

Bouwdienst, Gemeente Enschede



NA-ONDERZOEK EN EVALUATIE ROTONDE
KNALHUTTEWEG - BROEKHEURNERING



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Directie Oost-Nederland

Postbus 9070
6800 ED Arnhem
Tel. 026 - 3688355

Bibliotheek

naam	afd.	retour	paraaf
DVS-Bibliotheek			

S.V.P. TIJDIG VERLENGEN

NA-ONDERZOEK EN EVALUATIE ROTONDE
KNALHUTTEWEG - BROEKHEURNERING

opdrachtgever: Bouwdienst
 Gemeente Enschede

projectbegeleiding: W. Salomons

redactie: drs. ing. J.H.A van Dijk
 ing. H. Willekes

's-Gravenhage, september 1992

INHOUDSOPGAVE

	blz.
1. INLEIDING	1
2. VISUELE TELLINGEN	4
2.1 Inleiding	4
2.2 Algemeen verkeersbeeld	4
2.3 Capaciteit kruispunt	10
3. SNELHEIDSMETINGEN	12
4. CONFLICTOBSERVATIES	15
4.1 Werkwijze	15
4.2 Algemene resultaten DOCTOR	16
4.3 Beschrijving conflicttypen	20
4.4 Informeel voorrangsgedrag	23
5. PASSAGETIJD- EN WACHTTIJDMETINGEN	25
5.1 Motorvoertuigen	25
5.2 (Brom)fietzers	29
6. CONCLUSIES	30
7. EVALUATIE: ROTONDE ENSCHEDE VERSUS 4 VARIANTEN	32
7.1 Vormgeving, verkeerskenmerken	32
7.2 Snelheid	34
7.3 Conflictobservaties en veiligheid	35
7.4 Wachtijd	40
7.5 Conclusies	41

LITERATUURLIJST

1. INLEIDING

De Bouwdienst van de gemeente Enschede heeft aan Adviesbureau Van Roon opdracht verleend tot het uitvoeren van het na-onderzoek op het kruispunt Knalhutteweg - Broekheurnering. In juni 1991 heeft het vooronderzoek plaatsgevonden (Willekes, 1991). Het kruispunt is in november 1991 gereconstrueerd tot een rotonde nieuwe stijl. Dit rapport doet verslag van het na-onderzoek op het kruispunt Broekheurnering - Knalhutteweg en geeft tevens een vergelijking met de resultaten van het vooronderzoek. Hoofdstuk 7 bevat een evaluatie, waarin bovendien 4 eerder onderzochte varianten "rotondes nieuwe stijl" worden betrokken.

In figuur 1 is een situatie-overzicht van het kruispunt weergegeven. De Knalhutteweg en de Broekheurnering zijn beide voorrangswegen en fungeren als ontsluitingsweg voor het zuidelijk deel van Enschede. De Zuid-Esmarkerrondweg is een wijkontsluitingsweg. Het verkeer op de rotonde heeft voorrang. Het (brom)fietsverkeer dat buiten de rotonde wordt afgewikkeld op vrijliggende fietspaden heeft tevens voorrang op het autoverkeer van en naar de rotonde. Dit is een unieke situatie voor Nederland.

Het verkeerskundig onderzoek bestond uit visuele tellingen, snelheidsmetingen, observaties en wachttijdmetingen en heeft plaatsgevonden bij bewolkt weer op 2 en 3 juni en regenachtig weer op 4 juni. Het gehele onderzoek is op nagenoeg dezelfde wijze uitgevoerd als een drietal evaluatie-onderzoeken omtrent de rotonde "nieuwe stijl", die door Adviesbureau Van Roon in opdracht van de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV) zijn verricht (Ploeger en Willekes, 1988, 1989 en 1990).

In het schema op de volgende bladzijde is een overzicht gegeven van de verschillende onderzoeken op het kruispunt Knalhutteweg-Broekheurnering met de data en tijden van uitvoering.

NA-ONDERZOEK TE ENSCHEDE, JUNI 1992

ONDERDEEL	DAG	DATUM	TIJD
Visuele tellingen	dinsdag	2-6-92	7.00 - 9.00
			16.00 - 18.00
	donderdag	4-6-92	7.00 - 9.00
			16.00 - 18.00
Snelheidsmetingen	dinsdag	2-6-92	9.45 - 15.45
	donderdag	4-6-92	9.45 - 15.45
Conflictobservaties	dinsdag	2-6-92	9.30 - 12.30
			14.00 - 17.00
	woensdag	3-6-92	9.30 - 12.30
			14.00 - 17.00
	donderdag	4-6-92	9.30 - 12.30
			14.00 - 17.00
Wachttijd- en filewaarneming	dinsdag	2-6-92	7.00 - 9.00
			16.00 - 18.00
	donderdag	4-6-92	7.00 - 9.00
			16.00 - 18.00
Observaties voorrangsgedrag	woensdag	3-6-92	10.00 - 12.00
	woensdag	3-6-92	14.00 - 16.00

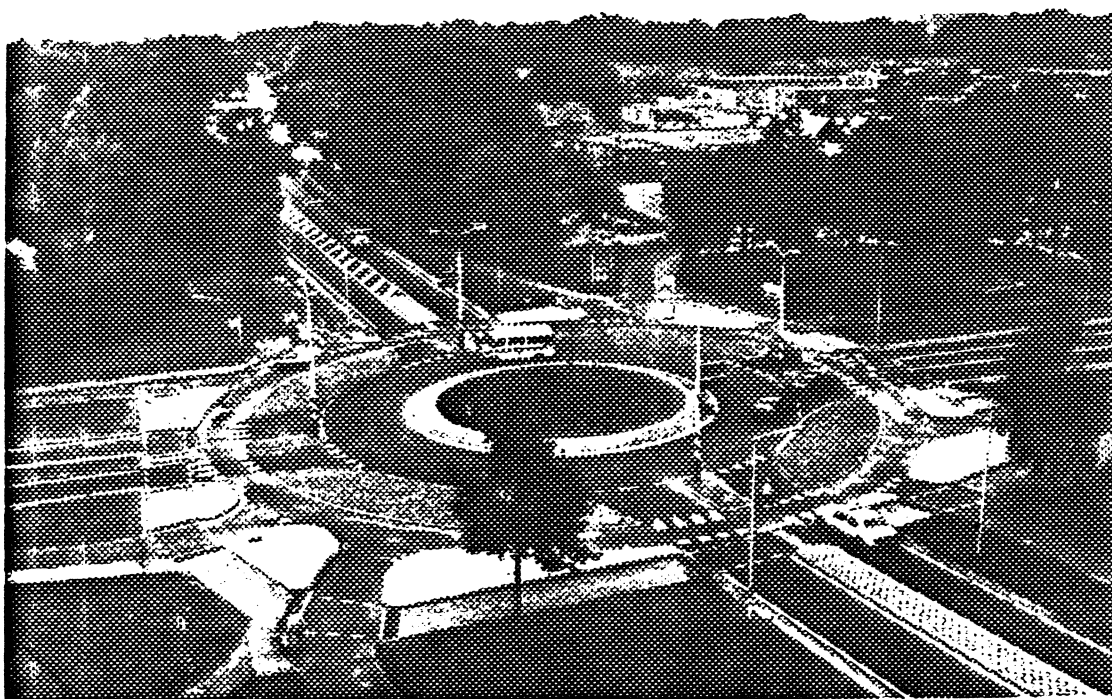
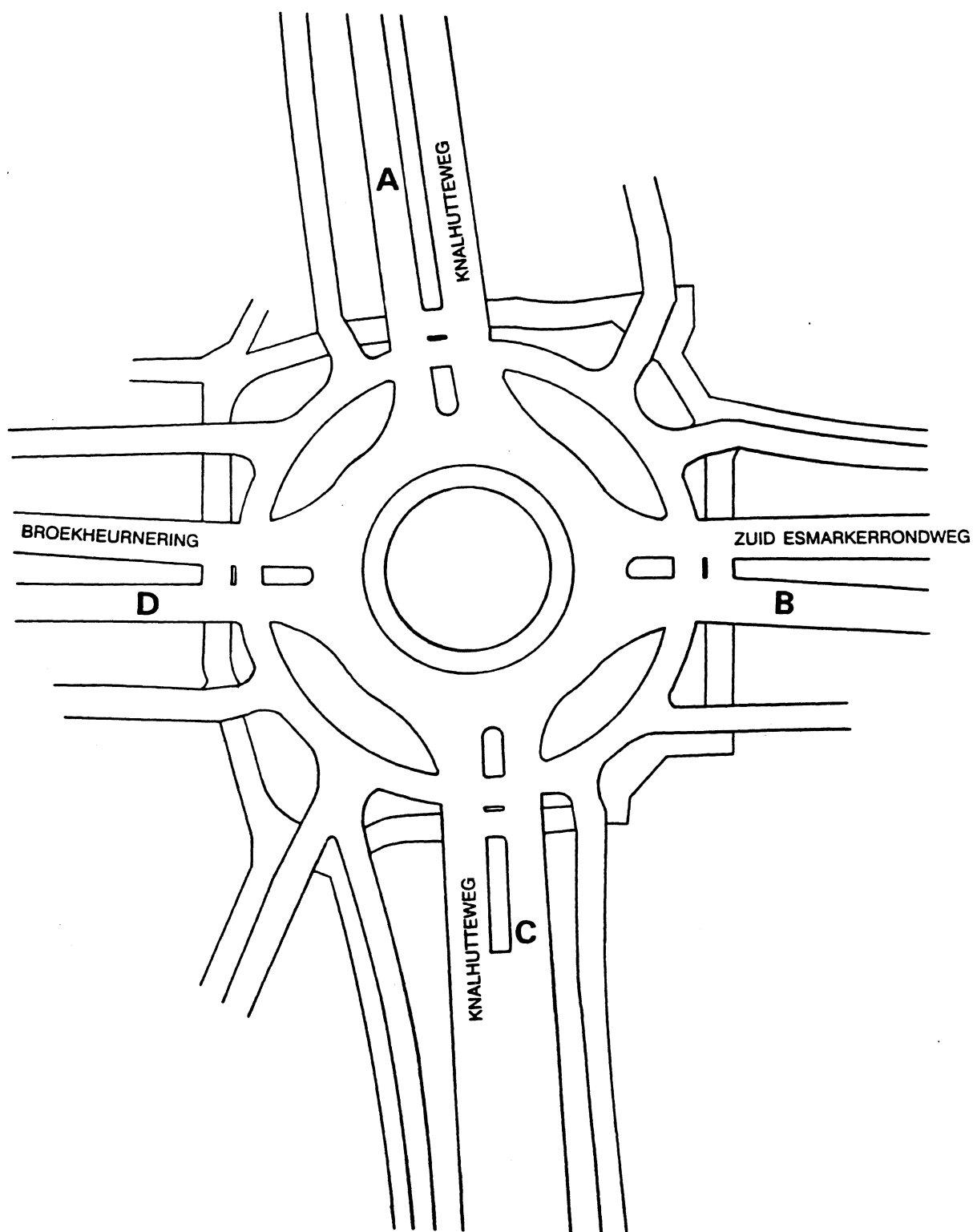


FOTO: Bovenaanzicht rotonde



Figuur 1: Situatie-overzicht rotonde, schaal 1 : 500

2. VISUELE TELLINGEN

2.1 Inleiding

Op dinsdag 2 juni en donderdag 4 juni 1992 is op het kruispunt Knalhutteweg - Broekheurnering in Enschede een visuele telling uitgevoerd in zowel de ochtend- als het middagspitsuur. In het ochtendspitsuur is geteld van 7.00 tot 9.00 uur en in het middagspitsuur was de telperiode van 16.00 tot 18.00 uur.

De intensiteiten zijn geregistreerd per eenheid van vijf minuten. Door middel van een timer werden de waarnemers telkens na exact vijf minuten gewaarschuwd om met een nieuw telformulier te beginnen. Hierdoor is gegarandeerd dat de telperioden van vijf minuten even lang werden. Er is onderscheid gemaakt tussen de verschillende voertuigsoorten en de kruispuntbewegingen.

2.2 Algemeen verkeersbeeld

In figuur 1 is de benaming van de kruispunttakken aangegeven. De middagperiode is drukker dan de ochtendperiode. In de twee middaguren passeert ongeveer 45 procent meer autoverkeer het kruispunt dan in de ochtenduren. De hoeveelheid (brom)fietsers per twee uur is op dinsdag in de middagperiode ongeveer 30 procent hoger dan in de ochtendperiode. Op donderdag in de middagperiode is de hoeveelheid (brom)fietsers ten opzichte van de ochtendperiode ongeveer gelijk. Het regenachtige weer op donderdag zal hierop van invloed zijn geweest.

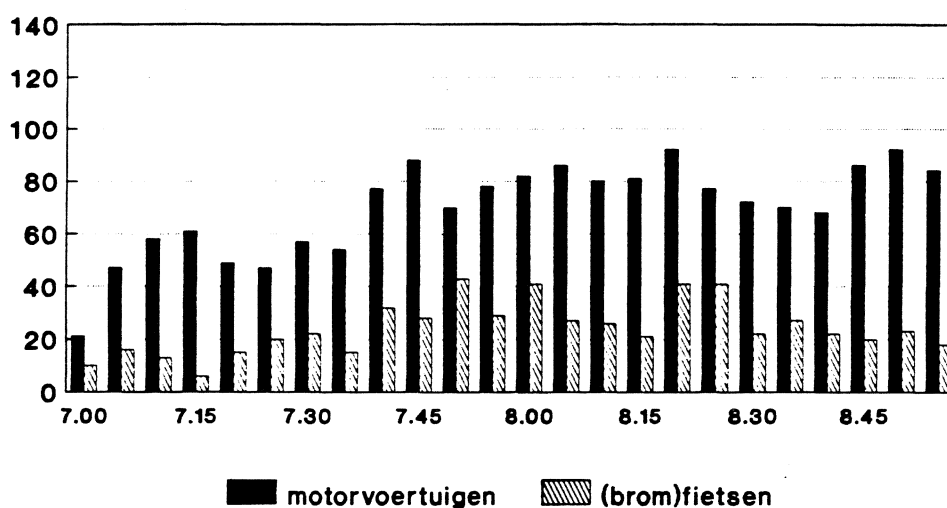
Qua verkeersbeeld is er ten aanzien van het gemotoriseerd verkeer op dinsdag ongeveer 10 procent verkeer minder dan op donderdag. Op donderdag is er ten aanzien van het (brom)fietsverkeer ongeveer 30 procent minder verkeer dan op dinsdag.

In figuur 2 en 3 is het verloop van de intensiteiten op dinsdag 2 juni geïllustreerd. Voor zowel motorvoertuigen als (brom)fietsen begint de ochtendspits rustig. Vanaf ongeveer 7.45 uur zijn de intensiteiten voor de motorvoertuigen tot en met het einde van de telperiode (9.00 uur) redelijk gelijkmatig. Voor het fietsverkeer zijn de intensiteiten het hoogste voor 8.00 uur en tussen 8.15 en 8.30 uur.

