

**Netwerkprestaties van DVM-
maatregelen**

Project Evaluatie Effecten
Verkeersbeheersingsmaatregelen EVA,
deelrapport 2b

TT00-01

***Netwerkprestaties van DVM-
maatregelen***

*Project Evaluatie Effecten
Verkeersbeheersingsmaatregelen EVA,
deelrapport 2b*

TT00-01

Drs. Ipe Veling en Ing. Evert Klem
Veenendaal, Traffic Test bv

Documentbeschrijving

Titel:	Netwerkprestaties van DVM-maatregelen
Subtitel:	Project Evaluatie Effecten Verkeersbeheersingsmaatregelen EVA, deelrapport 2b
Rapportnummer:	TT00-01
Status:	Deelrapport (Eindrapport EVA fase 2b)
Versie:	6
Projectnummer:	EXT99-80
Auteur:	Drs. Ipe Veling en Ing. Evert Klem
Datum:	4 juli 2000
Opdrachtgever:	Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, projectleider dhr. Engbert Folles
Korte inhoud:	In het voorliggende rapport wordt verslag gedaan van de tweede fase van een onderzoek naar de netwerkeffecten van dynamische verkeersbeheersingsmaatregelen (DVM-maatregelen). In deze fase is de verkeersprestatie op de autosnelwegen van de ruit rond Rotterdam geanalyseerd en is nagegaan of en in hoeverre genomen DVM-maatregelen effect hebben gesorteerd op de verkeersprestatie.

2. Achtergrond en vraagstelling

Infrastructuur niet altijd voldoende

De toenemende verkeersvraag leidt steeds vaker tot een stagnerende verkeersdoorstroming. Dat komt omdat de weginfrastructuur niet in hetzelfde tempo is meegegroeid met de vraag. Overigens is dat een bewuste beleidsbeslissing. We vinden in Nederland dat we het wegennet niet ongelimiteerd kunnen uitbreiden. De milieubezwaren zijn te groot. De groei van het wegennet moet daarom zeer beheerst plaatsvinden.

Betere benutting is mogelijk

Maar, uitbreiding is ook niet de enige remedie. Het huidige wegennet wordt nog lang niet optimaal benut. In 1998 is bijvoorbeeld becijferd¹ dat in Noord-Holland in 'slechts' 0,8% van de 'tijd X ruimte'² file staat. De overige meer dan 99% is de capaciteit van de weg kennelijk nog groot genoeg. Spreiding van de verkeersdruk over de tijd (via rekeningrijden) en over de wegen (met DRIP's) heeft dus nog veel mogelijkheden. Verder is het ook zo dat de wegcapaciteit door gedragsregulerende maatregelen nog sterk vergroot kan worden.

Voorbeelden van die maatregelen zijn: verstrekken van betere verkeersinformatie, homogenisering van de rijnsnelheid, toeritdosering, e.d. Dit soort maatregelen kan de capaciteit van wegvakken nog vaak met meerdere procentpunten vergroten en daardoor de verkeersdoorstroming sterk verbeteren, zonder dat hoeft te worden overgegaan tot daadwerkelijke uitbreiding van het wegennet (Goudappel Coffeng, 1999).

Verwijzend naar deze mogelijkheden wordt tegenwoordig sterk ingezet op zogenaamd benuttingsbeleid: zorgen dat de beschikbare infrastructuur beter wordt benut.

Benuttingsmaatregelen

In de afgelopen jaren zijn op diverse plaatsen in Nederland, vooral in de grootstedelijke gebieden dergelijke zogenaamde benuttingsmaatregelen genomen. Daarbij kan gedacht worden aan maatregelen als verkeerssignalering, inhaalverbod voor vrachtauto's, toeritdosering, 'rits'-maatregelen, doelgroepstroken voor vrachtverkeer, spitsstroken, 'Dynamische Route-Informatie-Panelen' (DRIP's), enz.

Het gaat om maatregelen waarbij, zonder de wegcapaciteit met extra asfalt daadwerkelijk uit te breiden, gestreefd wordt naar een betere 'benutting' van het bestaande wegennet.

Benuttingsmaatregelen zijn op wegvakniveau effectief

Sinds meerdere jaren wordt met deze maatregelen geëxperimenteerd. Evaluatie van de doorstromingseffecten op wegvakniveau blijkt in het algemeen positief uit te pakken. Direct stroomafwaarts en afhankelijk van de maatregel soms ook stroomopwaarts van de plek waar de maatregel genomen is, neemt de doorstroming toe. Dit is in eerste rapportages op basis van literatuuranalyse aangetoond (zie Goudappel Coffeng, 1999 en Veling en van Altena, 1999).

In de laatste rapportage is ook ingegaan op de effecten van combinaties van maatregelen. Op basis van logische analyse en combinatie van afzonderlijke evaluatiestudies is duidelijk gemaakt dat benuttingsmaatregelen elkaar in het algemeen niet nadelig beïnvloeden en dat effecten waarschijnlijk 'opgeteld' mogen worden en elkaar soms zelfs versterken.

Alleen wegvakeffecten van afzonderlijke maatregelen zijn onvoldoende

Het feit dat verkeersbeheersingsmaatregelen zowel afzonderlijk als in combinatie met elkaar effect sorteren is veelbelovend, maar geeft nog geen uitsluitsel over welke effecten in een geheel netwerk van wegen bereikt worden. Het 'helpt' natuurlijk niets, als alleen direct

¹ Veling (1999): Wegwerkzaamheden en files. Traffic Test: rapportnr. TT99-65

² de eenheid hiervan is uurkilometer: het aantal uren van de observatieperiode vermenigvuldigd met het aantal kilometers weglengte van het observatiegebied;

stroomafwaarts enig effect is te zien en even verderop de files weer langer zijn dan ooit. Een automobilist heeft pas baat bij een verkeersbeheersingsmaatregel als zijn of haar tijdwinst vanwege die maatregel blijft bestaan en de tijdwinst niet bij het eerstvolgende knelpunt weer verliest (omdat men daar weer extra lang oponthoud tegenkomt). Het gaat uiteindelijk om de doorstroming op gehele trajecten en netwerken.

Een en ander is reden om bij de evaluatie van verkeersbeheersingsmaatregelen niet alleen naar de directe effecten van afzonderlijke maatregelen op wegvakniveau te kijken, maar ook en vooral naar de effecten van (combinaties van) maatregelen op netwerkniveau.

Vraagstelling van het voorliggende rapport

1. Hoe kunnen de doorstromingseffecten van benuttingsmaatregelen in een netwerk beschreven worden?
2. Kunnen de in de literatuurstudie gevonden doorstromingseffecten van afzonderlijke DVM-maatregelen en combinaties van die maatregelen op de ruit rond Rotterdam worden 'teruggevonden'?
3. Welke doorstromingseffecten worden – op netwerkniveau - door de acht³ in de eerdere rapportage (Veling en van Altena, 1999) geselecteerde benuttingsmaatregelen gerealiseerd?

Latere rapporten

In een hierna nog te verschijnen derde rapport wordt ingegaan op de vraag welke netwerkeffecten verwacht kunnen worden als maatregelen op een bepaalde plaats worden overwogen. Daar wordt specifiek ingegaan op de invloed die lokale capaciteitstoename heeft op de afwikkeling op de rest van het netwerk.

In het voorliggende rapport gaat het een 'historische' analyse van de verkeersdoorstroming. In een laatste vierde rapport wordt de gehele studie samengevat.

³ uiteindelijk zijn van de acht maatregelen zes daadwerkelijk in de praktijk onderzocht: verkeerssignalering, DRIP's, TDI's, vrachstroken, inhaalverbod voor vrachtauto's, ritsen; twee zijn buiten beschouwing gebleven omdat die maatregelen niet in de beschouwde periode in het beschouwde gebied (de ruit rond Rotterdam) zijn genomen: 'spitsstroken' en 'homogenisering'.

3. **Werkwijze**

Om de drie onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden is een empirische studie uitgevoerd, waarbij verkeersgegevens van de ruit rond Rotterdam zijn gebruikt. Er is voor de Rotterdamse ruit gekozen omdat die een 'overzichtelijk' netwerk van wegen is en de verkeersgegevens beschikbaar zijn van de afgelopen jaren.

Hoewel de gegevens uit het 'Rotterdamse' komen moet met nadruk gezegd worden dat de bevindingen van het onderzoek niet kunnen worden opgevat en gebruikt als evaluatie van het Rotterdamse filebeleid inhoudt. In de eerste plaats is slechts een klein deel van het Rotterdamse hoofdwegenet beschouwd en dan ook nog zonder de toe- en afleidende hoofdwegen en ook zijn geen effecten op het onderliggende wegennet bekeken.

De gegevens zijn geanalyseerd met een rekenvoorschrift dat eerder is beschreven (in TT99-74). Kern daarvan is dat elke benuttingsmaatregel wordt gekarakteriseerd door een zogenaamde effectiviteitsfactor en elk groepje tegelijk te nemen maatregelen wordt gekarakteriseerd door hun afzonderlijke effectiviteitsfactoren en door zogenaamde interactiefactoren. Deze factoren geven aan hoe veel de verkeersdoorstroming ter plekke van de maatregel toeneemt als gevolg van de maatregelen.

Voor acht maatregelen zijn de effectiviteits- en interactiefactoren (in TT99-74) op basis van afzonderlijke evaluatiestudies geschat. Deze factoren zullen in het derde deel van de studie (nog niet hier te rapporteren) worden gebruikt om netwerkeffecten te prognosticeren. Het gaat om de volgende maatregelen:

- signalering
- DRIP's
- TDI's
- inhaalverbod vrachtverkeer
- vrachtstroken
- spitsstroken
- ritsprojecten
- homogenisering

In het voorliggende rapport wordt een – als voorbeeld te gebruiken – netwerk beschreven en wordt aangegeven hoe de verkeersdoorstroming op netwerkniveau het beste gekarakteriseerd kan worden en welke netwerkeffecten de in het netwerk genomen benuttingsmaatregelen hebben opgeleverd.

Eerst worden verschillende netwerkprestatie-indicatoren voor het beschouwde netwerk van wegen berekend. Daarna worden de effecten van de daar genomen maatregelen bekeken door de voor- en nasituatie (als een maatregel respectievelijk nog niet en al wel is genomen) in termen van de gedefinieerde indicatoren te vergelijken.

In het vervolg van de paragraaf wordt de gevolgde werkwijze beschreven. Achtereenvolgens komen aan de orde:

1. Netwerk
2. Verkeersgegevens
3. Aggregatieniveau
4. Data-opslag
5. Prestatie-indicatoren

3.1 Netwerk

Als te bestuderen netwerk is gekozen voor de 'ruit rond Rotterdam', bestaande uit de volgende wegen (zie figuur 1):

- A20 van Kethelplein (hm 23,4) tot Terbregseplein (hm 35,0);
- A16 van Terbregseplein (hm 15,0) tot Ridderster (hm 24,5);
- A15 van Ridderster (hm 64,3) tot Beneluxster (hm 51,7);
- A4 van Kethelplein (hm 70,0) tot Beneluxster (hm 77,0).

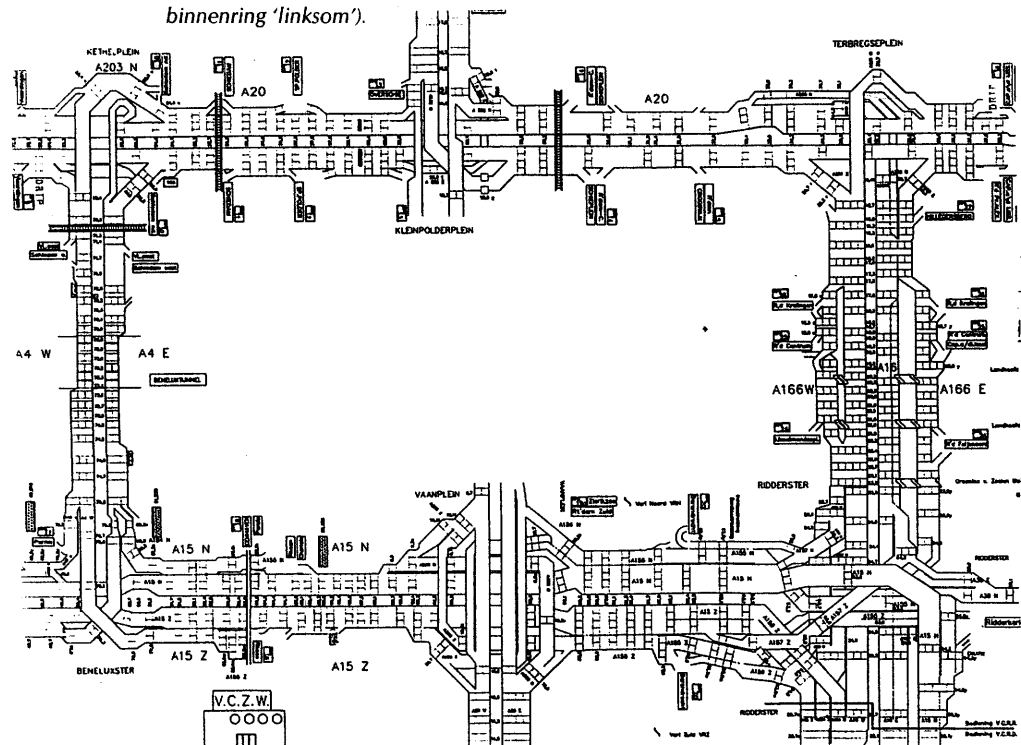
De twee rijrichtingen op de ruit zijn afzonderlijk onderzocht: via de buitenring (i.e. rechtsom') en via de binnenring (i.e. 'linksom').

