andersson & Nilsson impliciet tot een *voorspelling* van het aantal ongevallen met kwetsbare verkeersdeelnemers wanneer MVO niet zou zijn ingevoerd. Terugrekening van de gerapporteerde effecten geeft het aantal ongevallen dat impliciet door het model wordt voorspeld wanneer MVO niet zou zijn ingevoerd. Zoals uit kolom 4 blijkt, voorspelt het model een forse stijging van de aantallen van bijna alle typen ongevallen. Een vergelijking van deze *voorspelling* met de werkelijk geobserveerde data geeft het effect van de maatregel (kolom 5).

Tabel 4. Daglichtongevallen met kwetsbare verkeersdeelnemers

Fietsers zomer	voor	data na	in %	model na	effect geschat %
stedelijk	2788	2588	- 7	3452	-25
landelijk	777	649	-16	802	-19
winter					
stedelijk	915	845	- 8	935	-10
landelijk	160	146	- 3	178	-18
Voetgangers zomer	**voor**	**data na**	**in %**	**model na**	**effect geschat %**
stedelijk	1014	996	- 2	1359	-27
landelijk	162	157	- 3	168	+ 7
winter					
stedelijk	878	816	- 7	878	- 7
landelijk	108	100	- 7	110	-13