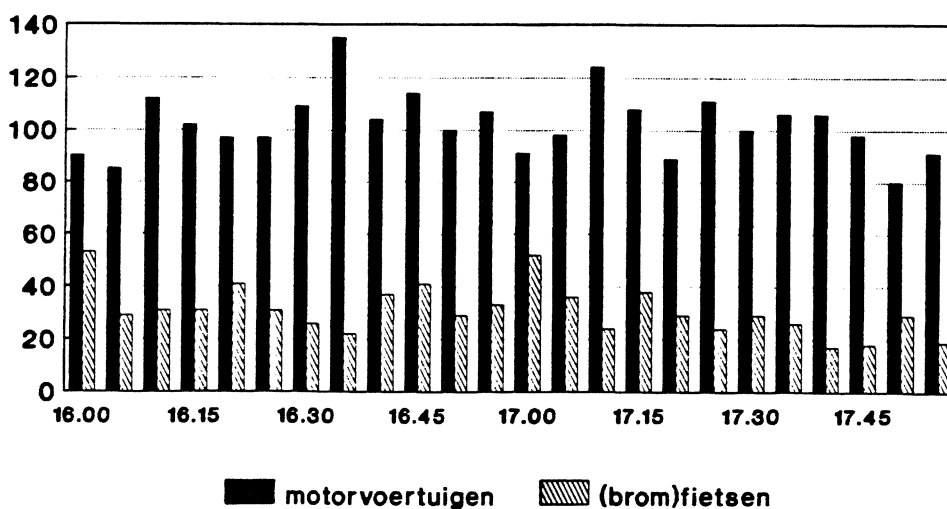
In de ochtendperiode variëren de intensiteiten tussen ongeveer 20 en 90 motorvoertuigen per periode van 5 minuten. De intensiteiten voor het (brom)fietsverkeer schommelen in de ochtendperiode ongeveer tussen 10 en 40 (brom)fietsers per 5 minuten.

In de middagperiode is het aanbod van motorvoertuigen relatief gelijkmatig verdeeld. De intensiteiten variëren van ongeveer 80 tot 135 motorvoertuigen per 5 minuten. Ook voor het fietsverkeer zijn de intensiteiten relatief gelijkmatig verdeeld. De intensiteiten zijn het hoogste om 16.00 en 17.00 uur. De intensiteiten variëren tussen ongeveer 20 en 50 (brom)fietsers per 5 minuten.

Ten opzicht van het vooronderzoek zijn de intensiteiten van de motorvoertuigen in het na-onderzoek iets lager. Alleen in de ochtendperiode op donderdag zijn de intensiteiten enkele procenten hoger. Voor het (brom)fietsverkeer zijn de intensiteiten bij het na-onderzoek op donderdag lager dan in het vooronderzoek. Op dinsdag zijn de intensiteiten, met name in de ochtendperiode hoger.



Figuur 2: Verloop intensiteiten per 5 minuten in de ochtendspits op 2 juni 1992



Figuur 3: Verloop intensiteiten per 5 minuten in de middagspits op 2 juni 1992

In tabel 1 zijn de intensiteiten per doorsnede samengevat voor de respectievelijke telperioden en voor het drukste uur in elke telperiode. Tabel 2 geeft een vergelijking met het vooronderzoek.

Uit tabel 1 blijkt dat de intensiteiten in de middagperiode hoger zijn dan in de ochtendperiode. De intensiteiten zijn het hoogst op de Broekheurnering in de middagperioden. Het laagste zijn de intensiteiten in de ochtendperioden op de Knalhutteweg (zuid) en de Zuid-Esmarkerrondweg.

Uit tabel 2 blijkt dat de intensiteiten in het na-onderzoek tijdens 3 telperioden lager zijn dan in het vooronderzoek. De verschillen van de intensiteiten op de afzonderlijke takken variëren relatief sterk. Structurele wijzigingen van de intensiteiten zijn op grond van deze telgegevens niet aan te wijzen.

TABEL 1: VISUELE TELLINGEN MOTORVOERTUIGEN OP DINSDAG 2 EN DONDERDAG 4 JUNI 1992 TE ENSCHEDE

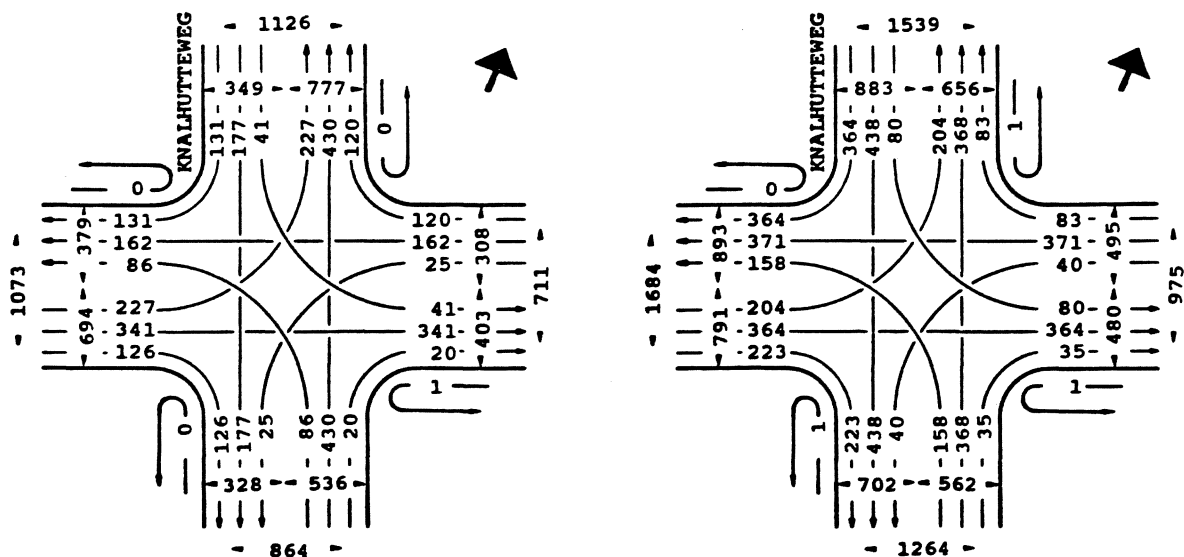
straatnaam	intensiteit 2/6		intensiteit 4/6		drukste uur 2/6		drukste uur 4/6	
	7.00-9.00	16.00-18.00	7.00-9.00	16.00-18.00	8.00-9.00	16.30-17.30	7.40-8.40	16.30-17.30
Knalhutteweg (zuid)	666	977	864	1264	384	504	494	675
Broekheurnering (west)	1095	1620	1073	1684	612	855	620	884
Knalhutteweg (noord)	878	1329	1126	1539	534	699	681	842
Zuid-Esmarkerrondweg (oost)	715	982	711	975	410	522	393	501

TABEL 2: VERSCHIL VISUELE TELLINGEN MOTORVOERTUIGEN VOOR- EN NA-ONDERZOEK

straatnaam	donderdag 20-6-91 4-6-92 7.00- 9.00 uur			donderdag 20-6-91 4-6-92 16.00-18.00 uur			dinsdag 25-6-91 2-6-92 7.00- 9.00 uur			dinsdag 25-6-91 2-6-92 16.00-18.00 uur		
	voor	na	verschil	voor	na	verschil	voor	na	verschil	voor	na	verschil
Knalhutteweg (zuid)	817	864	6 %	1403	1264	-10 %	887	666	-25 %	1305	977	-25 %
Broekheurnering (west)	1166	1073	-8 %	1726	1684	-2 %	1135	1095	-4 %	1614	1620	0 %
Knalhutteweg (noord)	883	1126	28 %	1553	1539	-1 %	961	878	-9 %	1434	1329	-7 %
Zuid-Esmarkerrondweg (oost)	800	711	-11 %	1014	975	-4 %	757	715	-6 %	963	982	2 %
TOTALE KRUISPUNT	1833	1887	3 %	2848	2731	-4 %	1870	1677	-10 %	2658	2454	-8 %

De kruispuntbewegingen van motorvoertuigen zijn weergegeven in figuur 4 en 5 voor respectievelijk de ochtend- en middagperiode op donderdag 4 juni 1992. Uit de figuren blijkt dat de doorgaande bewegingen een hoog aandeel hebben in de verkeersbelasting. Met name het aantal afslaande bewegingen van en naar de Zuid-Esmarkerrondweg is zowel in de ochtend- als middagperiode gering.

Het beeld van de kruispuntbewegingen komt sterk overeen met het beeld dat het vooronderzoek in 1991 te zien gaf.



Figuur 4 en 5: Kruispuntbewegingen motorvoertuigen van 7.00 - 9.00 uur (links) en van 16.00 - 18.00 uur (rechts) op donderdag 4 juni 1992

De intensiteiten van het (brom)fietsverkeer zijn per doorsnede voor de respectievelijke telperioden en voor het drukste uur in elke telperiode samengevat in tabel 3. Tabel 4 geeft een vergelijking met het vooronderzoek. Uit tabel 3 blijkt dat de intensiteiten op dinsdag hoger zijn dan op donderdag. De intensiteiten zijn het hoogst op de Knalhutteweg (noord) en het laagst op de Zuid-Esmarkerrondweg.

Het percentage bromfietsen varieert van 1 tot 10 procent. Het gemiddeld percentage is het hoogst op de Zuid-Esmarkerrondweg en het laagst op de Knalhutteweg (zuid). Het gemiddeld percentage bromfietzers is vergeleken met het vooronderzoek in 1991 afgenomen.

Uit tabel 4 blijkt dat op donderdag de intensiteit van (brom)fietzers tijdens het na-onderzoek lager is dan op de donderdag in het vooronderzoek. Op dinsdag echter is de intensiteit juist aanmerkelijk hoger. Daarbij moet aangetekend worden dat het vooronderzoek plaats vond in een vakantieperiode voor de middelbare scholen. Met name de regen tijdens het na-onderzoek op donderdag zal van invloed zijn geweest op de intensiteiten.

TABEL 3: VISUELE TELLINGEN (BROM)FIETSEN OP DINSDAG 2 JUNI EN DONDERDAG 4 JUNI 1992 TE ENSCHEDE

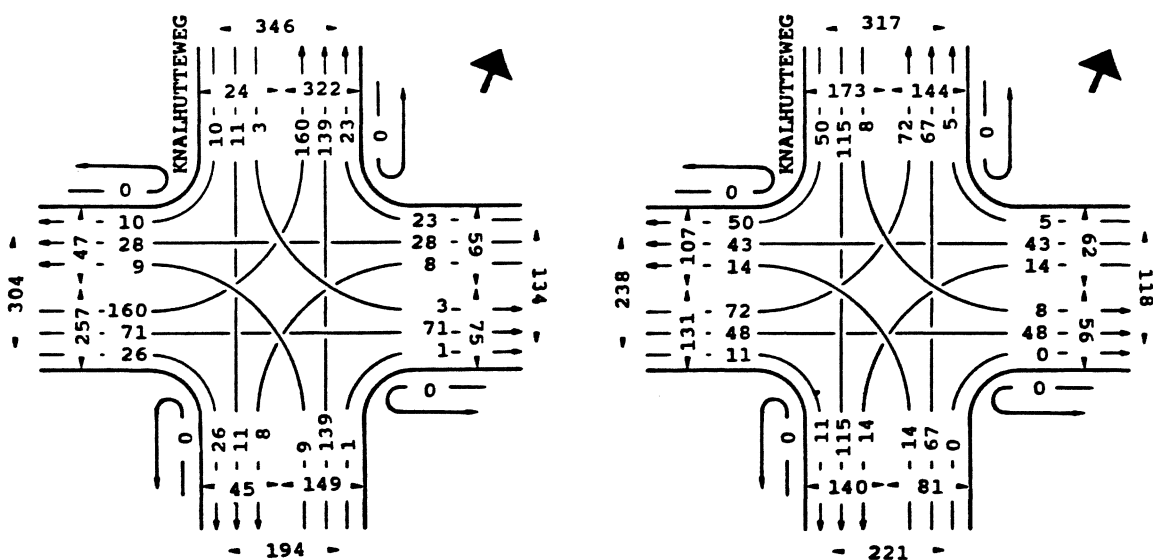
straatnaam	intensiteit 2 juni				intensiteit 4 juni				drukste uur 2 juni		drukste uur 4 juni	
	7.00-9.00		16.00-18.00		7.00-9.00		16.00-18.00		7.40-8.40	16.10-17.10	7.50-8.50	16.05-17.05
	abs.	%brf	abs.	%brf	abs.	%brf	abs.	%brf				
Knalhutteweg (zuid)	252	1	393	4	194	3	221	3	154	224	138	122
Broekheurnering (west)	285	7	322	6	304	6	238	9	186	160	210	137
Knalhutteweg (noord)	431	3	583	4	346	3	317	5	298	312	251	174
Zuid-Esmarkerrondweg (oost)	188	10	190	8	134	10	118	10	118	108	79	67

TABEL 4: VERSCHIL VISUELE TELLINGEN (BROM)FIETSEN VOOR- EN NA-ONDERZOEK

straatnaam	donderdag 20-6-91 4-6-92 7.00- 9.00 uur			donderdag 20-6-91 4-6-92 16.00-18.00 uur			dinsdag 25-6-91 2-6-92 7.00- 9.00 uur			dinsdag 25-6-91 2-6-92 16.00-18.00 uur		
	voor	na	verschil	voor	na	verschil	voor	na	verschil	voor	na	verschil
			%			%			%			%
Knalhutteweg (zuid)	259	194	-25 %	375	221	-41 %	207	252	22 %	330	393	19 %
Broekheurnering (west)	277	304	10 %	293	238	-19 %	143	285	99 %	323	322	-0 %
Knalhutteweg (noord)	400	346	-14 %	611	317	-48 %	251	431	72 %	414	583	41 %
Zuid-Esmarkerrondweg (oost)	180	134	-26 %	305	118	-61 %	97	188	94 %	235	190	-19 %
TOTALE KRUISPUNT	558	489	-12 %	792	447	-44 %	349	578	66 %	651	744	14 %

In figuur 6 en 7 zijn de kruispuntbewegingen van het (brom)fietsverkeer op het kruispunt weergegeven. Uit deze figuren blijkt dat in het algemeen de rechtdoorgaande bewegingen het belangrijkste zijn. Ook de afslaande beweging Knalhutweg - Broekheurnering heeft een relatief groot aandeel in de intensiteiten.