De lengte van beide 'rondes' is 41,1 km.

De toeleidende wegen van de ruit zijn, net als de diverse toe- en afritten van de wegen van de ruit en het onderliggende wegennet, niet bij de analyse betrokken. Dat de toeleidende wegen niet zijn geanalyseerd is gedaan om het netwerk qua omvang te beperken. En er moet toch érgens een grens worden getrokken. De toe- en afritten en het onderliggende wegennet zijn buiten beschouwing gelaten omdat daarvan geen gegevens beschikbaar waren.

Dit heeft natuurlijk wel consequenties voor de interpretatie van de gegevens. Op basis van de beschikbare gegevens kan niet worden uitgesloten dat effecten op het beschouwde deel van het hoofdwegennet worden teniet gedaan of versterkt door effecten op de niet beschouwde delen van het hoofdwegennet of van het onderliggende wegennet. Als bijvoorbeeld geconstateerd wordt dat de verkeersprestatie op een bepaalde weg afneemt, hoeft dat nog niet te betekenen dat het verkeersaanbod in de regio is afgenomen. Het is goed denkbaar dat er op niet-beschouwde wegen bijvoorbeeld sprake is van een toename. Voor integrale beleidsevaluatie zijn de gegevens van dit rapport daarom ook niet zo geschikt. Een geconstateerd effect kan door secundaire effecten op niet-beschouwde toe- of afleidende wegen van het wel-beschouwde wegennet worden beïnvloed. Voor het doel van methode-ontwikkeling van het voorliggende rapport is dat echter geen groot probleem.

Figuur 1: Kaart van de ruit rond Rotterdam (onderscheid wordt gemaakt tussen de buiten- en de binnenring; het plaatje van onderaf bekiend wordt met de buitenring bedoeld 'rechtsom' en met de binnenring 'linksom').



3.2 Verkeersgegevens

Van alle onderstations van het MTM-meetsysteem zijn van 1995 t/m 1999 de Mare-gegevens⁴ van twee maanden per jaar verzameld, van de maanden mei en oktober. Van 1995 bleken eerdere gegevens dan van oktober niet beschikbaar, zodat uiteindelijk kon worden beschikt over de Mare-gegevens van de volgende negen maanden:

- oktober 1995
- mei 1996
- oktober 1996
- mei 1997
- oktober 1997
- mei 1998
- oktober 1998
- mei 1999
- oktober 1999

De Mare-gegevens zijn input-georiënteerd opgeslagen en derhalve niet gemakkelijk toegankelijk voor analyse. Zij zijn ingedeeld per Verkeerscentrale (Benelux en Dordrecht) en op minuutniveau vastgelegd (echter niet per meetpunt na elkaar, maar door elkaar heen). Verder zijn ook niet alle gegevens van dezelfde doorsnede onder dezelfde wegcode opgeslagen. Dit alles maakt het analysegeraad maken van de data relatief moeilijk. Om de gegevensverwerking te beperken en omdat de (beleids)belangstelling vooral uitgaat naar overall-effecten zijn de verkeersgegevens geaggregeerd per uur. Door alle bestanden te doorlopen en afzonderlijke minuutperioden bij elkaar op te tellen, is daarin voorzien. Naast de bovenstaande praktische argumenten is een andere reden om de gegevens op uursniveau te analyseren dat er minder toevalsfluctuaties voorkomen in uursgegevens.

Halverwege de meetperiode was het formaat van de Mare-gegevens: vanaf oktober 1997 bleken meer variabelen te worden geregistreerd dan daarvoor. Bij de analyse is daarmee rekening gehouden.

Verder bleek een deel van de benodigde gegevens te ontbreken, óf omdat de meetlussen niet goed functioneerden of omdat de betreffende minuten, uren en dagen gewoon ontbraken. Voor een deel ligt dat aan het feit dat in de afgelopen periode van 5 jaar ook extra verkeerssignalering en bijbehorende meetstations is aangelegd (bijvoorbeeld op de A15). Op minuutniveau ontbreekt zo'n 25% van de gegevens. Op uursniveau – als op basis van minuutgegevens is geaggregeerd naar hele uren – ontbreekt nog zo'n 5%. Dit laatste percentage is lager dan het eerste omdat bij de aggregatie ook op basis van een geringer aantal beschikbare minuten dan 60 schattingen zijn gemaakt van uursgegevens (door te delen door het aantal wel-beschikbare minuten en vervolgens met 60 te vermenigvuldigen).

In bijlage 1 zijn grafische overzichten opgenomen van de beschikbare data, per weg, jaar en meetpunt. Die overzichten geven een beeld van de ongecorrigeerde basisdata.

⁴ Mare-gegevens zijn de gegevens die per rijbaan per minuut worden verzameld van de verkeersstroom op die rijbaan. Het betreft allerlei kenmerken van de werking van de meetapparatuur, de beelden op de matrixsignaalgevers en de gemiddelde rijnsnelheid en het aantal voertuigpassages. Voertuiglengtes worden niet onderscheiden. De gegevens zijn in eerste instantie bedoeld om de matrixsignalering mee aan te sturen (bij dreigende file '50' bijvoorbeeld); in tweede instantie worden ze ook, voor onderzoeksdoeleinden, opgeslagen.

Elk meetpunt werd geacht representatief te zijn voor maximaal 600 meter: de hmpositie van het meetpunt zelf en de 300 meter voor en na het meetpunt. De meetwaarden van het meetpunt zijn op die voor- en naliggende hmposities ingevuld, tenzij die posities 'dichterbij' een ander gevuld meetpunt lagen.

De ontbrekende data zijn per meetpunt geschat⁵ door daar in de onderstaande volgorde in te vullen:

- het gemiddelde van dezelfde uren van dezelfde dag van de week in de betreffende maand;
- het gemiddelde van dezelfde uren van dezelfde dag van de week in de 'eigen' maand;
- het gemiddelde van dezelfde uren van dezelfde dag van de week in het totaal van alle maanden;
- een lineaire interpolatie tussen meetpunten op hetzelfde uur en dezelfde dag van de maand die wél bekend waren.

Op deze manier konden alle meetpunten worden 'gevuld'.

Uit eerste analyse van de data bleek dat de maanden mei en oktober in sommige vergelijkingen systematisch verschillen. In oktober is de verkeersprestatie van de ruit doorgaans groter dan in mei en ook is de reistijd in mei telkens korter dan in oktober. Om reden van deze verschillen is besloten om de analyses daar waar nodig apart uit te voeren voor de maanden mei en oktober van elk jaar.

3.3 Maatregelen

In de eerder uitgevoerde inventarisatie en analyse van verkeersbeheersingsmaatregelen (Veling en van Altena, 1999) zijn acht maatregelen geselecteerd die voor nadere analyse in aanmerking komen:

- spitsstroken
- doelgroepstroken voor vrachtverkeer
- homogeniseren (van de rijsnelheid)
- inhaalverbod voor vrachtverkeer
- verkeerssignalering
- DRIP's
- ritsprojecten
- toeritdosering

Op de ruit rond Rotterdam zijn in de beschouwde periode van 1995 tot en met 1999 zes van de acht maatregelen genomen. Twee van de maatregelen komen niet voor: 'spitsstroken' en 'homogenisering'. Om die reden worden ze in het voorliggende rapport ook niet geanalyseerd.

3.4 Dataopslag

De verkeersgegevens zijn opgeslagen in een 'direct access' databestand, bestaande uit 6696 uursrecords (9 maanden X 31 dagen X 24 uren). Elk uursrecord bestaat uit 2 matrices van 411 regels. Elke regel staat voor een wegvak van 100 meter van de beschouwde wegen in volgorde van de rijrichting. De ene matrix beschrijft de wegvakken die worden gepasseerd als de buitenring van de ruit wordt gevolgd (i.e. 'rechtsom'); de andere matrix beschrijft de wegvakken die worden gepasseerd als de binnenring wordt gevolgd (i.e. 'linksom').

⁵ Dit is gedaan omdat een netwerkprestatie bij ontbrekende netwerkschakels niet gedefinieerd is.

Elk van de 6696 uren X 2 rijrichtingen X 411 hmposities = 5.504.112 regels bestaat uit 15 variabelen:

1. wegnummer (A4, A15, A16, A20)
2. rijrichting (N=1, E=2, Z=3, W=4)
3. jaar (1995 t/m 1999) X 10.000 + maandnr x 100 + dag
4. aantal meetminuten
5. dag van de week (ma= 1 tot zo=7)
6. uur van de dag (van 1 tot 24)
7. hmpositie op de betreffende weg
8. verkeersintensiteit op de hoofdrijbaan
9. gemiddelde rijsnelheid op de hoofdrijbaan
10. aantal rijstroken op de hoofdrijbaan
11. verkeersintensiteit op de parallelrijbanen
12. gemiddelde rijsnelheid op de parallelrijbanen
13. aantal rijstroken op de parallelrijbanen
14. som van '8' en '11'
15. gewogen som van '9' en '12'

De variabelen zijn als 4 byte integers opgeslagen. Het totale bestand is daarmee 330 Mb groot.

3.5 Aggregatieniveau

De Mare-gegevens zijn op minuutniveau beschikbaar. Dit betekent dat in beginsel ook op minuutniveau geanalyseerd kan worden. Gegeven de praktische voordelen van analyse op uurniveau en de beleidsmatige achtergrond van het onderzoek dat getoetst moet worden of DVM-maatregelen substantieel bijdragen aan een betere verkeersdoorstroming, is hier gekozen voor analyse op uurniveau. Als effecten slechts op minuutniveau zichtbaar zijn en volledig verdwijnen als zij naar uurniveau worden geaggregeerd, zijn zij beleidsmatig niet relevant⁶. Want, dan zijn de effecten of verwaarloosbaar klein of positieve effecten in de ene minuut worden systematisch gecompenseerd door negatieve effecten in de andere minuut. In beide gevallen zijn de effecten beleidsmatig 'onder de maat'.

Dit geldt evenwel niet voor milieu- en verkeersveiligheidseffecten. Daarvoor zijn juist de micro-effecten belangrijk en zijn de effecten op uurniveau veel minder doorslaggevend. Eigenlijk zou je voor die doeleinden zelfs op voertuigniveau moeten meten en analyseren. Omdat een dergelijke analyse niet mogelijk is en ook zou 'bijten' met de hoofddoelstelling van het onderzoek waar het gaat om inzicht in de doorstromingseffecten, is besloten de analyse in het voorliggende rapport op gegevens op uurniveau uit te voeren.

Dit betekent wel dat op basis van het voorliggende rapport geen gedetailleerde uitspraken gedaan kunnen worden over milieu- en verkeersveiligheidseffecten van verkeersbeheersingsmaatregelen. Alleen enkele zeer globale indicaties kunnen worden gegeven.

3.6 Indicatoren

In het rapport worden diverse begrippen gehanteerd. Deze worden hieronder gedefinieerd en besproken.

⁶ dit wil overigens niet zeggen dat dergelijke gedetailleerde inzichten voor verkeerskundige optimalisatie niet relevant zijn, maar ook alleen maar als effecten op basis daarvan zodanig vergroot worden dat zij ook op uurniveau doorwerken

Verkeersprestatie

Onder 'verkeersprestatie' wordt het aantal voertuigkilometers verstaan dat, per tijdseenheid op een wegvak, weg of netwerk van wegen wordt afgelegd. In het voorliggende rapport wordt als tijdseenheid telkens, tenzij anders vermeld, één uur gehanteerd.

Gesproken kan worden van de verkeersprestatie van een doorsnede (i.e. 'de' verkeersintensiteit) en van de verkeersprestatie van een wegvak, weg of netwerk van wegen waarvan, in tegenstelling tot een doorsnede, de lengte wel gedefinieerd is. De verkeersprestatie van een wegvak, weg of netwerk van wegen wordt geoperationaliseerd als: $(\sum l_i \times L_i)$ waarbij l_i staat voor de verkeersintensiteit op het meetpunt van wegvak 'i' en L_i de lengte van het wegvak is waarvoor het meetpunt representatief wordt geacht en $(\sum L_i)$ gelijk is aan de totale weglengte waar de verkeersprestatie betrekking op heeft.

Als de verkeersprestatie onafhankelijk van de weglengte moet worden uitgedrukt, wordt $(\sum l_i \times L_i)$ gedeeld door de totale lengte van de betreffende weg of wegen $(\sum L_i)$. De 'eenheid' is dan voertuigen per uur, net als bij de verkeersintensiteit, zij het dat de verkeersintensiteiten van de diverse meetpunten hier gewogen zijn met de lengte van de wegvakken waarvoor zij representatief worden geacht. Om over de verkeersprestatie van een wegvak, weg of netwerk van wegen te kunnen spreken moet elke meter ervan geacht worden gerepresenteerd te zijn door de meetpunten die de gegevens leveren voor de prestatie.

Capaciteit

Als theoretisch begrip wordt onder 'capaciteit' verstaan 'de verkeersprestatie op het moment dat die prestatie bij verder toenemend verkeersaanbod niet verder toeneemt of begint af te nemen'.