Een verschil met het vooronderzoek vormt het zeer sterk afgenomen aantal bewegingen van de Knalhutweg (noord) naar de Zuid-Esmarkerrondweg. Wellicht heeft de aanleg van oversteekplaatsen op de Knalhutweg (zuid) en de Zuid Esmarkerrondweg invloed gehad op het aanbod van (brom)fietsers op de rotonde.



Figuur 6 en 7: Kruispuntbewegingen (brom)fietsen van 7.00 - 9.00 uur (links) en van 16.00 - 18.00 uur (rechts) op donderdag 4 juni 1992

2.3 Capaciteit kruispunt

In tabel 5 zijn een aantal kenmerken van het autoverkeer per tak en voor het gehele kruispunt weergegeven. Het drukste uur in de middagperiode valt tussen 16.30 en 17.30 uur op 4 juni. Dat is een kwartier vroeger vergeleken met het vooronderzoek. In deze periode werden 1451 motorvoertuigen over het kruispunt afgewikkeld.

De hoogste piek in verkeersaanbod, uitgedrukt in aantallen motorvoertuigen per 10 minuten, viel op 4 juni in het ochtendspitsuur. Tussen 8.40 en 8.50 uur verwerkte het kruispunt toen 254 motorvoertuigen. Omgerekend naar uurintensiteit is dit 1524 motorvoertuigen per uur.

Van de punten waar het verkeer op de toeleidende wegen moet invoegen zijn de conflictbelastingen aangegeven. De conflictbelasting is uitgedrukt als het aantal invoegende motorvoertuigen plus het aantal met de invoegende motorvoertuigen conflicterende bewegingen van motorvoertuigen op de rotonde. De hoogste conflictbelasting werd gemeten op de aansluiting van de Broekheurnering op donderdag 4 juni, tussen 16.50 en 17.50 uur.

TABEL 5: SAMENVATTING INTENSITEITSKENMERKEN MOTORVOERTUIGEN ENSCHEDE

KENMERK	KNALHUTTEWEG NOORD	BROEKH.RING	KNALHUTTEWEG ZUID	ESMARKERR.WG	TOTALE KRUISPUNT
aanvoer 2 juni 7- 9 uur	339	722	320	296	1677
aanvoer 2 juni 16-18 uur	413	755	759	507	2454
aanvoer 4 juni 7- 9 uur	536	694	349	308	1887
aanvoer 4 juni 16-18 uur	562	791	883	495	2701
gem. % vrachtauto's	1	2	2	2	2
intensiteit drukste uur	315	438	502	273	1451
datum	4/6	2/6	4/6	2/6	4/6
periode	7.30-8.30	16.15-17.15	16.30-17.30	16.30-17.30	16.30-17.30
intensiteit drukste 10 min.	62	87	94	53	254
datum	4/6	4/6	4/6	2/6	4/6
periode	7.40-7.50	8.40-8.50	16.45-16.55	17.10-17.20	8.40-8.50
intensiteit uurbasis	372	522	564	318	1524
conflictbelasting drukste uur	644	631	690	728	
datum	4/6	4/6	4/6	4/6	
periode	16.30-17.30	16.55-17.55	7.40- 8.40	16.50-17.50	

In tabel 6 zijn de belangrijkste verkeerskenmerken van het (brom)fietsverkeer weergegeven. Het drukste uur in verkeersaanbod voor het hele kruispunt valt hier in de middag tussen 16.10 en 17.10 uur. Op 2 juni zijn in dit uur 409 (brom)fietsen geteld. Dit aantal is 58 (brom)fietsers minder dan het aantal in het piekuur van het vooronderzoek.

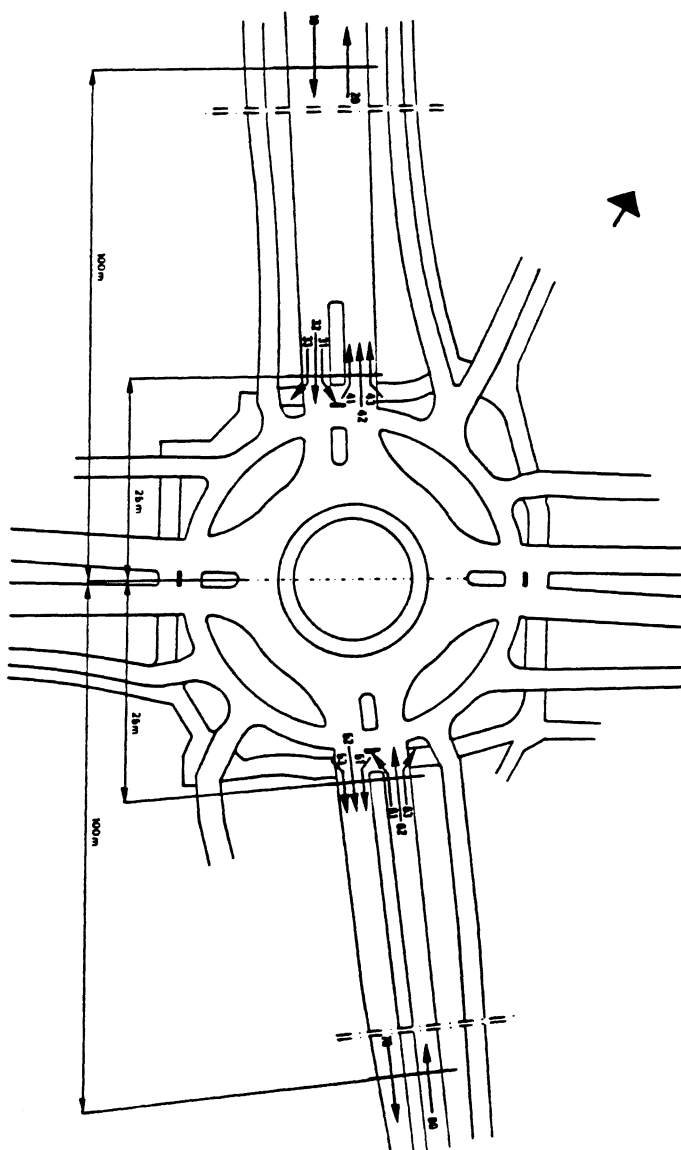
De hoogste piekbelasting werd op 2 juni tussen 17.00 en 17.10 uur genoteerd. In deze 10 minuten passeerden 87 (brom)fietsers het kruispunt, dat is ongeveer 12 procent van het totale in twee uur getelde aantal (brom)fietsers. Ten opzichte van het vooronderzoek passeerden er in de drukste 10 minuten 31 (brom)fietsers minder.

TABEL 6: SAMENVATTING INTENSITEITSKENMERKEN (BROM)FIETSEN ENSCHEDE

KENMERK	KNALHUTTEWEG NOORD	BROEKH.RING	KNALHUTTEWEG ZUID	ESMARKERR.WG	TOTALE KRUISPUNT
aanvoer 2 juni 7- 9 uur	180	223	69	106	578
aanvoer 2 juni 16-18 uur	142	171	379	52	744
aanvoer 4 juni 7- 9 uur	149	257	24	59	489
aanvoer 4 juni 16-18 uur	81	131	173	62	447
gem. % bromfietsen	4	6	3	9	5
intensiteit drukste uur	110	180	217	77	409
datum	2/6	4/6	2/6	2/6	2/6
periode	7.40-8.40	7.50-8.50	16.10-17.10	7.25-8.25	16.10-17.10
intensiteit drukste 10 min.	29	41	63	18	87
datum	2/6	4/6	2/6	2/6	2/6
periode	7.40-7.50	7.55-8.05	17.00-17.10	7.50-8.00	17.00-17.10
intensiteit uurbasis	174	246	378	108	522

3. SNELHEIDSMETINGEN

Op 2 en 4 juni hebben snelheidsmetingen plaatsgevonden op de Knalhutteweg. De snelheden van het autoverkeer zijn in elke naderingsrichting van het kruispunt en elke afrijrichting op twee doorsneden waargenomen. Per naderingsrichting en afrijrichting zijn twee metingen verricht, respectievelijk op 100 meter en 25 meter tot het hart van de kruising (zie figuur 8). Per doorsnede zijn 200 waarnemingen verzameld van het totale verkeer. Tevens is aangegeven of het een afslaan c.q. invoegende auto betrof. De waarnemingen vonden plaats met een onopvallende opstelling van de meetapparatuur.



Figuur 8: Ligging en nummering doorsneden snelheidsmetingen op de Knalhutteweg

De belangrijkste resultaten van de snelheidsmetingen zijn in tabel 7 samengevat. Tabel 8 geeft een vergelijking van de snelheden uit het voor- en na-onderzoek. Daarbij moet aangetekend worden dat een deel van de metingen in het na-onderzoek plaats vond met regenachtig weer. Het conflictpunt (het punt waarbij voorrang verleend moet worden) lag in het na-onderzoek dichterbij het meetpunt als in het vooronderzoek.

Uit tabel 7 blijkt dat de gemiddelde snelheden op 100 meter van de rotonde vrijwel gelijk zijn. De gemeten gemiddelde snelheden bewegen zich tussen 43 en 46 km/uur. Op 25 meter van de rotonde liggen de gemiddelde snelheden tussen de 21 en 29 km/uur. De gemiddelde snelheden van verkeer dat de rotonde nadert is met gemiddeld 22.5 km/uur iets lager dan de 27 km/uur van het verkeer dat de rotonde heeft verlaten.

Uit tabel 8 blijkt dat over de hele lijn een sterke daling van de gemiddelde snelheid heeft plaats gevonden. Op de meetpunten op 100 meter is de snelheid met gemiddeld 7 km/uur gedaald. Op de meetpunten op 25 meter zijn de snelheden met gemiddeld 20 km/uur gedaald.

TABEL 7: SNELHEIDSMETINGEN MOTORVOERTUIGEN

nr. meetlocatie	gemiddelde snelheid in km/uur	standaard- deviatie in km/uur	85-ste percentiel in km/uur	aantal waarne- mingen	tijdsduur meting	datum	weer
10 Knalhutteweg noord op 100 m.	45.3	8.7	54.0	200	60 min	4-6-92	regen
20 Knalhutteweg noord op 100 m.	43.1	7.2	50.0	200	45 min	4-6-92	regen
30 Knalhutteweg noord op 25 m.	21.3	7.4	28.0	200	45 min	2-6-92	bewolkt
40 Knalhutteweg noord op 25 m.	25.6	4.3	30.0	200	60 min	4-6-92	regen
50 Knalhutteweg zuid op 25 m.	28.7	5.6	34.0	200	50 min	2-6-92	bewolkt
60 Knalhutteweg zuid op 25 m.	23.7	6.5	30.0	200	50 min	2-6-92	bewolkt
70 Knalhutteweg zuid op 100 m.	45.7	6.2	52.0	200	50 min	2-6-92	bewolkt
80 Knalhutteweg zuid op 100 m.	45.0	6.8	52.0	200	45 min	2-6-92	bewolkt

nr = nummer doorsnede

TABEL 8: EVALUATIE SNELHEIDSMETINGEN MOTORVOERTUIGEN

nr. meetlocatie	gemiddelde snelheid (km/uur)			85-ste percentiel (km/uur)			aantal waarnemingen		standaard- afwijking	
	voor	na	ver- schil	voor	na	ver- schil	voor	na	voor	na
10 Knalhutteweg noord op 100 m.	53.1	45.3	-7.8	59.0	54.0	-5.0	200	200	6.3	8.7
20 Knalhutteweg noord op 100 m.	50.4	43.1	-7.3	57.0	50.0	-7.0	200	200	7.1	7.2
30 Knalhutteweg noord op 25 m.	42.2	21.3	-20.9	54.0	28.0	-26.0	200	200	10.0	7.4
40 Knalhutteweg noord op 25 m.	44.5	25.6	-18.9	54.0	30.0	-24.0	200	200	9.9	4.3
50 Knalhutteweg zuid op 25 m.	44.7	28.7	-16.0	55.0	34.0	-21.0	200	200	11.6	5.6
60 Knalhutteweg zuid op 25 m.	46.1	23.7	-22.4	55.0	30.0	-25.0	200	200	8.8	6.5
70 Knalhutteweg zuid op 100 m.	52.7	45.7	-7.0	60.0	52.0	-8.0	200	200	7.5	6.2
80 Knalhutteweg zuid op 100 m.	51.5	45.0	-6.5	57.0	52.0	-5.0	200	200	6.4	6.8

In tabel 9 zijn de resultaten van de snelheidsmetingen weergegeven voor de afslaande motorvoertuigen; het verkeer dat de rotonde verlaat. Uit de tabel blijkt dat voor alle bewegingen de gemiddelde snelheid is gedaald. De gemiddelde snelheden voor de verschillende bewegingen zijn ongeveer gelijk. Ze variëren van 21 tot 24 km/uur. De daling van de gemiddelde snelheid is het grootste voor het rechtdoorgaande verkeer.

Tabel 10 geeft de resultaten weer van de snelheidsmetingen voor de invoegende motorvoertuigen; het verkeer dat de rotonde oprijdt. Uit de tabel blijkt dat voor alle bewegingen de gemiddelde snelheden zijn gedaald. Evenals voor het afslaande verkeer geldt hier dat de gemiddelde snelheden van de verschillende bewegingsrichtingen ongeveer overeenkomen. De gemiddeld snelheden liggen tussen 25 en 30 km/uur. De daling van de gemiddelde snelheid is het grootste voor het rechtdoorgaande verkeer.

TABEL 9: EVALUATIE SNELHEIDSMETINGEN AFSLAANDE MOTORVOERTUIGEN

nr. meetlocatie	gemiddelde snelheid (km/uur)			85-ste percentiel (km/uur)			aantal waarnemingen		standaard- afwijking	
	voor	na	ver- schil	voor	na	ver- schil	voor	na	voor	na
31 Knalh.nrd. linksafslaande mvt.	35.9	21.5	-14.4	40.0	28.0	-12.0	15	8	4.8	6.3
32 Knalh.nrd. rechtdoorgaande mvt.	49.5	21.3	-28.2	56.0	28.0	-28.0	109	96	6.7	6.8
33 Knalh.nrd. rechtsafslaande mvt.	32.9	21.3	-11.6	37.0	30.0	-7.0	76	96	4.8	8.1
61 Knalh.zd. linksafslaande mvt.	36.3	24.3	-12.0	41.0	31.0	-10.0	53	51	4.3	6.4
62 Knalh.zd. rechtdoorgaande mvt.	51.0	23.5	-27.5	57.0	31.0	-26.0	132	149	5.8	6.5
63 Knalh.zd. rechtsafslaande mvt. (*)							15	0		

* geen waarnemingen in het na-onderzoek

TABEL 10: EVALUATIE SNELHEIDSMETINGEN INVOEGENDE MOTORVOERTUIGEN

nr. meetlocatie	gemiddelde snelheid (km/uur)			85-ste percentiel (km/uur)			aantal waarnemingen		standaard- afwijking	
	voor	na	ver- schil	voor	na	ver- schil	voor	na	voor	na
41 Knalh.nrd. links invoegende mvt.	35.7	25.5	-10.2	40.0	31.0	-9.0	58	64	4.8	5.1
42 Knalh.nrd. rechtdoorgaande mvt.	50.4	25.7	-24.7	59.0	30.0	-29.0	122	114	7.6	3.9
43 Knalh.nrd. rechts invoegende mvt.	34.3	25.5	-8.8	38.0	28.0	-10.0	20	22	4.3	4.1
51 Knalh.zd. links invoegende mvt. (*)							2	12		
52 Knalh.zd. rechtdoorgaande mvt.	51.5	29.4	-22.1	55.0	34.0	-21.0	133	117	7.1	5.4
53 Knalh.zd. rechts invoegende mvt.	31.1	27.7	-3.4	36.0	34.0	-2.0	65	71	5.2	5.7

* te weinig waarnemingen in het vooronderzoek

4. CONFLICTOBSERVATIES

4.1 Werkwijze

De conflictobservaties hebben plaatsgevonden volgens de methode DOCTOR. De schaal van het kruispunt maakte het noodzakelijk dat door twee geoefende waarnemers geobserveerd werd. Op de locatie is gedurende drie dagen waargenomen. De netto waarnemtijd per persoon per dag bedroeg 6 uur. De waarnemingen zijn gehouden op 2, 3 en 4 juni, telkens van 9.30 - 12.30 uur en van 14.00 - 17.00 uur.

De kern van de methodiek bestaat uit het waarnemen van conflicten en de aanleiding van het conflict. Onder een conflict wordt een kritische verkeerssituatie verstaan waarbij twee (of meer) weggebruikers elkaar zodanig naderen dat er een botsing dreigt en er een reële kans op lichamelijk letsel of materiële schade aanwezig is als hun koers en snelheid onveranderd blijven. De ernst van het conflict wordt vastgesteld aan de hand van zowel de kans op botsen als de omvang van de gevolgen indien een botsing zou hebben plaatsgevonden. De kans op botsen wordt bepaald door middel van de "time to collision" (TTC) maat en/of de "post encroachment time" (PET).

De TTC is gedefinieerd als de tijd die nog resteert tot twee weggebruikers, die op botskoers liggen, zullen botsen als koers en snelheid ongewijzigd blijven. DOCTOR gaat uit van van de minimale TTC. Hoe lager de minimale TTC, hoe groter de kans op botsen. De PET is een waarde die de mate van missen aangeeft. Deze maat is de tijd die ligt tussen het passeren van hetzelfde conflictpunt door twee weggebruikers. Indien deze tijd minder dan 0,5 seconden bedraagt wordt het conflict als ernstig aangemerkt.

In deze studie is de DOCTOR methode gebruikt om het gedrag en de gedragsveranderingen systematisch vast te leggen. Een indicatieve voorspelling ten aanzien van het aantal letselongevallen aan de hand van ervaringscijfers is onder enig voorbehoud mogelijk.

Tijdens de conflictobservaties is tevens de afwikkeling van de voorrang vastgelegd door bij enkele voorrangsituaties te turfien wie voorrang geeft aan wie. Hierdoor is een vergelijking in informeel voorrangsgedrag voor verschillende situaties mogelijk.

4.2 Algemene resultaten DOCTOR

De observaties leverden in totaal 19 conflicten op, waarvan 8 als ernstig zijn aan te merken. Bij alle conflicten waren één of meer motorvoertuigen betrokken. Als ernstig zijn die conflicten aangemerkt waarbij een score van minstens 3 werd gegeven en de letselernst minstens redelijk te noemen was. Het betreft vooral de conflicten tussen een overstekende (brom)fiets en een van de rotonde afrijdend motorvoertuig (conflicttype 3). Zes van deze conflicten waren ernstig van aard (met redelijke letselernst).

Over het algemeen lag de conflictsnelheid van de motorvoertuigen bij de waargenomen conflicten laag, hetgeen een gevolg is van de rotonde als kruispuntvorm. De hoogste conflictsnelheid bedroeg circa 35 km/uur, de laagste conflictsnelheid viel in de klasse van 0 tot 5 km/uur.

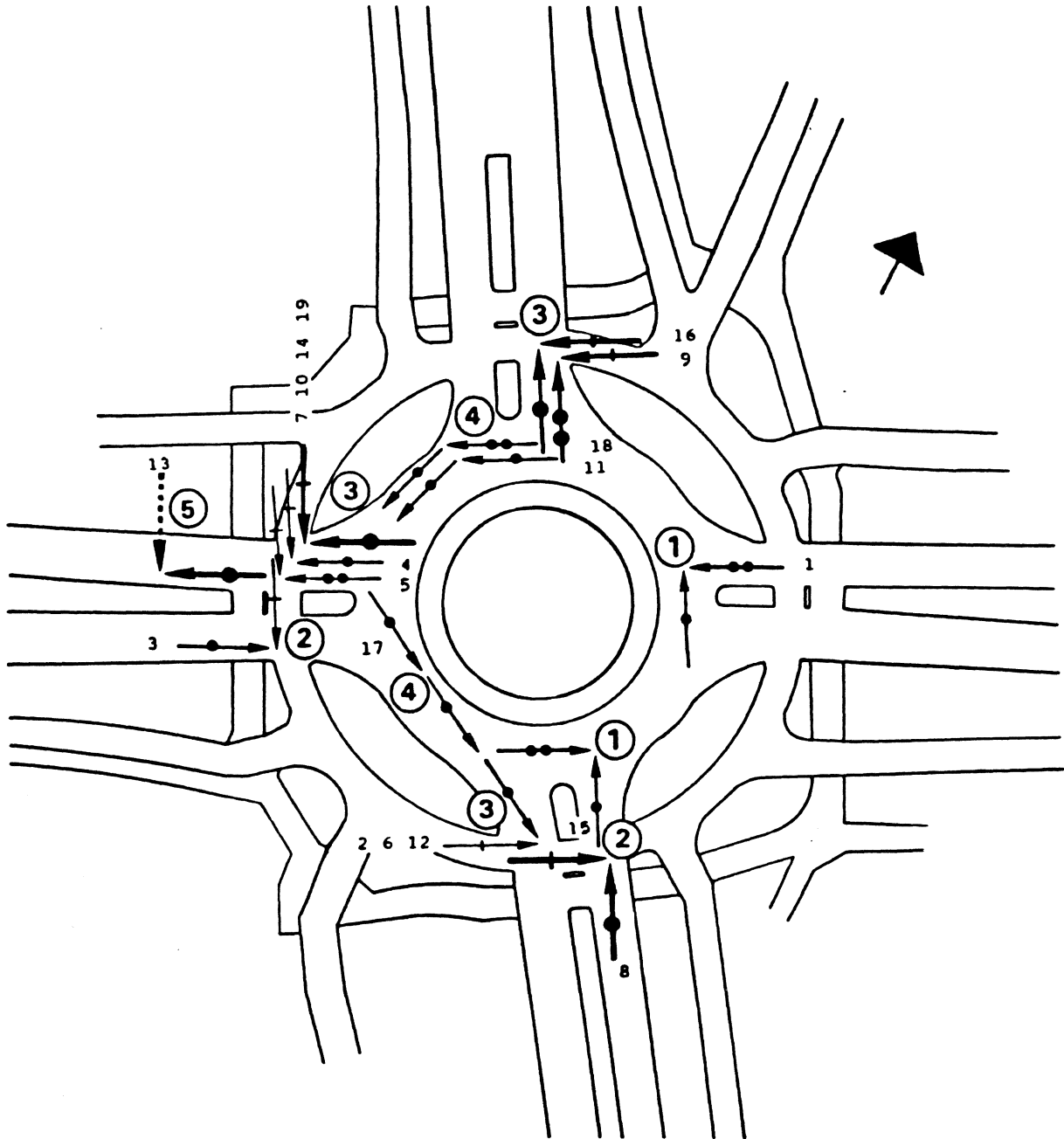
In figuur 9 zijn de manoeuvres van de waargenomen conflicten geschematiseerd weergegeven. De manoeuvres van de conflicten zijn gerangschikt naar 5 typen bijna-ongevallen. Elk type zal in de navolgende paragraaf in het kort besproken worden aan de hand van de aantekeningen van de waarnemers.

Tabel 11 geeft een overzicht van de aantallen conflicten per tak en type. De benaming van de vier takken komt overeen met die van figuur 1. De meeste conflicten zijn waargenomen op de Broekheurnering, tak D (3 niet-ernstige en 5 ernstige conflicten). Op de Knalhutweg zijn respectievelijk op de noord- en zuidtak 2 en 5 conflicten waargenomen. Op de rotonde zelf zijn 3 conflicten waargenomen en tot slot is op de Zuid-Esmarkerrondweg één conflict genoteerd.

TABEL 11: OVERZICHT AANTAL WAARGENOMEN CONFLICTEN PER TYPE EN TAK (over 18 uur waargenomen)

TYPE	TAK A		TAK B		TAK C		TAK D		ROTONDE		TOTAAL	
	ne	e	ne	e	ne	e	ne	e	ne	e	ne	e
1: voorrang bij oprijden rotonde mvt	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	2	0
2: voorrang bij oprijden rotonde (br)f	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	1	1
3: voorrang bij afrijden rotonde (br)f	0	2	-	-	3	-	2	4	-	-	5	6
4: kop-staart conflict tussen mvt	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3	0
5: overstekende voetganger met mvt	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	0	1
TOTAAL	0	2	1	0	4	1	3	5	3	0	11	8

e: ernstig conflict ne: niet ernstig conflict ROT.: op de rotonde
takbenamingen volgens figuur 1.



verkeersdeelnemer:

---> voetganger

+> fiets

●> personenauto

●●> vrachtauto/bus

② manoeuvre type

4 nummer waarneming

—> ernstig conflict

- - -> niet-ernstig conflict

Figuur 9: manoeuvres van de waargenomen conflicten

In tabel 12 is een overzicht gegeven van het aantal waargenomen conflicten naar type en score volgens de methode DOCTOR.

Uit de tabel blijkt dat bijna 60 procent van de conflicten als niet-ernstig is beoordeeld. Bij alle ernstige conflicten was een voetganger of fietser betrokken. De meeste als ernstig aangemerkte conflicten hebben een score 3 gekregen (7 van de 8), waarbij de letselernst als redelijk is aangemerkt. Zeer ernstige conflicten met een grote letselernst of score 5 hebben zich gedurende de observatieperiode van 18 uur niet voorgedaan.

In vergelijking met het vooronderzoek zijn aanzienlijk minder conflicten genoteerd, het aantal ernstige en niet-ernstige conflicten is met circa 65 procent afgenomen. Daarbij moeten een aantal aspecten betrokken worden:

- onderscheid tussen auto-auto en auto-langzaam verkeer conflicten
- de daling van de pieken in het snelheidsbeeld
- de afname in ernstklasse (3,4 en 5)
- een gewijzigde expositie

TABEL 12: OVERZICHT AANTAL WAARGENOMEN CONFLICTEN PER TYPE EN SCORE

TYPE	NIET ERNSTIG			ERNSTIG			TOTAAL	
	1	2	3	3	4	5	NIET ERNSTIG	ERNSTIG
1: voorrang bij oprijden rotonde mvt	-	1	1	-	-	-	2	0
2: voorrang bij oprijden rotonde (br)f	-	-	1	-	1	-	1	1
3: voorrang bij afrijden rotonde (br)f	-	2	3	6	-	-	5	6
4: kop-staart conflict tussen mvt	3	-	-	-	-	-	3	0
5: overstekende voetganger met mvt	-	-	-	1	-	-	0	1
TOTAAL	3	3	5	7	1	0	11	8

1 t/m 5: score volgens methode DOCTOR

In tabel 13 is een vergelijking gemaakt tussen de aantallen waargenomen conflicten per conflicttype en ernstklasse in voor- en na-situatie.

Uit de tabel blijkt dat het aantal waargenomen ernstige conflicten tussen auto's onderling fors is afgenomen. Uit een evaluatie van een 18-tal lokaties, waar conflictobservaties zijn gehouden en waar ook ongevalcijfers van bekend waren, blijkt dat op zogenaamde lage snelheidslokaties, zoals rotondes, de letselkansen bij auto-auto conflicten zeer gering is (Ploeger, 1991). Daarnaast is het ook eenvoudiger om conflicten bij lage snelheden waar te nemen.

In de periode van 1988 t/m 1990 zijn er op het kruispunt 4 ongevallen met letsel bij auto's onderling geregistreerd (= gemiddeld 1.3 letselongeval per jaar). Geschat wordt dat de kans op letsel bij een ongeval met auto's onderling te verwaarlozen zal zijn. Daarbij is overigens de kans op éézijdige ongevallen niet betrokken. Hieruit kan geconcludeerd worden dat het kruispunt Broekheurnering - Knalhatteweg in elk geval voor auto's veiliger is geworden.

Hetzelfde geldt voor de veiligheid van langzaam verkeer op het kruispunt. Het aantal ernstige conflicten tussen auto's en langzaam verkeer is met de helft afgenomen, tevens trad er een verschuiving op naar de lichtere conflicten. De verandering van een hoge naar een lage snelheidslokatie heeft ook voor dit type conflicten een correctie tot gevolg, omdat conflicten eenvoudiger waar te nemen zijn. In de voorsituatie werden er gemiddeld 2.7 letselongevallen per jaar (VOR-registratie) geregistreerd.

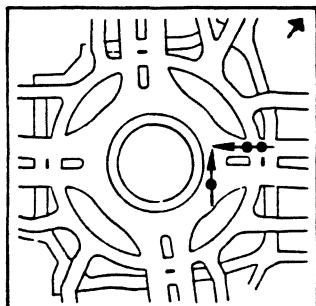
Op basis van evaluatie-gegevens uit andere lokaties is een methodiek ontwikkeld om het aantal letsel ongevallen te voorspellen (Ploeger 1991). Met behulp van deze methode is de kans op letsel bij auto-langzaam verkeer ongevallen op ongeveer 0.1 per jaar geschat. Deze daling moet echter met de nodige marge beschouwd worden. Toeval kan deze factor flink beïnvloeden.

TABEL 13: WAARGENOMEN CONFLICTEN NAAR CONFLICTTYPE EN ERNSTKLASSE IN VOOR- EN NASITUATIE

CONFLICTTYPE		ERNSTKLASSE			TOTAAL
		3	4	5	
auto-auto	voor	2	3	0	5
	na	0	0	0	0
auto-l.v.	voor	10	5	1	16
	na	7	1	0	8

4.3 Beschrijving conflicttypen

type 1: voorrang bij oprijden rotonde tussen twee motorvoertuigen



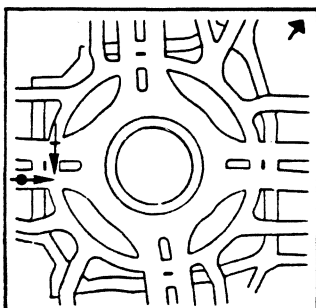
Van dit type zijn 2 conflicten waargenomen, beide niet-ernstige conflicten.