Onder de voorwaarde dat er op de wegen gedurende de periode dat wordt gemeten momenten bestaan dat het verkeersaanbod 'te' groot wordt, kan 'capaciteit' voor die wegen in de praktijk worden geoperationaliseerd als de 'in een gedefinieerde tijdsperiode gevonden maximale verkeersprestatie'.

Zeer kritisch in de definitie van 'capaciteit' is het tijdvenster waarin naar de maximale prestatie wordt gezocht. Als dat te nauw is en bijvoorbeeld uitsluitend uren betreft waarin er al file staat, geeft de maximale verkeersprestatie in die uren niet een indicatie van 'de' capaciteit. De maximale verkeersprestatie van een wegvak, weg of netwerk kan pas opgevat worden als een indicatie van capaciteit als in het tijdvenster een overgang voorkomt van vrije verkeersafwikkeling naar niet-vrije verkeersafwikkeling (i.e. gemiddelde rijnsnelheid respectievelijk boven en onder een normsnelheid).

Als in een tijdvenster van 24 of meer opeenvolgende uren wordt gekeken naar de maximale verkeersprestatie is die overgang in het algemeen wel gegarandeerd.

Omdat 'capaciteit' is gedefinieerd als een enkele observatie van de maximale verkeersprestatie, is de waarde statistisch nogal onbetrouwbaar. Toevalligheden kunnen een grote rol spelen. Om die reden wordt niet de hoogste verkeersprestatie als maat voor de capaciteit genomen, maar het 97,5^e percentiel van de verkeersprestatie: 'het midden van de 5% grootste verkeersprestaties'.

Bedacht moet worden dat een grotere capaciteit wellicht niet altijd ook hoeft te leiden tot een evenredig grotere verkeersprestatie. Als het verkeersaanbod nog steeds groter is dan de capaciteit, zal er iets later dan voorheen file ontstaan, maar de file blijft. De verkeersprestatie neemt door capaciteitsvergroting pas substantieel toe als het verkeersaanbod de capaciteitsgrens niet overschrijdt.

Verkeersaanbod

Onder 'verkeersaanbod' wordt hier verstaan 'de verkeersprestatie die een doorsnede van een rijbaan, een wegvak, weg of netwerk van wegen per tijdsperiode zou leveren als er gedurende die tijdsperiode geen capaciteitsbeperking zou gelden'.

Net als 'capaciteit' is 'verkeersaanbod' ook een theoretisch begrip, in de zin dat het niet volledig empirisch bepaald kan worden. Dat ligt aan twee factoren:

- de capaciteit van een weg is feitelijk altijd begrensd;

- het verkeersaanbod wordt door de capaciteit beïnvloed (als er op een bepaald moment op een bepaalde plaats capaciteit 'over' is, zal dat nieuw verkeer aantrekken).

Met de laatst genoemde factor kan rekening worden gehouden als herkomst/bestemmingsonderzoek wordt gedaan en zo in kaart wordt gebracht hoe groot de latente behoefte aan verkeersdeelname is op elk moment en elke weg. Overigens gebeurt dat in de praktijk zelden en wordt met 'verkeersaanbod' doorgaans bedoeld het manifeste verkeersaanbod: het verkeer dat op het betreffende moment op de weg zit en uitsluitend door de beperkte verkeersdoorstroming 'verlaat' is.

Er zijn vervolgens twee mogelijkheden om het begrip 'manifest verkeersaanbod' te operationaliseren:

- als 'de verkeersprestatie op de toeleidende wegvakken op momenten dat daar nog een vrije verkeersafwikkeling⁷ plaatsvindt';
- als 'de verkeersprestatie op een wegvak, over een periode die ruimer is dan de periode waarin de capaciteit wordt benaderd'; anders gezegd: verkeersaanbod is de gerealiseerde verkeersprestatie in een aaneengesloten tijdsperiode waarin de totale capaciteit gedurende die periode ruim toereikend is; in deze interpretatie is de totale verkeersprestatie gedurende etmaal 1, vergeleken met de totale verkeersprestatie gedurende etmaal 2, een indicatie van de toe- of afname van het verkeersaanbod van etmaal 1.

In het voorliggende rapport is voor de laatste benadering gekozen, omdat de gegevens van de toeleidende wegen niet zijn geanalyseerd..

Voertuigverliestijd

Onder 'voertuigverliestijd' wordt hier verstaan de totale vertragingstijd die voertuigen oplopen, uitgaande van een bepaalde normsnelheid. In het voorliggende rapport wordt als normsnelheid 80 km/u gehanteerd.

In formule: $T_{\text{verlies}} = L / N (80 - V)$, waarbij L de lengte van het wegvak in kilometers voorstelt waarvan het aantal voertuigverliesuren moet worden vastgesteld. N is het aantal voertuigen dat het meetpunt in het betreffende uur is gepasseerd. V is de gemiddelde rijsnelheid van al die voertuigen.

Als de verliestijd onafhankelijk van de weglengte moet worden uitgedrukt wordt het totale aantal voertuigverliesuren gedeeld door de lengte van de weg of het netwerk waarop de verliestijd betrekking heeft.

Reistijd

Reistijd is de tijd die men er bij de vigerende rijsnelheid over doet om een gedefinieerde afstand af te leggen. Reistijd is gedefinieerd als L / V , waarbij L de lengte van het wegvak is en V de gemiddelde rijsnelheid van alle voertuigen die het meetpunt in het betreffende uur zijn gepasseerd.

Als de reistijd onafhankelijk van de weglengte uitgedrukt moet worden, is de grootheid gelijk aan $1 / V$. In dat geval kan natuurlijk veel directer interpreteerbaar de snelheid V worden gerapporteerd.

Snelheidsfluctuatie

Een belangrijke indicator van zowel de verkeersonveiligheid als de milieubelasting is de snelheidsvariatie van voertuigen in de tijd (intra-individueel) en in de ruimte (inter-individueel). Met de beschikbare Mare-data kunnen intra-individuele snelheidsvariatiën niet worden bepaald (de gegevens zijn niet op voertuigniveau in de tijd gelabeld). Inter-individuele snelheidsvariatie en een indicatie van intra-individuele snelheidsvariatie kan wel

⁷ onder 'vrije verkeersafwikkeling' wordt de situatie verstaan waarin verkeer rijdt met een rijsnelheid die boven een bepaalde normsnelheid rijdt;

worden bepaald en wel door de verschillen in de gemiddelde rijsnelheid op opeenvolgende tijdsperioden en wegvakken te bepalen.

In het voorliggende rapport wordt snelheidsfluctuatie bepaald als het gemiddelde absolute verschil tussen de gemiddelde rijsnelheden van opeenvolgende wegvakken van 100 meter.

Reistijdonbetrouwbaarheid

Onder reistijdonbetrouwbaarheid wordt verstaan de spreiding in de gemiddelde reistijd, per weg, wegvak of netwerk per gedefinieerde tijdsperiode.

In het voorliggende rapport wordt die onbetrouwbaarheid geïndiceerd geacht door de standaarddeviatie van de reistijd, uitgedrukt in minuten. Waar dat interessante informatie oplevert worden ook overschrijdingspercentages van (kritische) reistijden vermeld.

4. Resultaten

In deze paragraaf worden de resultaten van de analyse beschreven. Achtereenvolgens komen aan de orde:

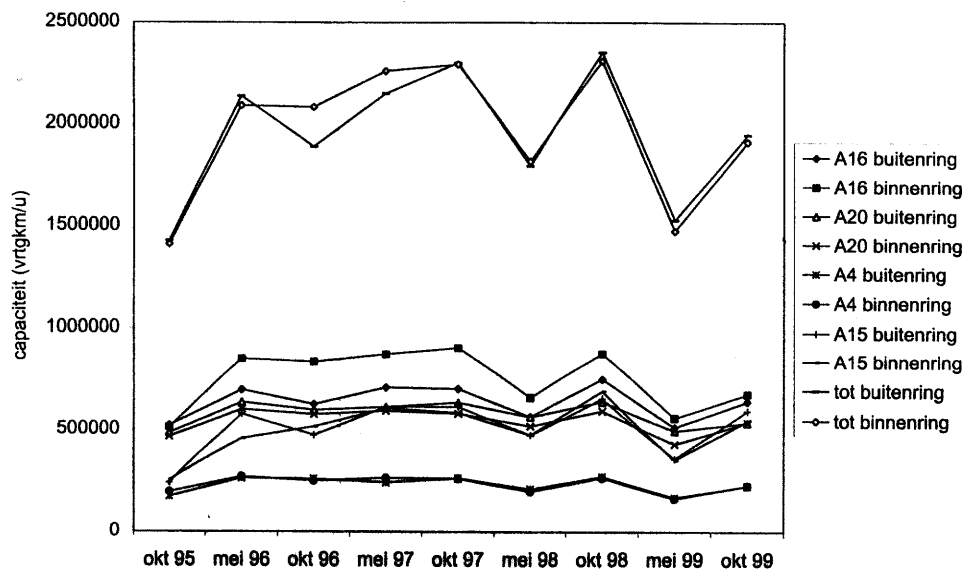
1. capaciteitswaarden
2. netwerkprestatie (en verkeersaanbod)
3. effecten van enkele DVM-maatregelen

4.1 Capaciteitswaarden

De capaciteit⁸ van het netwerk is uitgedrukt als het 97,5-percentiel van het aantal voertuigkilometers dat door het netwerk per uur wordt verwerkt in een periode van een minimaal een etmaal. In feite gaat het om de som van de verkeersintensiteit, gewogen met de lengte van het wegvak waarvoor de intensiteit representatief wordt geacht.

Uit de data blijkt dat de capaciteit van de vier wegen van de ruit rond Rotterdam sinds 1995 nogal heeft gefluctueerd (zie figuur 2a). Bedacht moet worden dat het hier gaat om de capaciteit van de gehele wegen en de gehele ruit. In figuur 2a is de verkeersprestatie vermeld van het uur waarop die op de betreffende wegen (op 2,5% na) maximaal was.

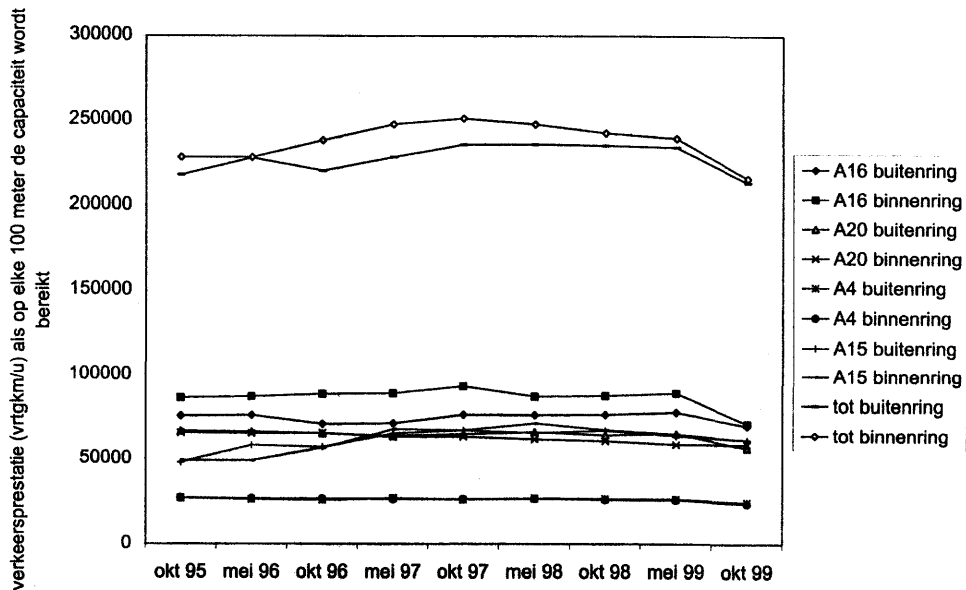
Figuur 2a: Maximaal aantal voertuigkilometers dat de wegen van de ruit rond Rotterdam per uur hebben verwerkt in de afgelopen 5 jaren.



⁸

De gevonden waarden sporen goed met de etmaalsintensiteiten die via het MTR+ systeem regulier worden berekend voor monitoring van de verkeersafwikkeling op de ruit rond Rotterdam.

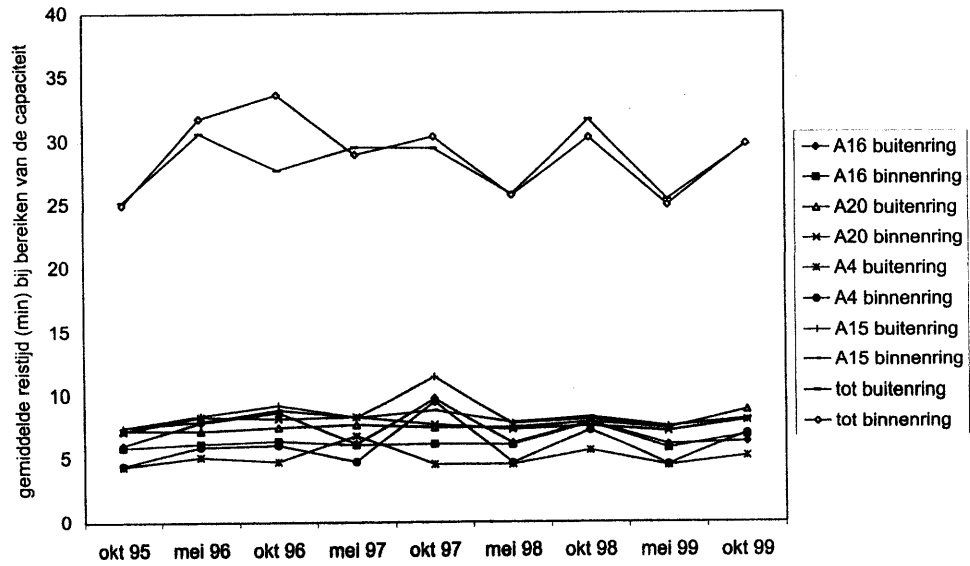
Figuur 2b: Aantal voertuigkilometers als op elke 100 meter van de ruit tegelijk (!) de ter plekke geldende capaciteit zou zijn bereikt.



Gegeven figuur 2b kan gesteld worden dat de schommelingen in de capaciteit op de ruit niet zozeer ligt aan verandering van de capaciteit per 100 meter, maar vooral aan de onderlinge afstemming van de verkeersbelasting van de verschillende wegvakken. De verkeersprestatie zou zo'n 10% groter zijn als gezorgd zou worden voor volledige benutting van elk wegvak.

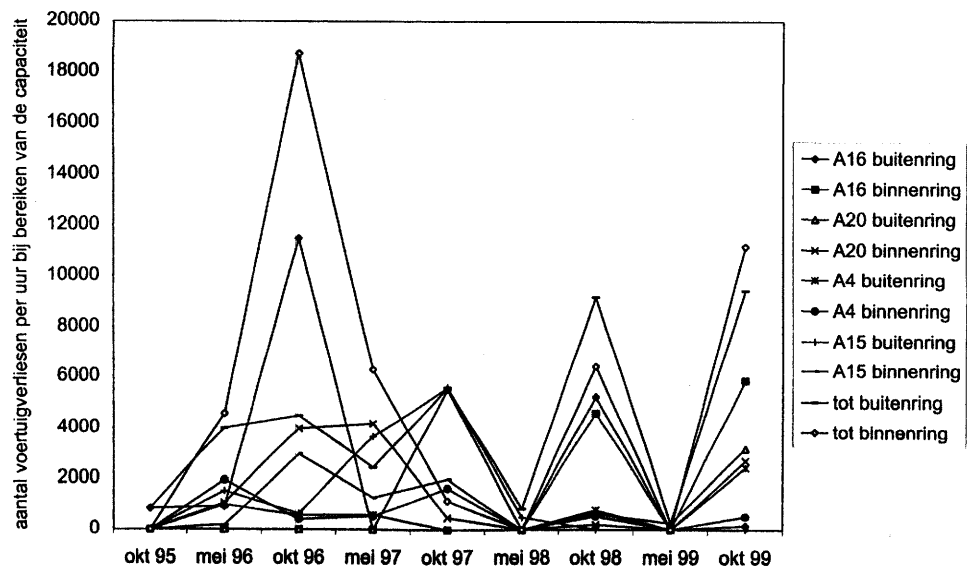
Op de momenten dat de capaciteit van wegen van de ruit rond Rotterdam wordt bereikt is de gemiddelde reistijd zo'n 30 tot 35 minuten en is de gemiddelde rijsnelheid 77 km/u (zie figuur 3). Op de momenten dat de capaciteit wordt benaderd is de reistijd zo'n 10% langer dan op de momenten dat de capaciteit (buiten de spitsen) nog lang niet wordt bereikt.

Figuur 3: Reistijd op momenten dat de capaciteit van de ruit wordt bereikt.



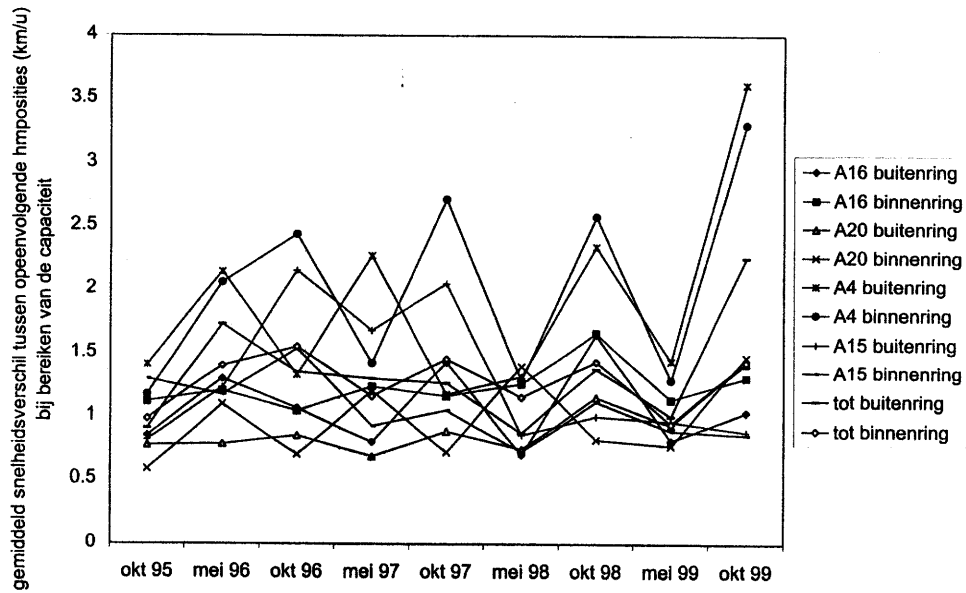
Het aantal voertuigverliesuren blijkt een relatief sterk fluctuerende grootheid te zijn. Op de momenten dat de capaciteit wordt bereikt varieert het aantal voertuigverliesuren per uur van 0 tot 20000. Op de ruit is het aantal voertuigverliesuren in oktober 1999 vergeleken met vroeger enigszins gestegen. De grote piek in oktober 1996 heeft met wegwerkzaamheden te maken.

Figuur 4: Aantal voertuigverliesuren op de momenten dat de verkeersintensiteit op de ruit de capaciteit bereikt.



Op de momenten dat de capaciteit van de vier wegen van de ruit wordt bereikt varieert de snelheidsfluctuatie van jaar tot jaar. Ook binnen elk jaar is er sprake van verschil. In oktober zijn de snelheidsverschillen doorgaans groter dan in mei. De weg met de grootste snelheidsverschillen is de A4. Verwacht kan worden dat op die plaatsen en tijden waar de snelheidsverschillen het grootst zijn, de verkeersonveiligheid ook het grootst is.

Figuur 5: Gemiddeld snelheidsverschil tussen opeenvolgende hmposities, als de capaciteit wordt bereikt.



4.2 Netwerkprestaties

In deze paragraaf wordt de prestatie van het netwerk beschreven. Achtereenvolgens wordt gekeken naar de volgende indicatoren voor die prestatie:

1. aantal voertuigkilometers per uur
2. reistijd
3. reistijdbetrouwbaarheid
4. aantal voertuigverliesuren
5. snelheidsverschillen tussen opeenvolgende wegvakken van 100 meter

De eerste vier indicatoren karakteriseren bereikbaarheidsaspecten; de laatste indicator geeft een globale indicatie van de verkeersonveiligheid en de milieubelasting.

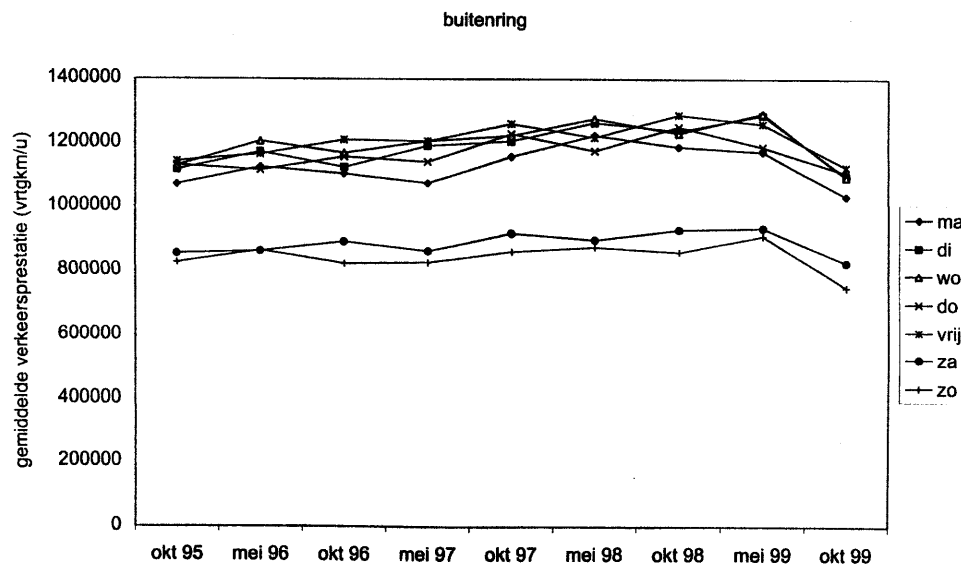
In deze paragraaf worden telkens, als voorbeeld, figuren gepresenteerd van de indicatoren van de verkeersprestatie op de buitenring van de ruit rond Rotterdam. De binnenring van de ruit geeft een vrijwel identiek beeld.

4.2.1 Aantal voertuigkilometers per uur

De simpelste maat voor de prestatie van een weg of een netwerk is het aantal voertuigen dat die weg of dat netwerk per uur 'verwerkt'. Als gekeken wordt naar het gemiddelde per uur over alle uren van de dag en alle dagen van de maand, geeft het aantal voertuigkilometers per uur tevens een indicatie van het verkeersaanbod.

In figuur 6 wordt het aantal voertuigkilometers per uur van de buitenring van de ruit weergegeven per dag van de week (de binnenring geeft vergelijkbare cijfers). In de weekends is het verkeersaanbod natuurlijk lager dan op werkdagen en van de werkdagen is de maandag het 'rustigst'. In oktober 1999 is de hier geregistreerde verkeersprestatie enigszins afgenomen.

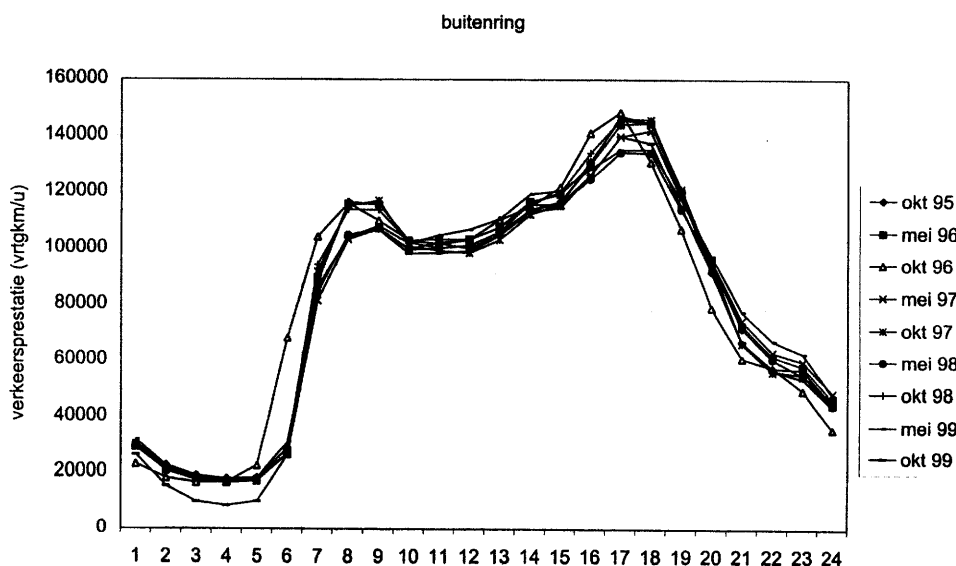
Figuur 6: Aantal voertuigkilometers per uur op de buitenring van de ruit rond Rotterdam, per dag van de week en per jaar.



Als gekeken wordt naar de ontwikkeling in de tijd, valt geen bijzondere ontwikkeling op. De netwerkprestatie is min of meer constant met een lichte (overigens niet statistisch significante) tendens tot afname.

Per uur van de dag varieert het aantal voertuigkilometers natuurlijk ook. Duidelijke pieken zijn te constateren van 6 tot 9 uur en van 16 tot 19 uur. Tot 5 uur 's ochtends is het zeer rustig (zie figuur 7). Opmerkelijk is de relatief geringe verkeersprestatie in oktober 1999 in de voege ochtenduren.

Figuur 7: Aantal voertuigkilometers per uur op de buitenring van de ruit, per uur van de dag, per jaar.



In oktober 1996 is er kennelijk een foutje gemaakt bij het terugstellen van de zomer- naar de wintertijd. De gehele curve moet daar één uur naar rechts worden verplaatst.