Conflictoorzaken:

- geen voorrang verlenen
- onoplettendheid

In beide gevallen was er een vrachtauto bij het conflict betrokken. Bij het conflict op de Zuid Esmarkerrondweg verkeerde de vrachtwagenchauffeur waarschijnlijk in de veronderstelling dat een auto op de rotonde hem reeds gepasseerd was. Deze laatste moest echter wachten voor een voorligger die voorrang verleende aan een fietser op de noordelijke oversteekplaats van de Knalhutteweg. Bij het conflict op de zuidtak van de Knalhutteweg wilde een oprijdende auto voorrang nemen op een vrachtauto op de rotonde.

type 2: voorrang bij oprijden rotonde met fietser op de rotonde



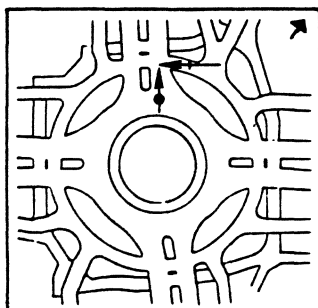
Van dit type zijn 2 conflicten waargenomen, waarvan 1 ernstig en 1 niet-ernstig conflict.

Conflictoorzaken:

- geen voorrang verlenen
- afdekking door ander voertuig

Het ernstige conflict gebeurde op de fietsoversteekplaats op de zuidtak van de Knalhutteweg. Het betrof een overstekende fietser die overstak, net nadat een trekker met oplegger hem kruiste. Als gevolg van afdekking kwam de fietser vrij onverwacht voor een auto die de rotonde naderde. Het niet-ernstige conflict betrof een fietser die geen voorrang kreeg van een automobilist op de Broekheurnering. Door de defensieve rijstijl van de fietser werd een aanrijding voorkomen.

type 3: voorrang bij afrijden rotonde met fietser



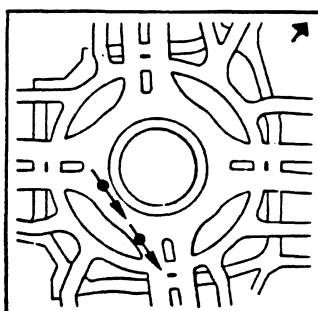
Van dit type zijn de meeste conflicten waargenomen, 6 ernstige en 5 niet-ernstige conflicten.

Conflictoorzaken:

- late reactie automobilist
- fietser niet gezien
- informeel voorrangsgedrag
- zichtbelemmering

Met uitzondering van de oversteekplaats op de Zuid Esmarkerrondweg zijn deze conflicten op elke tak van de rotonde waargenomen, waarvan 7 conflicten op de Broekheurnering. Het hier beschouwde conflicttype is een typisch rotonde-conflict. Hoewel de overstekende fietsers binnen het gezichtsveld van de op de rotonde rijdende automobilisten vallen, is de meest voorkomende conflictoorzaak: een late reactie van de automobilist doordat deze de fietser in een laat stadium opmerkt. In twee gevallen (beide niet-ernstige conflicten) had een automobilist de fietser in het geheel niet gezien (conflictnummers 4 en 5). Bij conflictnummer 4 was een snorfiets betrokken, bij conflictnummer 5 een lesvrachtauto (waarvan de instructeur ingreep). In één geval verleende een automobilist een fietser géén voorrang en reed met hoge snelheid voor de fietser langs (informeel voorrangsgedrag). Tot slot gebeurde er een conflict welke het gevolg was van zichtbelemmering. Een bestelauto met aanhangwagen stond, in verband met werkzaamheden, gedurende een half uur hinderlijk geparkeerd op het eiland tussen rotonde en fietspad (tussen tak A en D). In de meeste gevallen waren afrijdende automobilisten en oprijdende (brom)fietsers zich van de gevaarlijke situatie bewust en reden voorzichtig, in één geval ontstond desondanks een ernstig conflict. (conflictnummer 10).

type 4: kop-staart conflict

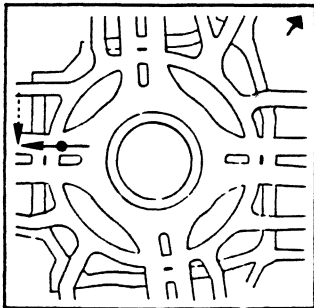


Van dit type zijn 3 niet-ernstige conflicten waargenomen.

Conflictoorzaak:

- onvoldoende afstand houden (late reactie)

Kop-staart conflicten zijn alleen op de rotonde waargenomen. Doordat de snelheden laag zijn is de letselernst bij dit type conflict ook klein. In alle gevallen betrof het een auto die pas in een laat stadium remde voor een voorligger die gestopt was om voorrang te verlenen aan een overstekende fietser (conflicttype 2).

type 5: overstekende voetganger met motorvoertuig

Van dit type is één ernstig conflict waargenomen.

Conflictoorzaak:

- bewust risico nemend gedrag

Het betrof een kind dat op de Broekheurnering in een klein hiaat hollend de weg overstak. Dit conflict werd als ernstig beoordeeld omdat een van de rotonde afrijdend bijzonder wegvoertuig (met een soort laadschop) tot op zeer korte afstand was genaderd (TTC kleiner dan 0.5 seconden) en moest afremmen.

4.4 Informeel voorrangsgedrag en overige observaties

Tijdens het onderzoek is nagegaan hoe het informeel voorrangsgedrag was van automobilisten ten opzichte van de (brom)fietzers (conflictypen 2 en 3) en van automobilisten onderling (conflicttype 1). In tabel 14 zijn de resultaten samengevat. Hoewel het aantal waarnemingen per tak afzonderlijk soms klein is, blijkt dat over het geheel genomen géén informeel voorrangsgedrag voorkomt. In slechts 2 procent van de gevallen verleent een automobilist geen voorrang aan een fietser (conflicttype 2 en 3) of aan een auto op de rotonde (conflicttype 1). De meeste gevallen van informeel voorrangsgedrag werden waargenomen van conflicttype 3 op de noordtak van de Knalhutteweg. Bij 2 van de 18 ontmoetingen verleende een automobilist geen voorrang. Dit leidt overigens niet tot veel conflicten op deze tak. Uit het bovenstaande kan geconcludeerd worden dat over het algemeen de voorrangssituatie duidelijk is, goed wordt begrepen en nageleefd.

TABEL 14: INFORMEEL VOORRANGSGEDRAG

Aangegeven is de procentuele verdeling van de bestuurders die voorrang (moeten) geven in een ontmoetingssituatie

	CONFLICT 1			CONFLICT 2			CONFLICT 3		
	auto oprijdend	auto rotonde	n	auto oprijdend	fiets oprijdend	n	auto afrijdend	fiets rotonde	n
A: Knalhutteweg (noord)	100.0	0.0	30	100.0	0.0	22	88.9	11.1	18
B: Zuid-Esmarkerrondweg (oost)	100.0	0.0	22	100.0	0.0	16	100.0	0.0	10
C: Knalhutteweg (zuid)	100.0	0.0	50	100.0	0.0	36	100.0	0.0	28
D: Broekheurnering (west)	95.7	4.3	94	95.0	5.0	40	100.0	0.0	30
TOTAAL	98.0	2.0	196	98.3	1.7	116	97.7	2.3	86

Evenals bij voorgaande evaluatie-onderzoeken van rotondes is nagegaan op welke wijze automobilisten richting aangeven op de rotonde, afhankelijk van de voorgenomen beweging. In tabel 15 is het resultaat van het "knipperbeleid" van de automobilisten weergegeven. Uit de tabel blijkt dat het grootste deel van de afrijdende automobilisten op de juiste wijze richting aangeeft. Van de rechtdoorgaande- en linksafslaande automobilisten geeft 70 procent op de juiste wijze richting aan, van de rechtsafslaande automobilisten 85 procent. De rechtsafslaande automobilisten blijken het meest uniform in hun gedrag, zowel bij oprijden als afrijden wordt door 85 procent richting aangegeven naar rechts.

Bij het oprijden van de rotonde is men minder goed op de hoogte van de manier van richting aangeven. Bij het links afgaan wordt bij het oprijden door slechts 23 procent links aangegeven. Dit is in vergelijking met de resultaten uit 4 andere evaluatie-onderzoeken een zeer laag percentage. Bovendien geeft respectievelijk 10 en 15 procent van de linksafslaande- en rechtdoorgaande automobilisten bij het oprijden richting naar rechts aan.

Spoedig na de openstelling van de rotonde bleek dat de hellingshoek van de overrijdbare strook aan de binnenzijde van rijbaan te groot was. Als gevolg hiervan werd de overrijdbare strook nauwelijks door grote voertuigen gebruikt. Hierdoor leverde de berijdbaarheid van de rotonde voor grote voertuigen soms problemen op.

Tijdens de observaties is geconstateerd dat grote vrachtwagens met meesturende achterassen, zonder gebruik te maken van de overrijdbare strook, de rotonde over het algemeen goed kunnen berijden. Hetzelfde geldt voor kleinere vrachtwagens (zonder aanhanger). Echter grote vrachtwagens (bijvoorbeeld een trekker met oplegger) zonder meesturende achterassen ondervinden wel de nodige problemen. Sommige van hen reden zelfs met het achterste deel van de vrachtwagen door het plantsoen op het middeneiland. Verder is geconstateerd dat een aantal chauffeurs zonder aangepast rijgedrag de rotonde berijden. Met name deze laatste groep en de voorlaatste groep chauffeurs zijn de oorzaak van kapot gereden afrijbochten (binnenbocht) en omvergereden verkeersborden.

Inmiddels is de overrijdbare strook gereconstrueerd en minder steil uitgevoerd.

TABEL 15: GEDRAG AUTOMOBILISTEN BIJ RICHTING AANGEEVEN

VOORGENOMEN BEWEGING	AANGEGEVEN RICHTING								AANTAL WAARNE- MINGEN
	bij oprijden (in %)				bij afrijden (in %)				
	links	rechts	niets	totaal	links	rechts	niets	totaal	
rechtsaf	0.0	84.6	15.4	100.0	0.0	84.6	15.4	100.0	26
rechtdoor	1.7	15.0	83.3	100.0	0.0	71.7	28.3	100.0	60
linksaf	22.6	9.7	67.7	100.0	0.0	71.0	29.0	100.0	31

5. PASSAGETIJD- EN WACHTTIJDMETINGEN

Gedurende de periode van de visuele tellingen zijn waarnemingen gedaan betreffende de passagetijd van auto's en de wachttijd van (brom)fietzers. Op dinsdag 2 juni 1992 zijn de passagetijden van auto's en de lengte van de rij wachtende auto's gemeten. Op donderdag 4 juni 1992 zijn de wachttijden van overstekende (brom)fietzers gemeten en het aantal wachtende (brom)fietzers genoteerd.

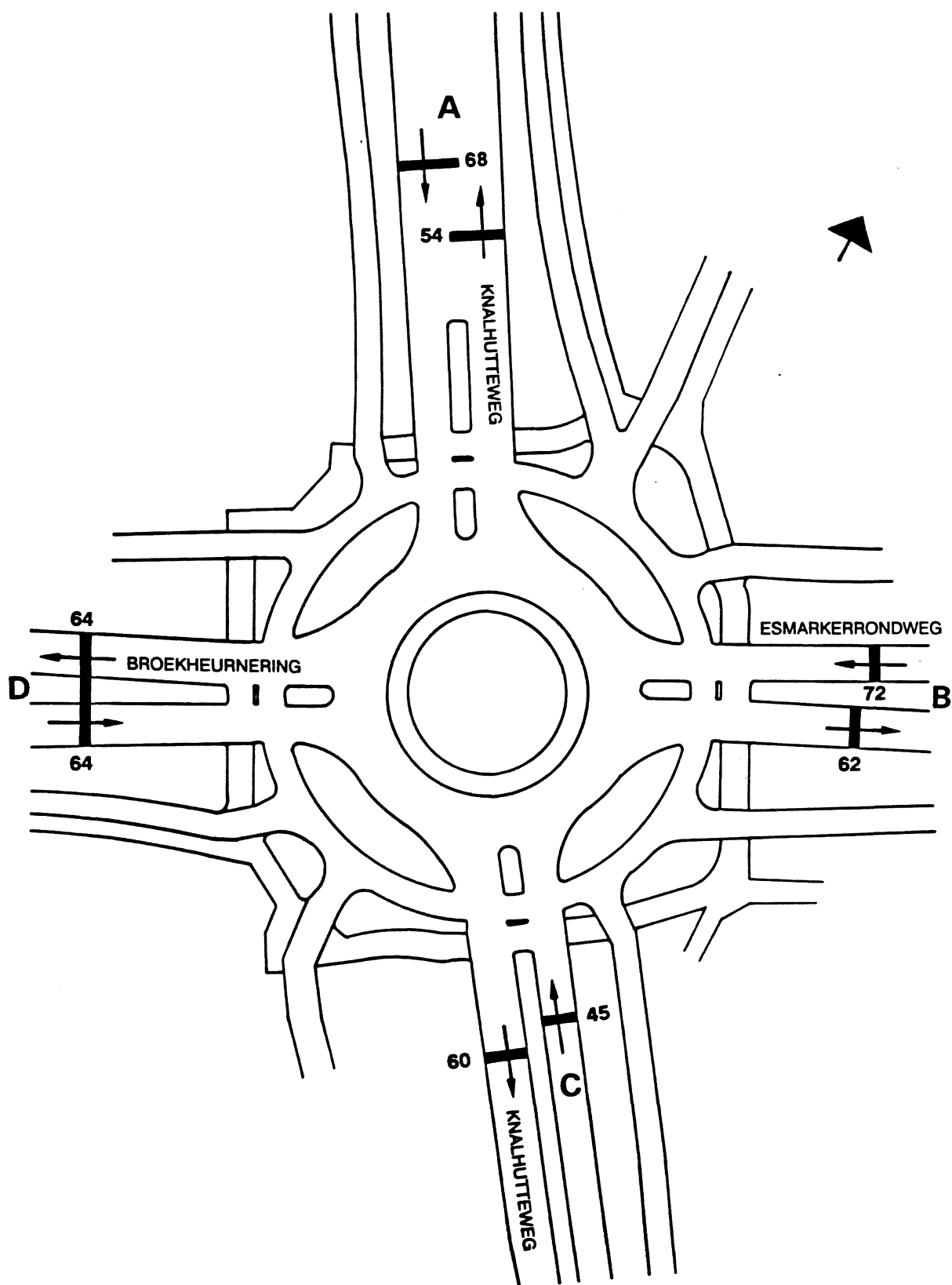
5.1 Motorvoertuigen

De metingen zijn uitgevoerd overeenkomstig de daarvoor ontwikkelde instructie van de SWOV. In figuur 10 zijn de passeerlijnen aangegeven die gebruikt zijn om de passeermomenten van de voertuigen vast te leggen. De totale afgelegde afstand tussen twee passeerlijnen van elke beweging is weergegeven in tabel 16.