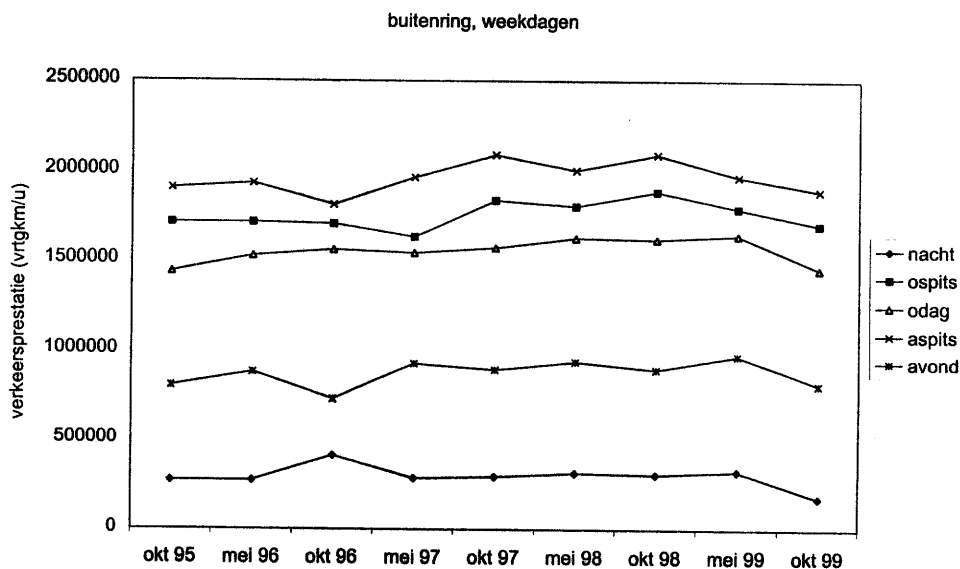
In het plaatje is geen duidelijk 'terug-naar-de-spits'-effect te zien. Het is niet zo dat de spitsprestaties in de loop van de jaren meer is gaan 'pieken'. Dit blijkt ook uit de figuren 8 en 9.

In die figuren is de ontwikkeling van het aantal voertuigkilometers per uur weergegeven, per dagdeel, apart voor werkdagen en weekends.

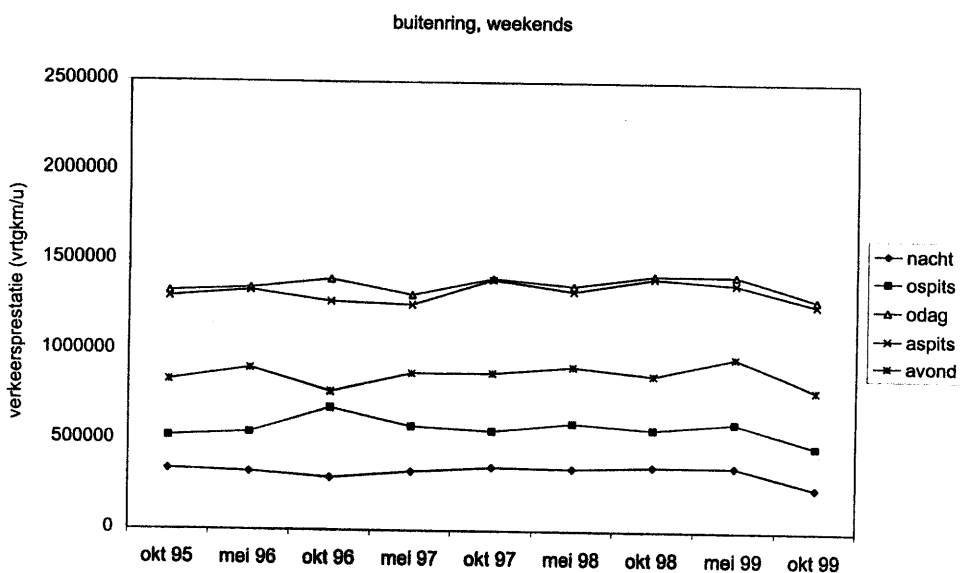
De dagdelen zijn als volgt gedefinieerd:

nacht:	van 00.00 tot 06.00 uur
ochtendspits:	van 06.00 tot 09.00 uur
overdag:	van 09.00 tot 16.00 uur
avondspits:	van 16.00 tot 19.00 uur
avond:	van 19.00 tot 24.00 uur

Figuur 8: Aantal voertuigkilometers per uur op werkdagen op de buitenring, per dagdeel en per jaar (de binnenring geeft een vergelijkbaar beeld).



Figuur 9: Aantal voertuigkilometers per uur in de weekends op de buitenring, per dagdeel en per jaar.



Ook in deze figuren zijn in de tijd geen spectaculaire ontwikkelingen te zien. Eenzelfde beeld ontstaat als we kijken naar afzonderlijke uren. Het is niet zo dat de verkeersprestatie van bijvoorbeeld van 7-8 uur is de loop van de jaren is toegenomen en van 6-7 en van 9-10 is afgenomen.

Wel zeer interessant is de bevinding dat in de avondspits systematisch meer voertuigkilometers per uur worden afgewikkeld dan in de ochtendspits. Dat scheelt wel zo'n 10%.

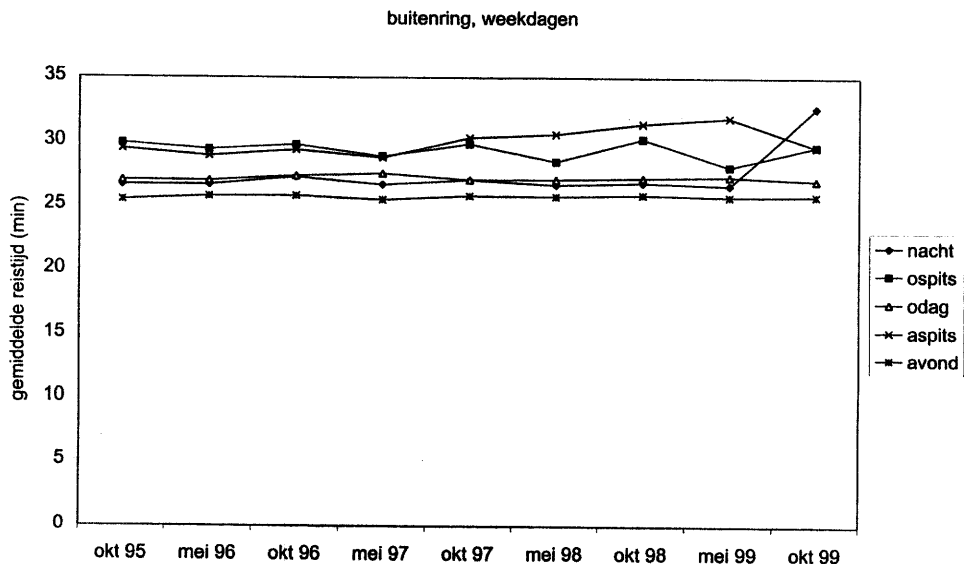
's Nachts is de reistijd uiteraard het kortst. Vanwege het grotere verkeersaanbod is de reistijd in de avondspits telkens iets langer dan in de ochtendspits. Verder valt opnieuw het 'zomer/wintertijd-probleem' op in oktober 1996. Eigenlijk moet de curve in figuur 11 van oktober 1996 één uur naar rechts worden verschoven.

De reistijd is in de weekends en overdag 's avonds en 's nachts in de afgelopen jaren redelijk constant geweest. In de ochtend- en avondspits is wat variatie te zien. In de avondspits nam de reistijd van mei 1997 tot en met mei 1999 langzaam toe, om in oktober 1999 plotseling weer flink te dalen. Dit is waarschijnlijk het gevolg van de openstelling van de 3^e rijstrook in de Heynenoordtunnel (die invloed heeft op de afwikkeling op de A15 en de A16).

In de ochtendspits is sprake van een alternerend beeld in mei en oktober van de afgelopen twee jaren. In de maanden oktober is de gemiddelde reistijd telkens langer dan in de maanden mei (zie figuur 12).

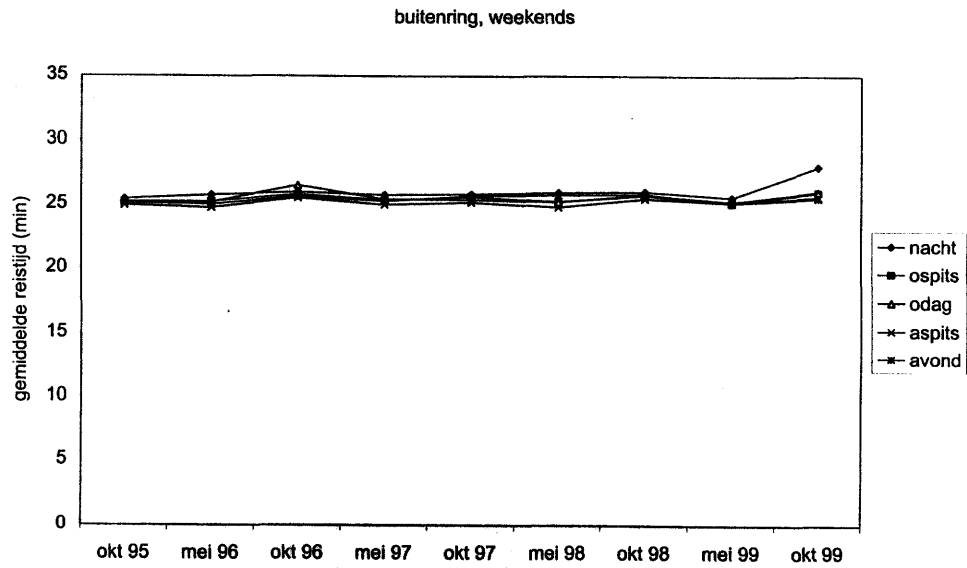
Waarschijnlijk ligt dat aan het verkeersaanbod dat in de ochtendspits in oktober telkens iets groter is dan in mei (zie figuur 8). Interessant ook is te zien dat de langere reistijd in oktober 1999 met name komt vanwege langere reistijden in de nachtelijke uren.

Figuur 12: Gemiddelde reistijd op werkdagen op de buitenring van de ruit, per jaar en per dagdeel.



In de weekends was de reistijd in oktober 1996 langer dan in andere perioden. Dat lag aan grootschalige werkzaamheden in die periode (op werkdagen 's nachts is ook een 'piekje' te zien). In oktober 1999 is de reistijd overdag iets toegenomen (zie figuur 13).

Figuur 13: Gemiddelde reistijd in de weekends op de buitenring van de ruit, per jaar en per dagdeel.

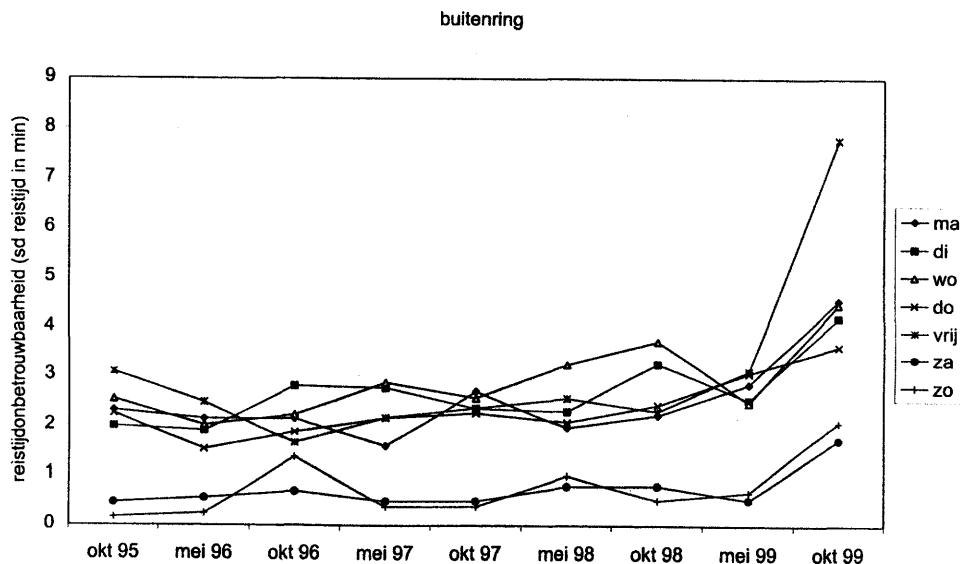


4.2.3 Reistijdontbetrouwbaarheid

De reistijdontbetrouwbaarheid wordt geïndiceerd door de standaarddeviatie van de reistijd.

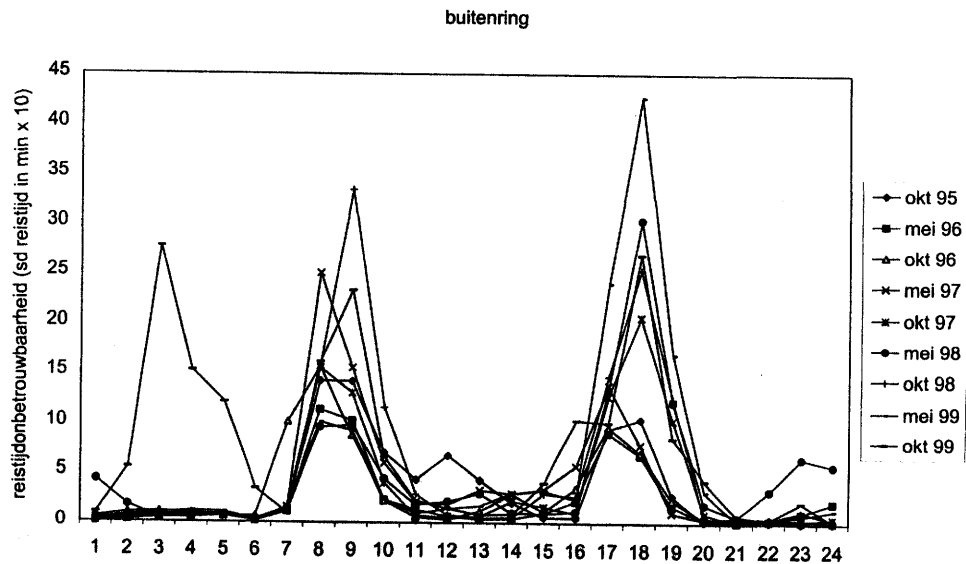
Uit de cijfers blijkt dat er een tendens bestaat tot toename van die onbetrouwbaarheid in de afgelopen jaren. Dit geldt zowel voor de weekends als de werkdagen. De gemiddelde standaarddeviatie op werkdagen is van 2,5 minuten in mei 1996 gestegen tot 3 á 4 minuten in oktober 1999. Behoudens de piek in de standaarddeviatie in oktober is de standaarddeviatie in de weekends ook enigszins toegenomen van circa 0,5 minuut in 1995 tot 1,6 minuten in oktober 1999 (zie figuur 14). Op de binnen- en buitenring wordt eenzelfde beeld gevonden.

Figuur 14: Standaarddeviatie van de reistijd op de buitenring van de ruit, per dag van de week, per jaar.



De reistijdontrouwbaarheid is in de spitsen 10 tot 20 keer zo groot als in de daluren (zie figuur 15). Opmerkelijk is de grote reistijdontrouwbaarheid de nachtelijke uren in oktober 1999.

Figuur 15: Standaarddeviatie van de reistijd op de buitenring van de ruit, per uur van de dag, per jaar.



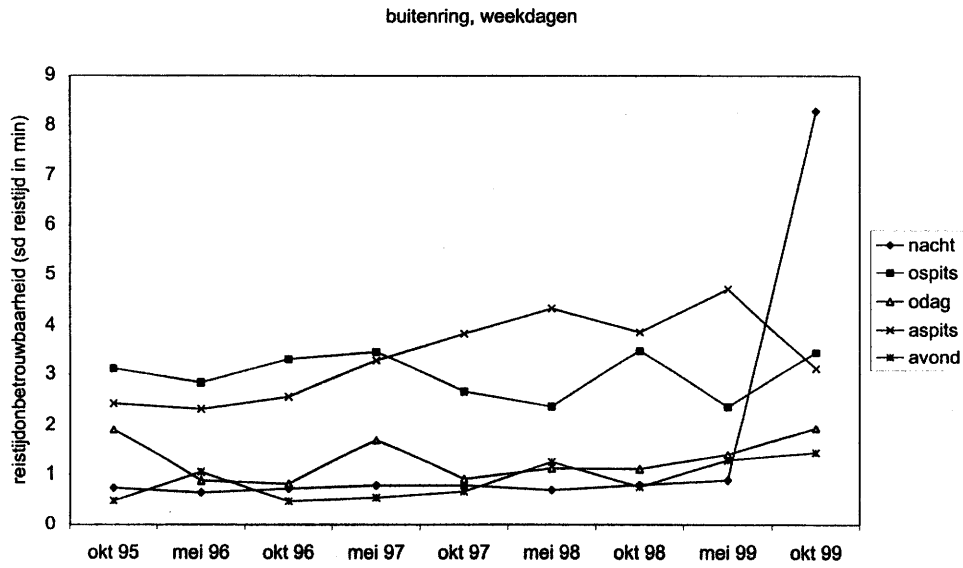
Het 'zomer/wintertijd-probleem' van oktober 1996 is ook hier te zien.

De standaarddeviatie van de reistijd is (bij een gemiddelde reistijd van zo'n 28 minuten) circa 4 minuten. In oktober 1999 kwam zo'n 20% van de reistijden boven de 30 minuten uit. Het is een zeer scheve verdeling: 80% 'zit' onder de 30 minuten en 20% 'zit' tussen de 31 en 50 minuten.

In de ochtend- en avondspits op werkdagen is de standaarddeviatie het grootst. Vanaf oktober 1997 was de standaarddeviatie in de avondspits groter dan in de ochtendspits, maar in oktober 1999 is de reistijdontrouwbaarheid in de avondspits 'opeens' weer vergelijkbaar met de ochtendspits (zie figuur 16). Waarschijnlijk is dat de 'credit' van de 3^e rijstrook in de Heynoordtunnel.

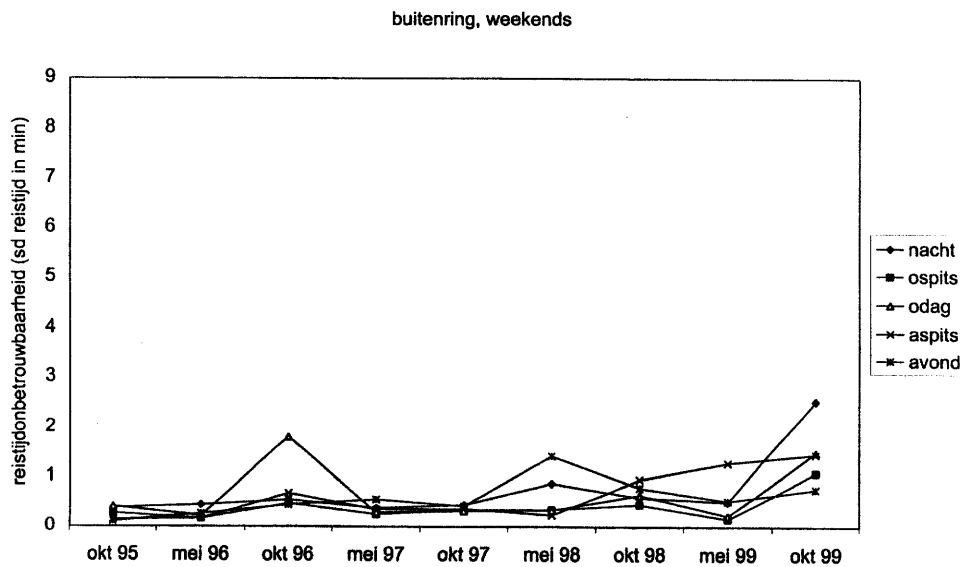
Buiten de spitsen is er een tendens dat de betrouwbaarheid afneemt, zowel in de weekends (figuur 17) als door de week (figuur 16).

Figuur 16: *Standaarddeviatie van de reistijd op werkdagen op de buitenring van de ruit, per jaar en per dagdeel.*



De spectaculaire daling van de reistijdonbetrouwbaarheid op werkdagen in de avondspits in oktober 1999 is te danken aan de sterke daling op de A15, opnieuw waarschijnlijk als gevolg van de opstelling van de 3^e rijstrook in de Heynenoordtunnel. De sterke toename in de nachtelijke uren is het gevolg van wegwerkzaamheden.

Figuur 17: *Standaarddeviatie van de reistijd op weekenddagen op de buitenring van de ruit, per jaar en per dagdeel.*



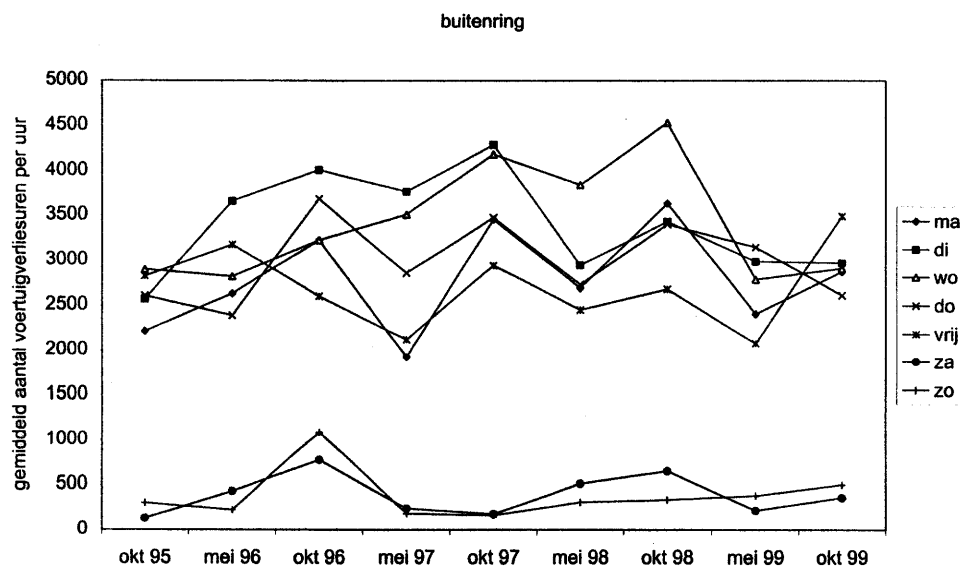
De piek in de reistijdonbetrouwbaarheid in de weekends overdag in oktober 1996 is het gevolg van wegwerkzaamheden in die periode.

4.2.4 Voertuigverliesuren

De laatste tijd wordt het aantal voertuigverliesuren vaak gebruikt als indicator voor de (wan)prestatie van een weg. Dat aantal wordt bepaald door de mate waarin de rijsnelheid op een bepaald moment over een bepaald wegvak lager is dan een normsnelheid, vermenigvuldigd met het aantal voertuigen dat op dat moment op het wegvak rijdt. Hier is als 'normsnelheid' 80 km/u gehanteerd.

Daarvan uitgaande blijkt in figuur 18 dat het aantal voertuigverliesuren een paar pieken laat zien (in oktober 1996 in de weekends en in oktober 1998 op werkdagen). Deze verschillen zijn echter, als naar de ontwikkeling in de tijd wordt gekeken, niet statistisch significant.

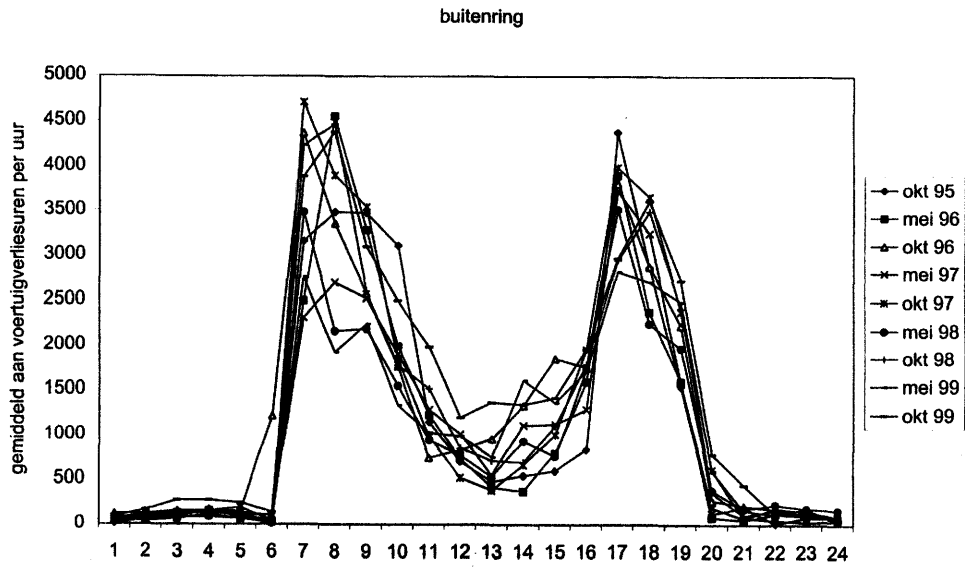
Figuur 18: Aantal voertuigverliesuren per uur, per dag van de week en per jaar.



Het aantal voertuigverliesuren is uiteraard ook weer sterk afhankelijk van het uur van de dag. In de ochtend- en avondspits is het aantal veel hoger dan daarbuiten (zie figuur 19). 's Nachts en 's avonds komen voertuigverliesuren eigenlijk niet voor.

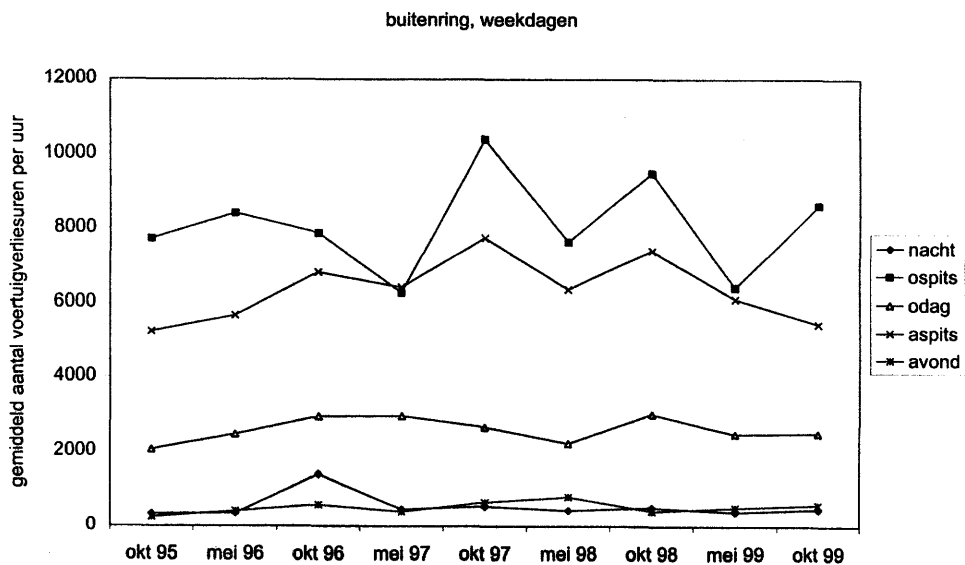
In de afgelopen jaren is het aantal voertuigverliesuren niet wezenlijk veranderd.