Bij de passagetijd-metingen is per naderingsrichting door een waarnemer vastgesteld hoeveel tijd het kost voor een motorvoertuig om van de passeerlijn van de betreffende tak naar een andere passeerlijn te rijden. Tevens is vastgesteld in welke periode de meting viel, zodat een koppeling aan de verkeersintensiteit op dat moment mogelijk is. Na aftrek van de doorrijtijd zonder oponthoud kan de gemiddelde wachttijd voor het kruispunt worden berekend.

TABEL 16: TOTALE AFSTAND TUSSEN SCREENLINES (in meters)

VAN	NAAR			
	A	B	C	D
A	-	156	146	118
B	116	-	162	140
C	108	94	-	134
D	146	130	117	-



Figuur 10: Passeerlijnen met bijbehorende afstand in meters tot het hart van de rotonde

In de tabellen 17 en 18 zijn voor respectievelijk de ochtend- en middagperiode de gemiddelde doorrijtijden van het voor- en na-onderzoek met elkaar vergeleken. Hieruit blijkt dat de gemiddelde doorrijtijden voor het verkeer vanuit de takken A en C over het algemeen zijn toegenomen. Dit lag in de verwachting, immers in tegenstelling tot de voorsituatie moet het verkeer op de Knalhatteweg bij het oprijden van de rotonde voorrang verlenen.

De gemiddelde doorrijtijden voor het verkeer vanuit de takken B en D zijn afgenomen. Dit houdt tevens verband met de veranderde kruispuntsvorm. Door de lagere rijksnelheden op de rotonde en doordat er slechts op conflicterend verkeer vanuit één richting gelet hoeft te worden, kan het verkeer vanuit de takken B en D eenvoudiger invoegen. Voor de relatie B - D is de gemiddelde doorrijtijd in de ochtendperiode met 4 en 1 seconden afgenomen, in de middagperiode is de gemiddelde doorrijtijd met respectievelijk 12 en 13 seconden afgenomen.

Uit de tabellen blijkt voorts dat de doorrijtijden in de ochtend- en de middagperiode relatief weinig verschillen. In de voorsituatie zijn de doorrijtijden in de middagperiode voor een aantal bewegingen duidelijk hoger dan voor de ochtendperiode.

TABEL 17: GEMIDDELDE DOORRIJTIJDEN VAN 7.00-9.00 UUR (verschil voor- en na-onderzoek)

	NAAR A			NAAR B			NAAR C			NAAR D		
	voor	na	ver- schil	voor	na	ver- schil	voor	na	ver- schil	voor	na	ver- schil
VAN A	-	-	-	18	24	6	10	20	10	12	15	3
B	18	18	0	-	-	-	27	25	-2	23	22	-1
C	7	20	13	10	20	10	-	-	-	13	21	8
D	23	22	-1	23	19	-4	19	18	-1	-	-	-

TABEL 18: GEMIDDELDE DOORRIJTIJDEN VAN 16.00-18.00 UUR (verschil voor- en na-onderzoek)

	NAAR A			NAAR B			NAAR C			NAAR D		
	voor	na	ver- schil	voor	na	ver- schil	voor	na	ver- schil	voor	na	ver- schil
VAN A	-	-	-	15	27	12	9	23	14	12	20	8
B	19	19	0	-	-	-	26	25	-1	35	22	-13
C	7	21	14	10	21	11	-	-	-	15	25	10
D	49	30	-19	36	24	-12	29	20	-9	-	-	-

Naast de passagetijdmetingen zijn ook de aantallen wachtende auto's voor de kruising per naderingsrichting onderzocht. Deze resultaten zijn verkregen door telkens per periode van een minuut een momentopname te maken van het aantal wachtende auto's voor de kruising. Hierbij zijn ook de zeer langzaam rijdende auto's als wachtend geteld. In tabel 19 is het gemiddeld aantal wachtende motorvoertuigen per tak en per periode van een uur samengevat.

Uit de tabel valt af te lezen dat er in de ochtendperiode nagenoeg geen lange wachtrijen voorkomen. Gemiddeld staan er ongeveer tussen 7.00 en 8.00 uur 1,5 wachtende auto's per uur voor het gehele kruispunt, tussen 8.00 en 9.00 uur is dit 3,5 wachtende auto's. In de middagperiode is het aantal wachtende auto's hoger. Over de twee uren is het aantal wachtende auto's gemiddeld ongeveer 8.

De langste wachtrij kwam in de ochtendperiode om 8.53 uur voor op tak D, er stonden 11 wachtende auto's. Op het gehele kruispunt stonden op dat moment 22 wachtende auto's.

In tabel 20 zijn het aantal wachtende motorvoertuigen in de voor- en na-situatie met elkaar vergeleken. Hieruit blijkt dat het aantal wachtende motorvoertuigen in de nasituatie ongeveer is verdubbeld. In de voorsituatie bevonden zich op de takken A en C (Knalhutweg) in verband met de toen geldende voorrangsregeling nauwelijks wachtende motorvoertuigen. Voor deze takken is de stijging van het gemiddeld aantal wachtende motorvoertuigen in de verschillende perioden dan ook het grootst. Het aantal wachtende motorvoertuigen voor tak B (Zuid-Esmarkerrondweg) is over alle telperioden samen gezien, licht gedaald.

TABEL 19: GEMIDDELD AANTAL WACHTENDE MOTORVOERTUIGEN PER TAK EN PER UUR OP DINSDAG 2 JUNI 1992

PERIODE	TAK				OP ROTONDE	TOTALE KRUISPUNT
	A	B	C	D		
7.00- 8.00	0.1	0.3	0.6	0.5	0.0	1.5
8.00- 9.00	0.6	0.8	0.9	1.2	0.1	3.5
16.00-17.00	2.8	1.1	0.8	4.1	0.4	9.2
17.00-18.00	2.3	1.0	1.1	2.2	0.7	7.4

TABEL 20: GEMIDDELDE AANTAL WACHTENDE MOTORVOERTUIGEN IN VOOR- EN NA-ONDERZOEK

PERIODE	TOTALE KRUISPUNT		
	voor	na	verschil
7.00- 8.00	0.9	1.5	0.6
8.00- 9.00	1.5	3.5	2.0
16.00-17.00	5.3	9.2	3.9
17.00-18.00	3.5	7.4	3.9

5.2 (Brom)fietzers

Bij de wachttijdmetingen van de (brom)fietzers is voor de oversteekplaatsen op elke tak door een waarnemer vastgesteld hoeveel tijd men moet wachten voordat er overgestoken kan worden.

In tabel 21 zijn voor de verschillende perioden de gemiddelde wachttijden van het voor- en na-onderzoek met elkaar vergeleken. Hieruit blijkt dat de gemiddelde wachttijden sterk zijn afgenomen. Als gevolg van de voorrangsregeling voor overstekende (brom)fietzers treden er voor deze groep nauwelijks wachttijden op.

Als gevolg hiervan is ook het aantal wachtende (brom)fietzers vrijwel nihil. In tabel 22 is het gemiddeld aantal wachtende (brom)fietzers weergegeven. Het hoogste aantal is waargenomen op tak D, daar stonden om 17.10 uur 3 wachtende fietsers.

TABEL 21: GEMIDDELDE WACHTTIJD VAN (BROM)FIETSERS PER OVERSTEEKTAK OP DONDERDAG 4 JUNI 1992 (in seconden)

PERIODE	TAK				TOTALE KRUISPUNT
	A	B	C	D	
7.00- 9.00	0	0	0	0	0
16.00-18.00	0	0	0	1	1

TABEL 22: GEMIDDELD AANTAL WACHTENDE (BROM)FIETSERS PER OVERSTEEKTAK EN PER UUR OP DONDERDAG 4 JUNI 1992

PERIODE	TAK				TOTALE KRUISPUNT
	A	B	C	D	
7.00- 8.00	0	0	0	0	0
8.00- 9.00	0	0	0	0	0
16.00-17.00	0	0	0	0	0
17.00-18.00	0	0	0	0.1	0.1

6. CONCLUSIES

Het voor- en na-onderzoek zijn wat betreft het verkeersbeeld goed vergelijkbaar. Het verkeersaanbod over het gehele kruispunt vertoont een zelfde verloop als tijdens het vooronderzoek. Een verschil met het vooronderzoek vormt het zeer sterk afgenomen aantal fietsbewegingen van de Knalhutteweg (noord) naar de Zuid-Esmarkerrondweg. Wellicht heeft de aanleg van oversteekplaatsen op de Knalhutteweg (zuid) en de Zuid-Esmarkerrondweg invloed gehad op het aanbod van (brom)fietsers op de rotonde.

Vergeleken met het vooronderzoek zijn de intensiteiten van motorvoertuigen tijdens het na-onderzoek in drie van de vier telperioden lager. De intensiteiten van (brom)fietsen zijn in het na-onderzoek op dinsdag aanmerkelijk hoger dan tijdens het vooronderzoek. Op donderdag zijn de intensiteiten juist aanmerkelijk lager. Met name de regen op donderdag zal hierop van invloed zijn geweest.

In het drukste uur worden op de rotonde 1451 motorvoertuigen en 409 (brom)fietsers per uur afgewikkeld. In het vooronderzoek werden tijdens het drukste uur 1511 motorvoertuigen en 467 (brom)fietsers per uur afgewikkeld.

Het snelheidsgedrag is sterk veranderd door de aanleg van de rotonde. Op 100 meter van de rotonde is de gemiddelde snelheid met gemiddeld 7 km/uur afgenomen, de snelheid behorende bij het 85-ste percentiel daalde met 8 km/uur. Op 25 meter van de rotonde is de gemiddelde snelheid met gemiddeld 19 km/uur afgenomen, de snelheid behorende bij het 85-ste percentiel daalde met 24 km/uur. De gemiddelde snelheden zijn voor alle bewegingen afgenomen. De afname is het grootst voor de rechtdoorgaande bewegingen. Ten opzichte van de invoegende bewegingen is de afname van de gemiddelde snelheden voor de afslaande bewegingen groter.

De rotonde en de gewijzigde voorrangsregeling zijn tevens van invloed op de passagetijden over het kruispunt. Omdat het verkeer op de Knalhutteweg (tak A en C) in de nasituatie voorrang moet verlenen bij het oprijden van de rotonde is de gemiddeld passagetijsd toegenomen. De gemiddelde passagetijsd voor het verkeer op de Zuid-Esmarkerrondweg en de Broekheurnering (tak B en D) is daarentegen afgenomen.

Het aantal wachtende auto's is toegenomen. De toename vindt vrijwel geheel plaats op de Knalhutteweg (tak A en C). Het gemiddeld aantal wachtende motorvoertuigen varieert van 1.5 tussen 7.00 en 8.00 uur, tot 9.2 tussen 16.00 en 17.00 uur.

In vergelijking met het vooronderzoek zijn in het na-onderzoek minder conflicten genoteerd. Zowel het aantal ernstige- als niet-ernstige conflicten is met circa 65 procent afgenomen. Bovendien is er een verschuiving opgetreden van de ernstige conflicten naar de lichtere conflicten.

Op basis van het aantal waargenomen ernstige conflicten tijdens het na-onderzoek wordt geschat dat de kans op letsel bij auto-auto ongevallen en auto-langzaam verkeer ongevallen zeer klein zal zijn (circa 0.1 letselongeval per jaar).

De voorrangssituatie wordt over het algemeen goed begrepen en nageleefd. Tijdens het vooronderzoek werd in 10 tot 15 procent van de gevallen informeel voorrangsgedrag waargenomen (auto-fietsontmoetingen). In de nasituatie blijkt slechts in 2 procent van de gevallen informeel voorrangsgedrag op te treden.

De aan de binnenzijde van de rijbaan aangebrachte overrijdbare strook had ten tijde van het onderzoek een relatief steile hellingshoek. Met name vrachtcombinaties met aanhanger hadden hier problemen mee. Inmiddels is de overrijdbare strook minder steil uitgevoerd.

Het voorgaande leidt tot de conclusie dat de rotonde goed blijkt te functioneren. Hoewel de voorrangsregeling voor het (brom)fietsverkeer een capaciteitsverlies voor de motorvoertuigen tot gevolg heeft, leidt dit bij de huidige intensiteiten niet tot noemenswaardige problemen in de vorm van lange wachtrijen. Bovendien is de oversteekbaarheid voor (brom)fietsers verbeterd. Het aantal en de ernst van de conflicten is, met name onder invloed van de daling van de gemiddelde snelheden voor motorvoertuigen, sterk afgenomen. Er is sprake van een aanzienlijke verbetering van de verkeerveiligheid.

7. EVALUATIE: ROTONDE ENSCHEDE VERSUS 4 VARIANTEN

In dit afsluitende hoofdstuk worden de resultaten van het onderzoek vergeleken met de resultaten van een evaluatiestudie naar rotondes in Alphen aan den Rijn, Wassenaar, Woerden en Zoetermeer (Ploeger en Willekes, 1990).

7.1 Vormgeving, verkeerskenmerken

De rotondes kennen alle een voorrangsregeling nieuwe stijl. Dit houdt in dat het verkeer op de rotonde voorrang heeft. Er zijn echter verschillen in de positie die de (brom)fietzers op de rotonde innemen.

Het belangrijkste verschil tussen de Enschedese rotonde en de overige rotondes is de voorrangsregeling voor fietsers op de rotonde. Op de Enschedese rotonde heeft het (brom)fietsverkeer op het vrijliggende fietspad voorrang op het autoverkeer van en naar de rotonde.

Op de Wassenaarse rotonde hebben (brom)fietzers een eigen strook met het verkeer mee en dus ook voorrang op het autoverkeer. (In 1992 is de rotonde in Wassenaar gereconstrueerd, het fietsverkeer wordt nu op vrijliggende fietspaden buiten de rotonde afgewikkeld). Op de rotondes in Alphen aan den Rijn en Woerden worden (brom)fietzers op vrijliggende paden parallel aan de rotonde afgewikkeld. Fietzers dienen bij elke oversteek voorrang te verlenen.

Op de rotonde in Zoetermeer is het bromfietzers toegestaan gebruik te maken van de rotonde. In de praktijk gebruiken vrijwel alle (brom)fietzers de vrijliggende fietspaden die om de rotonde liggen. Bij het oversteken van de eerste rijbaan dienen fietsers voorrang te verlenen aan het afrijdend autoverkeer. Bij de tweede rijbaan, de toerit tot de rotonde, hebben fietsers voorrang op het autoverkeer.