Figuur 19: Aantal voertuigverliesuren per uur van de dag, per jaar.



Zoals ook al eerder aangegeven is er in de loop van de jaren niet sprake van een verdichting van de spits. Er is geen systematische ontwikkeling te zien. Wel is te zien dat het aantal voertuigverliesuren een vrij sterk variërende grootte is.

Figuur 20: Aantal voertuigverliesuren per uur op werkdagen op de buitenring van de ruit per dagdeel en per jaar.

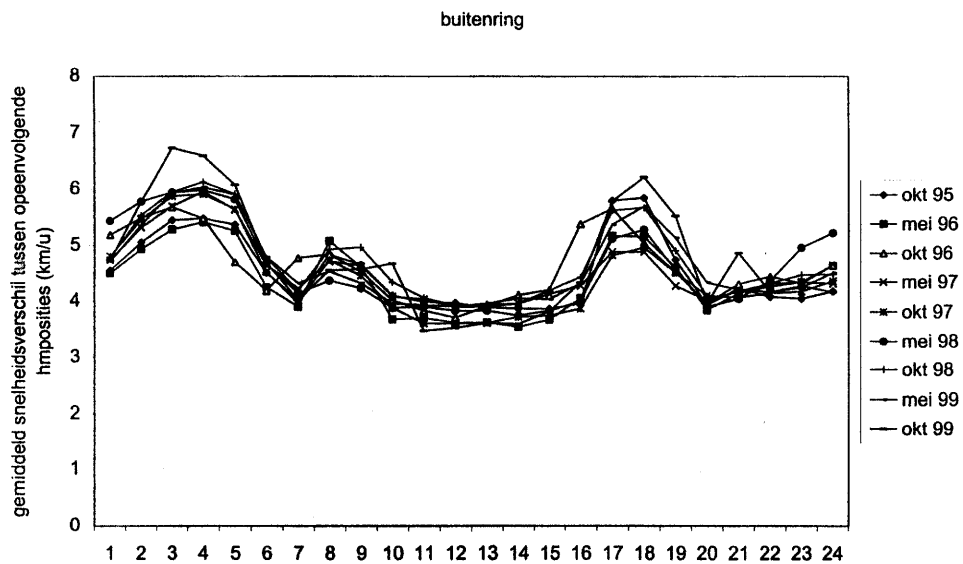


Vanaf 1996 is er sprake van een alternerend groot en klein aantal voertuigverliesuren in de maanden oktober en mei. Voor een klein deel kan dit effect worden verklaard door de (kleine) variatie in het verkeersaanbod in mei en oktober. Voor het overige blijft het gissen. Misschien dat de weersomstandigheden een rol spelen, maar duidelijk is het niet.

Voorzover het snelheidsverschil tussen opeenvolgende wegvakken een (globale) indicatie geeft van de verkeersveiligheid en de milieubelasting, suggereren deze cijfers dat de verkeersveiligheid en de milieubelasting vanwege het verkeer in de afgelopen jaren enigszins kan zijn verslechterd.

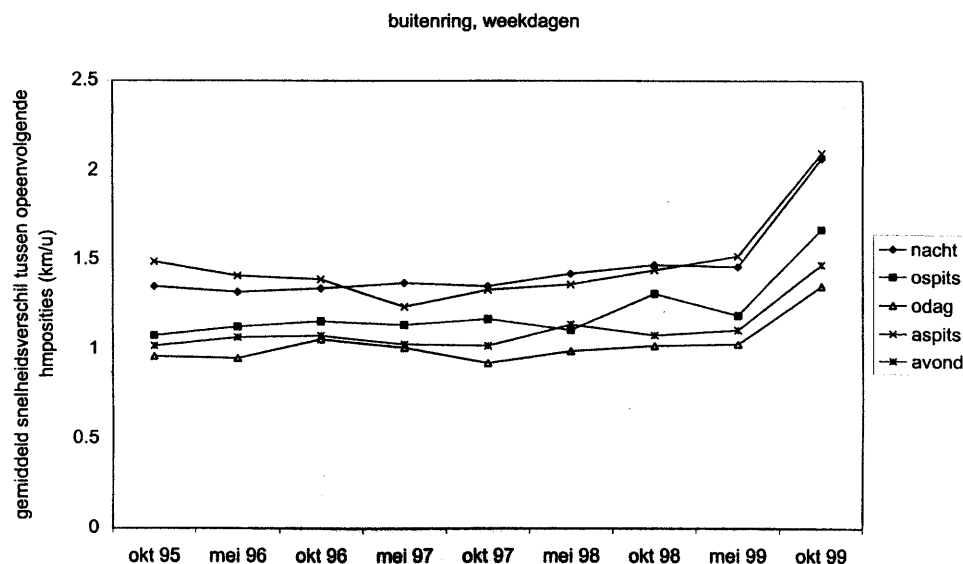
De grootste verschillen worden gevonden in de spitsen en vooral ook 's ochtends vroeg (zie figuur 23), met name in de avondspits (zie figuur 24).

Figuur 23: Gemiddelde snelheidsverschillen tussen opeenvolgende wegvakken van 100 meter op de buitenring van de ruit, per uur van de dag en per jaar.



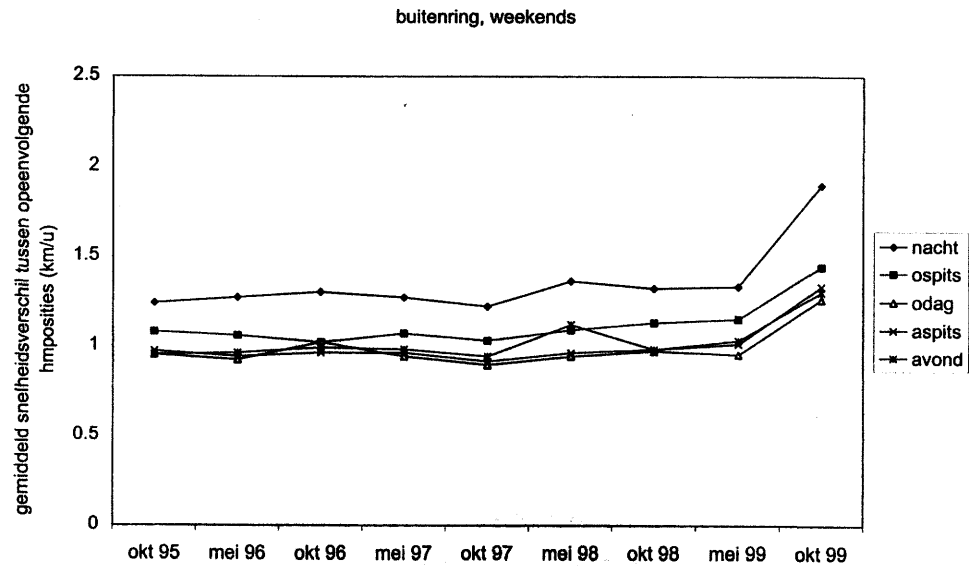
Er zitten enkele interessante verschillen tussen de wegen. Op de A4 over de buitenring zijn de verschillen het grootst. Het is goed mogelijk dat daar ook – in verhouding – de meeste ongevallen optreden en de grootste milieuvervuiling plaatsvindt. Opmerkelijk is opnieuw de relatief grote stijging in oktober 1999 (zie figuur 24 en 25).

Figuur 24: Gemiddelde snelheidsverschil tussen opeenvolgende wegvakken van 100 meter op werkdagen op de buitenring van de ruit, per dagdeel en per jaar.



In de weekends springt de nacht er een beetje uit, met systematisch grotere snelheidsverschillen dan overdag (zie figuur 25). Deze cijfers bevestigen de algemene bevinding dat de verkeersonveiligheid (per voertuigkilometer) 's nachts een probleem is.

Figuur 25: Gemiddelde snelheidsverschil tussen opeenvolgende wegvakken van 100 meter in de weekends op de buitenring van de ruit, per dagdeel en per jaar.



4.3 Effecten van enkele DVM-maatregelen

In deze subparagraaf worden de effecten geanalyseerd van DVM-maatregelen die in de loop van de periode 1995 t/m 1999 zijn genomen.

Eerst worden de genomen maatregelen geïnventariseerd. Daarna wordt getracht te achterhalen welke invloed de maatregelen gehad hebben op de berekende indicatoren.

4.3.1 DVM-maatregelen

In het kader van het Rotterdamse fileplan zijn diverse maatregelen genomen die invloed beogen te hebben op de verkeersafwikkeling op en rond de ruit rond Rotterdam. Overigens is het een probleem om de precieze tijdstippen en locaties van die maatregelen te achterhalen. In de jaarverslagen van 'Fileplan Rotterdam' wordt slechts globaal verslag gedaan van de genomen maatregelen. Om meer precieze gegevens te verkrijgen moest te rade worden gegaan bij medewerkers van de regionale verkeerscentrales en de betrokken dienstkringen.

tijd	maatregel	plaats	beogd effect
1995	plaatsen van DRIP	A20, buitenring, hm. 380	betere verdeling over het netwerk, effecten op de verkeersprestatie op de A20 en A16
1996	opening van het Transferium Blijdorp	Blijdorp	vermindering verkeer op OVN
	installatie van een deel van signalering (VARI-project)	A15	betere doorstroming + filewaarschuwing
	DRIP geplaatst	A16, buitenring, hm. 300	betere verdeling over het netwerk, effecten op de verkeersprestatie op de A20 en A4
	plaatsing van een TDI	A20, binnenring, hm. 247	betere doorstroming, zowel stroomopwaarts als stroomafwaarts
	P + R-panelen geplaatst		modal shift
1997	plaatsing van DRIP	A15, buitenring, hm. 480	betere verdeling over het netwerk, effecten op de verkeersprestatie op de A15 en A4
	plaatsing van TDI's	A20, buitenring, hm. 325 A20, binnenring, hm. 308 A20, binnenring, hm. 289	betere doorstroming, zowel stroomopwaarts als stroomafwaarts
	openstelling 2 ^e deel van de vrachstrook	A16, buitenring, hm.163-150 A20, buitenring, hm.354-337	meer capaciteit voor doelgroep en het overige verkeer
	ritsprojecten	A15, binnenring, hm.520	betere doorstroming
	installatie van signalering (VARI-project)	A15, op diverse plaatsen over de gehele weglengte	betere doorstroming + filewaarschuwing
1998	plaatsing van TDI	A4, binnenring, hm. 755	betere doorstroming
	plaatsing van DRIP	A20, binnenring, hm. 228	betere verdeling over het netwerk, effecten op de verkeersprestatie op de A20 en A4
	inhaalverbod vrachtverkeer	A4, Beneluxtunnel	betere verkeersdoorstroming
	openstelling van de fly-over (verbinding tussen A15 en A16)	A15/A16	meer capaciteit en betere 'voeding' van de vrachstrook op de A16
1999	openstelling van de 3 ^e rijstrook in de westbaan van de Heynoordtunnel	A29, Heynoordtunnel	vergroting van de capaciteit ter plekke en daardoor ook de doorstroming op de toeleidende wegen

In 1999 zijn – voor zover bekend - geen nieuwe DVM-maatregelen genomen.

4.3.2 Effecten van DVM-maatregelen

In deze paragraaf worden de doorstromingseffecten van genomen DVM-maatregelen geanalyseerd, voorzover ze in de eerder geselecteerde set van acht voorkomen én op de ruit rond Rotterdam in 1995 tot 1999 zijn gerealiseerd.

Achtereenvolgens wordt nagegaan wat het effect is geweest van (tussen haakjes staan de op basis van literatuur geschatte effectiviteitsfactoren):

- verkeerssignalering (1,05)
- DRIP's (1,05)
- TDI's (1,04)
- vrachstrook (1,16)
- inhaalverbod voor vrachtverkeer (1,04)
- ritsprojecten (1,00)

De maatregelen 'spitsstroken' en 'homogenisering' zijn niet geanalyseerd, omdat die in de beschouwde periode niet op de ruit rond Rotterdam zijn genomen.

Afhankelijk van de soort maatregel, kan verwacht worden dat de maatregel alleen effect heeft op de verkeersafwikkeling stroomafwaarts (bijvoorbeeld bij DRIP's) of óók effect heeft op de verkeersafwikkeling stroomopwaarts (bijvoorbeeld bij TDI's, vrachstrook).

Afhankelijk van de maatregel moet dus worden gekeken naar alleen de effecten stroomafwaarts of ook naar de effecten stroomopwaarts.

De manier om de effectiviteit van DVM-maatregelen in kaart te brengen is vergelijking van de capaciteit (i.e. het 97,5^e percentiel van de maximale verkeersprestatie) van de voor- en de nasituatie.

Uit de analyse van §4.2 blijkt dat er geen overall toe- of afname van de doorstroming is opgetreden op de ruit rond Rotterdam. Als er al effect te constateren valt zal dat op wegvak en eventueel op wegniveau het geval zijn.

De analyse beperkt zich daarom ook daartoe.