In tabel 23 zijn een aantal kenmerken van de verschillende rotondes samengevat.

TABEL 23: OVERZICHT ENKELE TECHNISCHE GEGEVENS ROTONDES

	Enschede	Alphen a/d Rijn	Wassenaar	Woerden	Zoetermeer
Binnendiameter	16 m	15 m	20 m	16 m	25 m
Rijbaan breedte	5 m plus 2 m strook	5 m	5.5 m plus 2 m fietsstrook	5 m plus 2 m strook	5-6 m
Buitendiameter	30 m	25 m	35 m	30 m	35 m
Positie fietsers	vrijliggend fietspad	vrijliggend fietspad	fietsstrook op rotonde	vrijliggend fietspad	vrijliggend fietspad
Positie bromfietzers	vrijliggend fietspad	vrijliggend fietspad	fietsstrook op rotonde	vrijliggend fietspad	meerrijdend op rotonde
Voorrang op rotonde	alle verkeer	motorvoertuigen	alle verkeer	motorvoertuigen	alle verkeer
Jaar van uitvoering	1991	1986	1988	1989	1989

In vergelijking met de andere rotondes zijn de intensiteiten van motorvoertuigen op de rotonde in Enschede gemiddeld. De intensiteiten op de rotonde in Alphen aan den Rijn zijn duidelijk lager. De intensiteiten op de rotonde in Woerden zijn min of meer vergelijkbaar met die in Enschede. In Zoetermeer en vooral in Wassenaar zijn de intensiteiten van motorvoertuigen hoger. Het percentage vrachtverkeer is op de rotonde in Enschede ten opzichte van de meeste andere rotondes laag.

Ten aanzien van de intensiteiten van het fietsverkeer geldt dat de intensiteiten op de rotondes in Wassenaar en Alphen aan den Rijn lager, en op de rotondes in Zoetermeer en Woerden hoger zijn dan in Enschede. Het percentage (brom)fietsers is in Enschede het laagst van de beschouwde rotondes.

De hoogste conflictbelasting is in Enschede 728. De conflictbelasting is op de overige rotondes hoger, behalve op de rotonde in Alphen aan den Rijn.

TABEL 24: OVERZICHT ENKELE INTENSITEITSKENMERKEN

	Enschede	Alphen a.d. Rijn	Wassenaar	Woerden	Zoetermeer
Aanvoer motorvoertuigen 7 - 9 uur	1777	-	3309	2111	2310
Aanvoer motorvoertuigen 16 - 18 uur	2578	1289	4036	2758	3417
Drukste uur motorvoertuigen	1451	747	2143	1517	1854
Conflictbelasting drukste uur	728	509	1315	884	966
Percentage vrachtauto's	2	3	5	6	2
Aanvoer (brom)fietsen 7 - 9 uur	534	-	480	917	867
Aanvoer (brom)fietsen 16 - 18 uur	596	501	503	976	658
Drukste uur (brom)fietsen	409	278	356	646	684
Percentage bromfietsen	5	14	18	6	9

- geen tellingen beschikbaar

7.2 Snelheid

In tabel 25 zijn snelheidsveranderingen weergegeven in de voor- en nasituatie op een aantal meetpunten op de toeritten van de rotondes in Enschede, Alphen aan den Rijn, Woerden en Zoetermeer. In Wassenaar zijn geen snelheidsmetingen uitgevoerd.

De rotonde heeft een onmiskenbare invloed op het snelheidsgedrag. Met name de gemiddelde snelheden van het rechtdoorgaande verkeer zijn drastisch afgenomen. Ook in vrijwel alle andere in de tabel weergegeven situaties zijn de gemiddelde snelheden significant afgenomen.

De gemiddelde snelheden op de verschillende meetpunten lagen in de voorsituatie in Enschede op een iets lager nivo dan bij de andere kruispunten. Desondanks is de afname van de gemiddelde snelheid groter dan voor de overige situaties.

TABEL 25: OVERZICHT GEMETEN SNELHEDEN OP TOERITTEN VAN ROTONDES

meetlocatie		gemiddelde snelheid (km/uur)			85-ste percentiel (km/uur)			aantal waarnemingen		standaard- afwijking	
		voor	na	ver- schil	voor	na	verschil	voor	na	voor	na
Enschede	rechtdoorgaand	50.3	22.6	-27.7	57.0	29.0	-28.0	241	245	6.3	6.8
Alphen	rechtdoorgaand	60.4	43.1	-17.3	72.5	48.5	-24.0	113	93	11.7	5.8
Woerden	rechtdoorgaand	52.8	30.0	-22.8	62.5	38.0	-24.5	233	247	8.8	7.8
Zoetermeer	rechtdoorgaand	52.0	29.0	-23.0	59.0	37.0	-22.0	312	400	7.3	7.3
Enschede	afslaand	34.7	22.3	-12.4	40.0	30.0	-10.0	159	155	5.1	7.6
Alphen	afslaand	32.2	42.7	10.5	37.5	48.0	10.5	85	107	5.8	5.3
Woerden	afslaand	34.4	30.6	-3.8	40.5	37.5	-3.0	167	153	5.7	6.8
Enschede	op 100 m	52.3	45.2	-7.1	58.0	53.0	-5.0	400	400	6.4	7.8
Alphen	op 75 m	57.8	56.6	-1.2 *	70.0	66.0	-4.0	200	200	10.3	7.7
Woerden	op 125 m	57.7	52.8	-4.9	67.0	62.5	-4.5	400	400	8.8	8.8
Zoetermeer	op 125 m	52.7	46.7	-6.0	59.5	54.0	-5.5	400	400	6.8	7.7

* niet significant (getoetst op 5 % nivo)

7.3 Conflictobservaties en veiligheid

Op alle locaties zijn conflictobservaties gehouden volgens de methode DOCTOR. De netto waarnemingstijd bedroeg 18 uur, met uitzondering van de rotonde in Alphen aan den Rijn waar gedurende 12 uur is geobserveerd. Met behulp van de conflictobservaties wordt inzicht verkregen in de veiligheidsrisico's op rotondes bij verschillende wijzen van vormgeving. De meeste aandacht gaat hierbij uit naar de manier waarop fietsers en bromfietsers over de rotonde geleid worden.

De overzichtelijkheid van de rotonde en eenvoud van de rijtaak maakt dat er een beperkt aantal conflicten ontstaat op rotondes. Verder zal het letselrisico bij aanrijdingen zeer gering zijn in verband met de lage rij snelheden bij het oprijden van de rotonde.

De voorrangskonflikten bij het oprijden en afrijden van de rotonde (type 1, 2 of 3) vertegenwoordigen een ruime meerderheid van de waargenomen conflicten. In tabel 26 is voor de 5 rotondes een overzicht gegeven van het aantal conflicten naar type en ernst. Uit deze tabel blijkt dat in Enschede minder (ernstige) conflicten zijn waargenomen dan bij de overige rotondes. Ten opzichte van de rotondes in Wassenaar, Woerden en Zoetermeer is dit verschil te verklaren door een lagere expositie van de auto-auto ontmoetingen en de auto-fiets ontmoetingen.

TABEL 26: AANTAL CONFLICTEN NAAR TYPE EN ERNST

TYPE	ERNST CONFLICT	ALPHEN				
		A.D. RIJN	WASSENAAR	WOERDEN	ZOETERMEER	ENSCHDE
TYPE 1:	ernstig	1	11	8	2	-
Motorvoertuig op toerit met	niet-ernstig	6	32	21	17	2
motorvoertuig op rotonde	totaal	7	43	29	19	2
TYPE 2:	ernstig	2	11	1	4	1
Motorvoertuig op toerit met	niet-ernstig	3	15	1	6	1
(brom)fiets op rotonde	totaal	5	26	2	10	2
TYPE 3:	ernstig	8	11	12	10	6
Afslaand motorvoertuig met	niet-ernstig	3	22	13	8	5
(brom)fiets	totaal	11	33	25	18	11
TYPE 4:	ernstig	-	1	-	-	-
Kop-staart conflict tussen	niet-ernstig	-	5	-	2	3
motorvoertuigen onderling	totaal	-	6	-	2	3
TYPE 5:	ernstig	-	1	-	2	1
Overstekende voetganger met	niet-ernstig	-	1	1	2	-
motorvoertuig	totaal	-	2	1	4	1
TYPE 6:	ernstig	-	-	-	-	-
(Brom)fietsen onderling	niet-ernstig	1	-	1	1	-
	totaal	1	-	1	1	-
TOTAAL	ernstig	11	35	21	18	8
	niet-ernstig	13	75	37	36	11
	totaal	24	110	58	54	19

Totaal Alphen aan den Rijn opgehoogd naar 18 uur observeren

In het navolgende wordt ingegaan op de verschillende conflicttypen.

conflicttype 1 motorvoertuig op toerit met motorvoertuig op rotonde

In Enschede zijn géén ernstige conflicten van dit type waargenomen. Het verschil met de andere rotondes kan verklaard worden uit de verschillen in ontmoetingskans (Ploeger en Willekes, 1990). Dit betekent dat de verschillen in vormgeving nauwelijks van invloed zullen zijn op het ontstaan van dit type conflict.

Uit de conflictobservaties blijkt verder dat er 3 belangrijke conflictoorzaken zijn aan te geven:

- voorrang niet onderkend,
- bewust risico nemend gedrag in klein hiaat,
- verwarring over (niet) richting aangeven.

De eerste conflictoorzaak komt vooral voor bij de rotonde in Wassenaar. Met uitzondering van de rotondes Enschede en Alpen aan den Rijn wordt de tweede conflictoorzaak op alle rotondes waargenomen op drukke momenten als de wachttijden op de toeritten oplopen. Uit observaties van het informeel voorrangsgedrag (zie tabel 27) blijkt dat op de rotonde in Enschede slechts 2 procent van de bestuurders voorrang (moeten) geven in ontmoetingssituaties. Hiermee wordt bevestigd dat er een relatie is tussen het aantal waargenomen conflicten en het informeel voorrangsgedrag (Ploeger en Willekes, 1990). Overigens moet opgemerkt worden dat de rotonde "nieuwe stijl" inmiddels geen onbekend verschijnsel is voor de weggebruikers. Thans functioneren er naar schatting ruim 200 "nieuwe" rotondes.

Op alle rotondes bestaat er onduidelijkheid over het richting aangeven bij het berijden van de rotonde. Uit tabel 28 blijkt dat verschillen bestaan tussen de onderzochte rotondes. Bij het afrijden van de rotonde blijken de automobilisten in Enschede het meest consequent, 70 tot 85 procent geeft richting aan naar rechts. Dit schept overigens een duidelijke situatie voor oprijdende automobilisten en overstekende (brom)fietzers. Bij het oprijden van de rotonde zijn de automobilisten in Enschede echter minder consequent met richting aangeven. Bij het linksaf gaan geeft slechts 23 procent richting, terwijl in Woerden 73 procent correct richting aangeeft.

TABEL 27: PERCENTAGE BESTUURDERS DAT INFORMEEL VOORRANG GEEFT IN EEN ONTMOETINGSSITUATIE, PER CONFLICTTYPE

TYPE	ALPHEN A.D. RIJN	WASSENAAR	WOERDEN	ZOETERMEER	ENSCHDE
conflicttype 1	-	9.5	8.2	3.8	2.0
conflicttype 2	-	10.2	21.7	31.2	1.7
conflicttype 3	-	26.4	7.5	12.7	2.3

TABEL 28: GEDRAG AUTOMOBILISTEN BIJ RICHTING AANGEEVEN

KRUISPUNT- BEWEGING	LOCATIE	AANGEGEVEN RICHTING BIJ OPRIJDEN (IN %)				AANGEGEVEN RICHTING BIJ AFRIJDEN (IN %)			
		links	rechts	niets	totaal	links	rechts	niets	totaal
rechtsaf	Enschede	0	85	15	100	0	85	15	100
	Alphen	0	92	8	100	0	92	8	100
	Wassenaar	0	83	17	100	0	85	15	100
	Woerden	0	80	20	100	0	80	20	100
	Zoetermeer	0	84	16	100	0	84	16	100
rechtdoor	Enschede	2	15	83	100	0	72	28	100
	Alphen	5	0	95	100	2	8	90	100
	Wassenaar	3	5	92	100	1	31	68	100
	Woerden	0	0	100	100	0	10	90	100
	Zoetermeer	3	3	94	100	0	23	77	100
linksaf	Enschede	23	10	67	100	0	71	29	100
	Alphen	70	0	30	100	20	22	58	100
	Wassenaar	50	1	49	100	4	36	59	100
	Woerden	73	0	27	100	3	42	54	100
	Zoetermeer	45	2	53	100	0	32	68	100

conflicttype 2 motorvoertuig op toerit en (brom)fiets op rotonde

Uit Ploeger en Willekes (1990) blijkt dat er een grote samenhang te vinden is met de wijze waarop de voorrang voor de fietser is geregeld en dat er een merkwaardig verband is met informeel voorrangsgedrag. In de situaties waarbij de voorrangsplicht bij de fietser lag, werden weinig conflicten op de toerit waargenomen (rotondes Alphen aan den Rijn en Woerden). Bij de rotonde in Woerden nam/kreeg de fietser echter in gemiddeld 20 procent van de gevallen voorrang (zie tabel 27). Op de rotondes in Zoetermeer waar de fietsers op het vrijliggende fietspad formeel voorrang hadden, werd in gemiddeld 30 procent van de gevallen geen voorrang verleend aan de fietser. Dit leidde overigens tot betrekkelijk weinig conflicten. Bij de rotonde in Wassenaar, waar de fietsers op de rotonde voorrang hadden, werd in gemiddeld 10 procent informeel voorrangsgedrag waargenomen. In die situatie leidde dit ook vaker tot een conflict dan in Woerden.

De rotonde in Enschede vormt een positieve uitzondering op de hiervoor genoemde rotondes met betrekking tot het voorkomen van conflicttype 2 en informeel voorrangsgedrag. Bij deze rotonde, waar de voorrangsplicht bij automobilisten ligt, is in gemiddeld 2 procent van de gevallen informeel voorrangsgedrag waargenomen. Over een netto waarnemingsperiode van 18 uur zijn evenals bij de rotonde in Woerden weinig conflicten van het type 2 waargenomen.

Verder is het opvallend dat in Enschede, maar ook op de overige locaties, geen of nauwelijks conflicten zijn waargenomen tussen motorvoertuigen en bromfietzers.

conflicttype 3 afslaand motorvoertuig op rotonde met (brom)fietser

Op alle locaties blijken conflicten van het type 3 veel voor te komen, dit type is daarmee een typisch rotonde-conflict. Zowel in de situatie waarbij de fietser voorrang heeft (Enschede en Wassenaar) als in de situaties waar de fietser voorrang moet verlenen. De verschillen zijn beter te verklaren met de expositie van de auto-fiets ontmoetingen dan met de verschillen in de vormgeving.

De voorrangsregeling op de rotondes in Enschede en Wassenaar zijn enigszins vergelijkbaar. In Wassenaar komt het gemiddeld in 25 procent van de gevallen voor dat een fietser geen voorrang krijgt of neemt. In veel gevallen leidt dit tot een conflict. Hoewel in Enschede nauwelijks informeel voorrangsgedrag optreedt (gemiddeld 2 procent), komen er betrekkelijk veel conflicten van type 3 voor. Zeer ernstige conflicten zijn er overigens niet waargenomen. In de meeste gevallen zijn de automobilisten en de fietsers bedacht op dit conflicttype en rijden defensief.

Voor wat betreft de rotondes in Woerden en Zoetermeer kan opgemerkt worden dat het informele voorrangsgedrag van fietsers (fietsers nemen of krijgen voorrang) vaker leidt tot ernstige conflicten. Uit observaties blijkt dat de conflicten van type 3 veel overeenkomst vertonen met conflicttype 1. De belangrijkste conflictoorzaken zijn:

- niet goed kunnen waarnemen van autoverkeer,
- (bewust) risico nemend gedrag in klein hiaat oversteken,
- verwarring over (niet) richting aangeven.

Bij de rotonde in Enschede is geen van bovengenoemde conflictoorzaken waargenomen. De meest voorkomende conflictoorzaak is een late reactie van de automobilist. Dit mag opmerkelijk genoemd worden, want de fietsers vallen binnen het gezichtsveld van de automobilisten die de rotonde berijden. Mede doordat het vrijliggende fietspad op zeer korte afstand van de rotonde ligt (minimale fysieke scheiding), is de positie en de rijrichting van de (brom)fietser duidelijk.

overige conflicttypen

Op de rotondes in Enschede, Wassenaar en Zoetermeer kwamen enkele kop-staart conflicten voor (conflicttype 4). Deze conflicten ontstaan meestal als afgeleide van de conflicttypen 1, 2 of 3. Daarbij remt de voorligger voor een (vermeende) conflictsituatie en remt de achterligger te laat.

Conflicten tussen een overstekende voetganger met een motorvoertuig (conflicttype 5) zijn voornamelijk in Zoetermeer waargenomen. In deze situatie waar veel voetgangers oversteken functioneerde een VOP niet, doordat deze te ver van het plein was teruggelegd. In het algemeen ondervinden voetgangers weinig problemen bij het oversteken. Een lage snelheid van motorvoertuigen en een korte oversteeklengte dragen hieraan bij.

Conflicten tussen (brom)fietser onderling zijn nagenoeg niet waargenomen, en hadden overigens weinig met de rotondevorm te maken (conflicttype 6).

objectieve veiligheid

Uit een onderzoek van de SWOV (van Minnen, 1990) blijkt dat de rotondes nieuwe stijl voor fietsers en bromfietsers veiliger zijn dan kruispunten met de normale voorrangregeling of voorrangskruisingen. Verder wordt geconcludeerd dat de totale aantallen ongevallen per jaar op kruisingen door aanleg van rotondes zijn gehalveerd. De aantallen slachtoffers zijn zelfs met meer dan 80 procent afgenomen. De reductie van de slachtoffers onder (brom)fietsers blijkt ruim 70 procent te zijn.

Het ongevallenbeeld van de 5 beschouwde locaties in de voor- en nasituatie is weergegeven in tabel 29 (gemiddeld aantal letselongevallen per jaar). Er is onderscheid gemaakt naar letselongevallen tussen motorvoertuigen onderling en tussen motorvoertuigen en langzaam verkeer. Uit de tabel blijkt dat het aantal letselongevallen tussen motorvoertuigen onderling, na aanleg van een rotonde, aanzienlijk is gereduceerd. In Alphen aan den Rijn en Zoetermeer zijn géén letselongevallen geregistreerd. In Woerden werden in 1990 en 1991 in totaal 2 letselongevallen met motorvoertuigen geregistreerd. Het is onbekend of dit eenzijdige- of meerzijdige letselongevallen betrof. Er werden geen letselongevallen met langzaam verkeer geregistreerd. Bij de rotonde in Wassenaar werden 2 letselongevallen tussen motorvoertuigen onderling over een periode van 3 jaar geregistreerd. Over dezelfde periode werden echter 9 letselongevallen (waarvan 1 dodelijk ongeval) tussen een motorvoertuig en een fietser geregistreerd. Bij het dodelijk ongeval was een vrachtwagen betrokken (ongevalstype 3). De fiets werd in dit geval aan de linkerachterzijde aangereden en moet zich derhalve in het gezichtsveld van de bestuurder van de vrachtwagen hebben bevonden (Wassenaar, 1991). De toename van het aantal letselongevallen onder (brom)fietsers heeft de gemeente Wassenaar doen besluiten om de rotonde te reconstrueren (begin 1992), waarbij de fietsers op vrijliggende fietspaden worden afgewikkeld en voorrang moeten verlenen aan het gemotoriseerd verkeer. Op de overige rotondes is het aantal letselongevallen tussen motorvoertuigen en langzaam verkeer sterk afgenomen.

De cijfers voor de rotonde Enschede zijn een schatting. Op basis van de waargenomen ernstige conflicten tijdens het na-onderzoek is een schatting gemaakt van de letselongevallen (zie Ploeger, 1991). Op basis van deze schatting is de verwachting dat het aantal letselongevallen per jaar tussen motorvoertuigen onderling en tussen motorvoertuigen en langzaam verkeer zeer klein zal zijn.

TABEL 29: GEMIDDELD AANTAL LETSELONGEVALLEN PER JAAR

	VOORSITUATIE (KRUISING)		NASITUATIE (ROTONDE)	
	MVT-MVT	LV-MVT	MVT-MVT	LV-MVT
Alpen aan den Rijn	1.50	1.25	0.00	0.00
Wassenaar	1.67	1.33	0.67	3.00
Woerden	0.25	1.75	0.50 *1	0.00
Zoetermeer	0.33	3.00	0.00	0.33
Enschede	1.33	2.67	0.00 *2	0.10

*1 = onbekend of het ongevallen betreft tussen mvt onderling

*2 = geschatte letselkans

7.4 Wachtijd motorvoertuigen en (brom)fietzers

Bij de Enschedese rotonde is het gemiddeld aantal wachtende motorvoertuigen in vergelijking met het vooronderzoek ongeveer verdubbeld. Ook in Zoetermeer blijkt het aantal wachtende auto's in de nasituatie groter te zijn. In vergelijking met de rotonde in Enschede is het aantal wachtende motorvoertuigen in Zoetermeer een stuk lager. De verklaring hiervoor is dat van de rotonde afrijdende motorvoertuigen voorrang hebben op fietsers.

Van de rotonde in Wassenaar zijn alleen wachtrijsgegevens beschikbaar in de nasituatie. Hieruit blijkt dat het aantal wachtende auto's in Wassenaar aanzienlijk hoger is als in Enschede. Dit is vooral verklaarbaar door de hogere intensiteiten in de Wassenaarse situatie. Daarnaast naderen vanwege de nabijheid van een verkeerslicht clusters auto's de rotonde.

Op de rotonde in Enschede zijn in tegenstelling tot de overige rotondes metingen verricht naar de wachttijden en wachtrijen voor het (brom)fietส์verkeer. In Enschede zijn de gemiddelde wachttijden voor (brom)fietzers sterk afgenomen. Als gevolg van de voorrangsregeling voor overstekende (brom)fietzers treden er voor deze groep nauwelijks wachttijden op. Hierdoor is ook het aantal wachtende (brom)fietzers vrijwel nihil.

Uit observaties in Woerden en Zoetermeer is gebleken dat de wachttijden voor fietsers flink op kunnen lopen, vooral bij het linksafgaan. Op drukke momenten geeft het lange wachten aanleiding om meer risico te accepteren.

In Wassenaar hebben fietsers op de rotonde voorrang op het autoverkeer. De wachttijden en het aantal wachtende fietsers zijn hier dan ook gering. Het conflict met afslaande auto's heeft tot gevolg dat fietsers in een aantal gevallen afstappen om te voet over te steken. Dit was overigens ook in de voorsituatie het geval.

7.5 Conclusies

In deze paragraaf wordt met name ingegaan op aspecten die te maken hebben met de voorrangsregeling voor (brom)fietsters. De situatie dat (brom)fietsters op vrijliggende paden voorrang hebben op het gemotoriseerde verkeer is in dit kader het belangrijkste verschil tussen de rotonde in Enschede en de andere besproken rotondes.

De voorrangsregeling voor (brom)fietsters wordt in Enschede door automobilisten geaccepteerd. Slechts incidenteel verleent een auto geen voorrang aan een fietser. Met name de ligging van de fietspaden op korte afstand van de rotonde en het feit dat de fietsers voortdurend binnen het gezichtsveld van de automobilisten vallen zijn van invloed op het voorrangsgedrag. Geconcludeerd kan worden dat de voorrangssituatie duidelijk is en goed wordt begrepen en nageleefd.

Uit de conflictobservaties en uit de schatting van het aantal letselongevallen blijkt op de rotonde in Enschede geen ongunstiger veiligheidsrisico dan op de andere rotondes. Naar verwachting zal het ongevallebeeld voor de rotonde Enschede ongeveer in dezelfde orde van grootte liggen als op de rotondes in Woerden en Zoetermeer.

Opgemerkt moet worden dat bij de voorrangsregeling zoals die in Enschede is toegepast het ongewenst is dat fietsers de rotonde rechts om (met de klok mee) berijden. Fietsters komen in dat geval voor het op- en afrijdende autoverkeer uit een onverwachte rijrichting.

De in Enschede toegepaste voorrangsregeling heeft, in vergelijking met situaties waar de voorrangsplicht bij fietsers ligt (zie bv. rotonde Woerden), een lagere capaciteit van de rotonde tot gevolg. Met de intensiteiten (van zowel motorvoertuigen als fietsers) zoals die Enschede zijn waargenomen leidt dit niet tot problemen. Het aantal waargenomen wachtende motorvoertuigen is in Enschede beperkt.

Het al dan niet voorrang geven aan het fietsverkeer is een keuze tussen een grotere capaciteit of een betere oversteekbaarheid voor het langzaamverkeer. De opdrachtgever is van mening dat in het kader van de bevordering van het fietsverkeer bij voorkeur een oplossing gevonden moet worden waarbij fietsers voorrang hebben.

In het algemeen kan worden opgemerkt dat het de aanbeveling verdient om te streven naar uniformiteit in de positie van de fietser op de rotonde. Dit schept duidelijkheid over voorrangsplicht, bij zowel fietsers als automobilisten. Bij de aanleg van nieuwe rotondes is dit een belangrijk aandachtspunt.

LITERATUUR

Minnen, J. van (1990) Ongevallen op rotondes; Vergelijking van de onveiligheid op een aantal locaties waar een kruispunt werd vervangen door een nieuwe rotonde. SWOV.

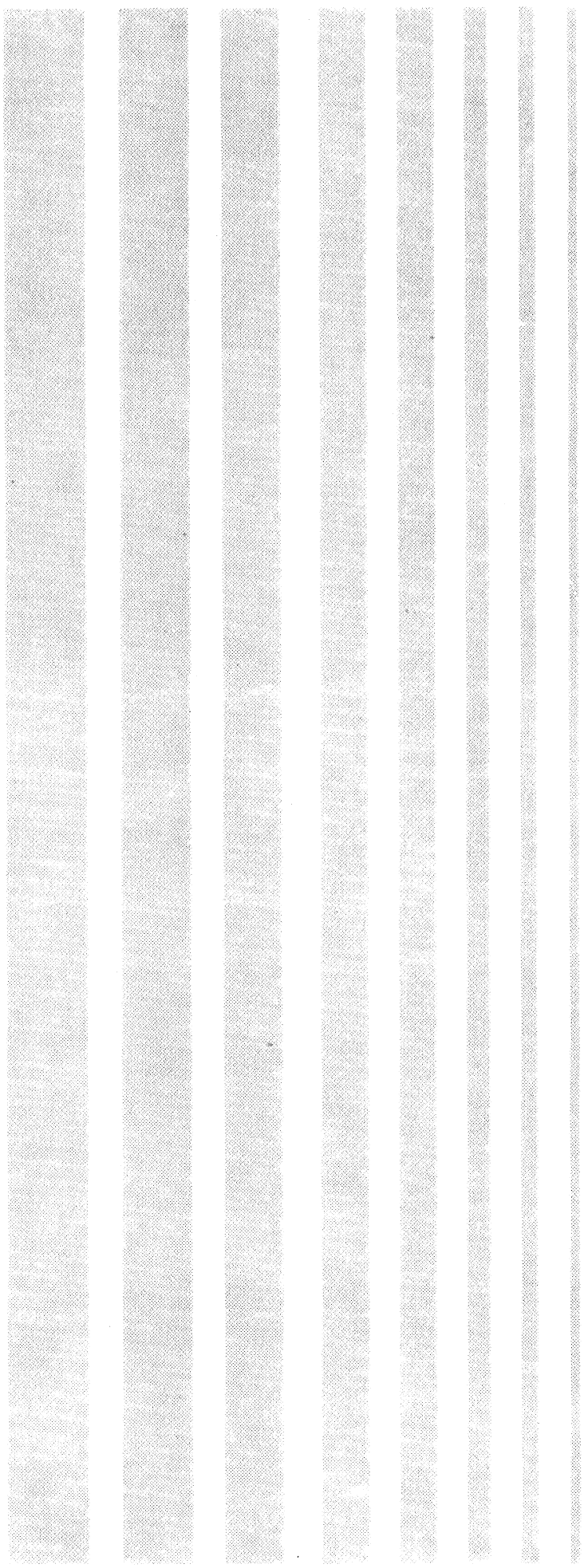
Ploeger, J. en H. Willekes (1988 en 1989) Verslag vooronderzoek rotonde Wassenaar, Woerden en Zoetermeer (idem na-onderzoek). Adviesbureau Van Roon. Den Haag.

Ploeger, J. (1991) Conflictobservaties beperkingen en mogelijkheden. (Bijdrage aan de verkeerskundige werkdagen, 29 mei 1991). Dienst Verkeerskunde, Rijkswaterstaat.

Ploeger, J. en H. Willekes (1990) Evaluatie van vier rotondes nieuwe stijl. Adviesbureau Van Roon. Den Haag.

Wassenaar (1991) Verkeersveiligheid op de rotonde Lange Kerkdam. Hoofdafdeling openbare werken, afdeling projectvoorbereiding, gemeente Wassenaar. Wassenaar.

Willekes, H. (1991) Vooronderzoek rotonde Knalhatteweg - Broekheurnerring te Enschede. Adviesbureau Van Roon. Den Haag.



...

...