Primair wordt gekeken naar de effecten op de capaciteit. Daarvoor is het niet nodig rekening te houden met eventuele veranderingen in het verkeersaanbod. Capaciteit is immers gedefinieerd als de maximale verkeersprestatie. Die zal bij een toenemend verkeersaanbod wellicht eerder of later te constateren zijn dan voorheen, maar niet – om dié reden – hoger of lager zijn.

Telkens wordt eerst gekeken naar het directe effect op het wegvak waar de maatregel is genomen; vervolgens wordt – uitgaande van dat punt – nagegaan hoe groot de capaciteit was op de voor- en naliggende wegvakken. Die wegvakken zijn daartoe telkens met 500 meter verlengd.

Als op hmpositie 310 een maatregel is genomen, is bijvoorbeeld op hmpositie 315 de capaciteit weergegeven van de afstand van 310 tot 315 en niet uitsluitend voor hmpositie 315.

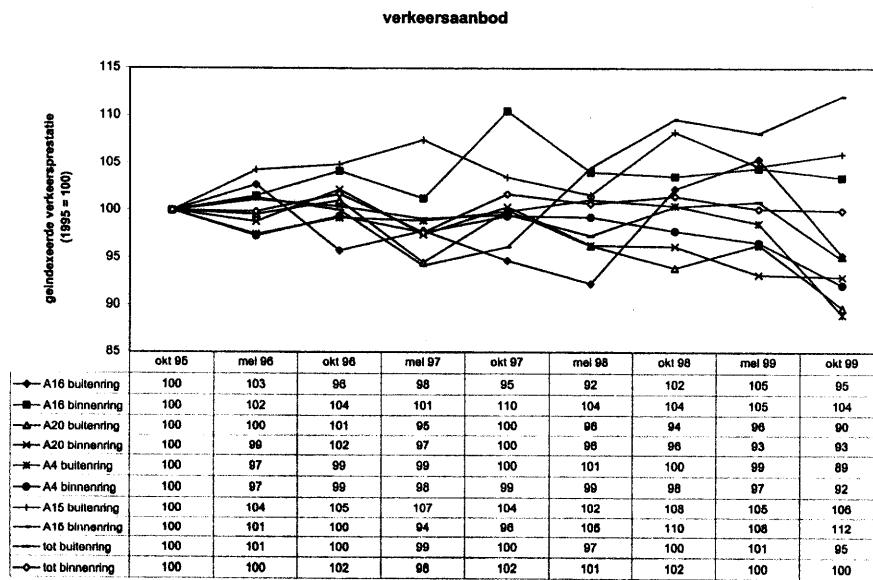
Secundair wordt ook gekeken naar de effecten in termen van de andere gedefinieerde indicatoren: voertuigkilometers per uur, reistijd, reistijdbetrouwbaarheid, aantal voertuigverliesuren en snelheidsfluctuatie.

Dat gebeurt door telkens te kijken naar de verkeersprestatie in de avondspits van 16.00 tot 19.00 uur. De ochtendspits geeft een vergelijkbaar beeld.

Voor de invloed van een eventuele autonome groei van het verkeersaanbod wordt gecorrigeerd door de effecten af te zetten tegen de door de betreffende weg geleverde verkeersprestatie gedurende het gehele etmaal.

Gerekend wordt met de cijfers van figuur 26.

Figuur 26: Geïndexeerd verkeersaanbod (1995 = 100) van de vier wegen van de ruit (i.e. aantal voertuigkilometers per etmaal, uitgedrukt in aantallen per uur)



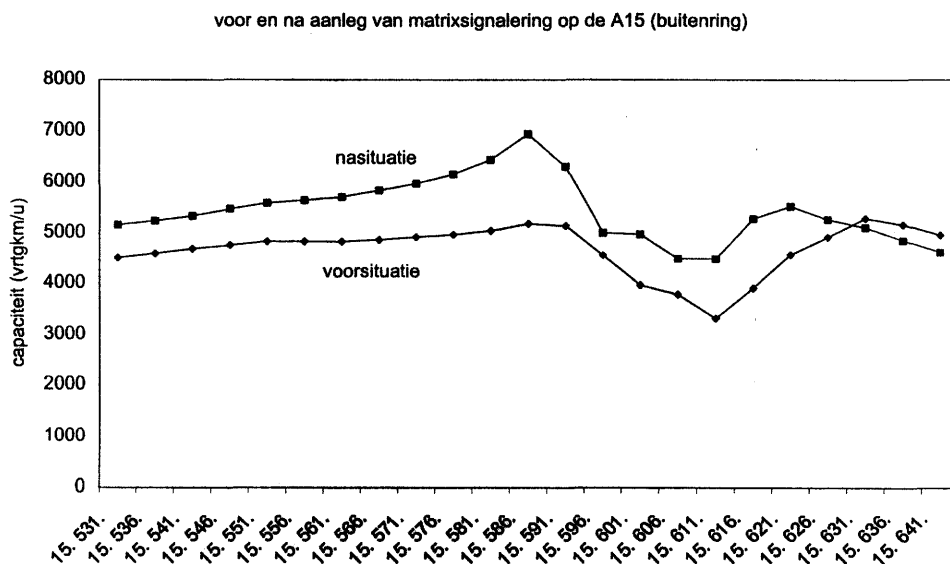
Gemiddeld is het verkeersaanbod ongeveer gelijk gebleven. Op twee van de vier wegen is het aanbod afgenomen (A4 en A20); op de andere wegen is het aanbod enigszins toegenomen (A15 en A16).en alle vier wegen in beide rijrichtingen min of meer gelijk gebleven. Op de A4 en de A20 is het aanbod enigszins afgenomen; op de A16 en A15 is het aanbod toegenomen.

4.3.2.1 Matrixsignalering

Op de A15 is in een periode van 2 jaar (1996 en 1997) het zogenaamde VARI-project uitgevoerd. In dat project is op de A15 op beide rijbanen een groter aantal matrixsignaleringssystemen geplaatst.

Omdat het in de studie vooral gaat om overall-effecten, beperkt de effectevaluatie zich tot de gehele weg en worden de capaciteit en de andere indicatoren vergeleken tussen de voor- en de nasituatie (respectievelijk 1995 en 1998/1999). Omdat eind 1999 de 3^e rijstrook in de Heynenoordtunnel is opengesteld en dat waarschijnlijk ook (veel) effect heeft gehad, wordt de maand oktober van 1999 buiten de vergelijking gehouden.

Figuur 27: Capaciteit van buitenring van de A15 voor en nadat de signalering was aangelegd.



De effectiviteitsfactoren van de signalering op de buitenring en de binnenring van de A15 zijn respectievelijk 1,17 en 1,13. Beide rijrichtingen combinerend is de gemiddelde capaciteitstoename 1,15.

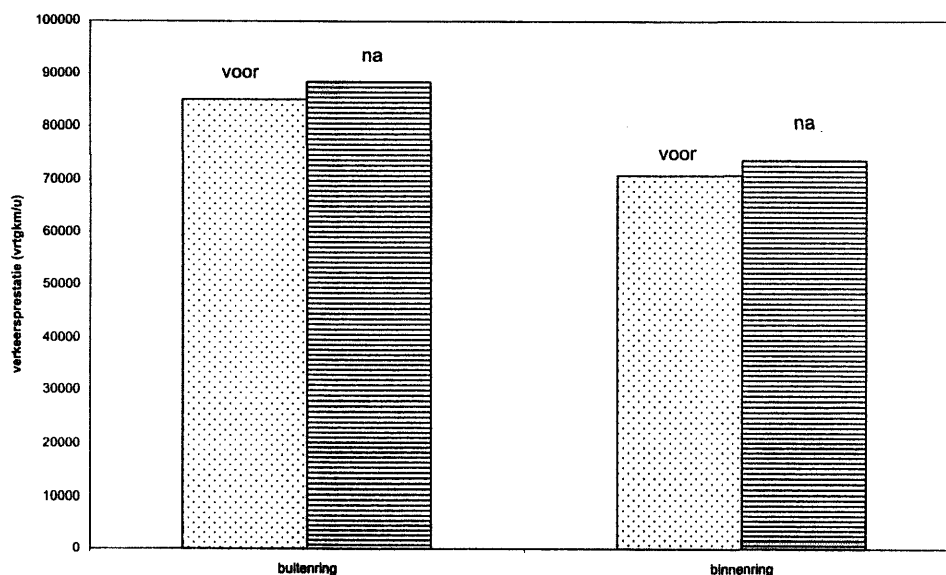
In dezelfde tijd is ook op de A16 een DRIP geplaatst met een verwachte effectiviteitsfactor van 1,05 op de binnenbaan van de A15 en de buitenbaan van de A16. Als de factor 1,15 daarvoor wordt gecorrigeerd, blijft een effectiviteitsfactor van de matrixsignalering op de A15 over van 1,12. Deze factor is beduidend hoger dan verwacht werd op grond van eerder verrichte evaluatiestudies. Daar werd een effect gevonden van 5% (i.e. een effectiviteitsfactor van 1,05).

Een capaciteitstoename van 12% vanwege alleen matrixsignalering is echter onwaarschijnlijk hoog. Andere factoren moeten ook invloed gehad hebben. Daarbij kan onder andere gedacht worden aan diverse veranderingen in de aansluitingen (a. de aansluiting op de Waalhaven). Samen met de matrixsignalering zullen deze factoren de gevonden 12% capaciteitstoename hebben bewerkstelligd.

Hoeverl invloed die andere factoren hebben gehad en wat dus de effectiviteit van de matrixsignalering werkelijk is geweest, is met de hier beschikbare gegevens niet vast te stellen. In het verdere van het voorliggende rapport wordt – als schatting van de effectiviteit van matrixsignalering – gewerkt met de in de literatuur gevonden 5%; '12%' zou een duidelijke overschatting zijn.

Behalve in de capaciteit blijkt ook verandering in de daadwerkelijke verkeersprestatie opgetreden te zijn. In de avondspits is het aantal voertuigkilometers per uur in de nasituatie zo'n 4% groter dan in de voorsituatie (zie figuur 28). Maar, als naar de verkeersprestatie wordt gekeken moet wel rekening worden gehouden met het verkeersaanbod op de A15 (gemeten gedurende hele etmalen). Die is ongeveer 5% toegenomen.

Figuur 28: Aantal voertuigkilometers per uur voor en na installatie van signalering en een DRIP (op de buitenring) op de A15.



Als gecorrigeerd wordt voor het toegenomen verkeersaanbod (5%) verdwijnt het verschil in de verkeersprestatie.

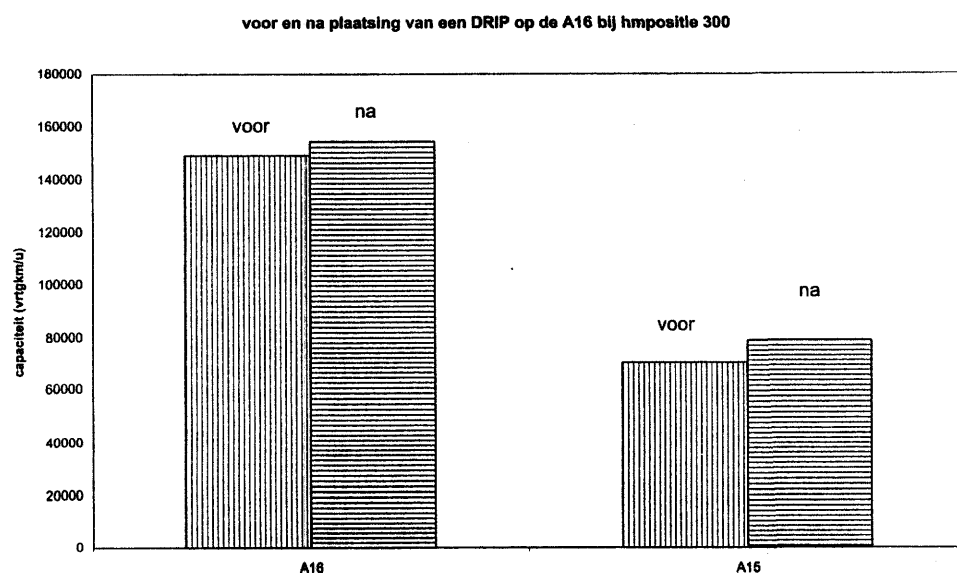
De andere indicatoren wijzen ook op effecten van de maatregelen, maar niet altijd in dezelfde richting. Zo neemt de reistijd door de maatregelen op de binnenring toe, terwijl die op de buitenring afneemt. Hetzelfde geldt ook voor het aantal voertuigverliesuren en de standaarddeviatie van de reistijd. Het is dus niet zo dat – met de toename van de capaciteit – ook altijd de verkeersprestatie, de betrouwbaarheid en de reistijden beter worden.

4.3.2.2 DRIP's

In 1996 is op de A16 een DRIP geplaatst die het verkeer informeert over files op de A15 en de A16 zelf. De DRIP moet de automobilist informatie geven zodat hij zelf de minst drukke weg kan kiezen: de buitenring van de A16 of de binnenring van de A15.

De capaciteit op beide wegen samen is met 7,9% toegenomen (zie figuur 29): op de A16 met 12,5% en op de A15 met 3,4%. De effectiviteitsfactor van de DRIP is daarmee gemiddeld 1,079.

Figuur 29: Capaciteit voor en na installatie van een DRIP op de A16.



De gevonden capaciteitstoename (8%) is duidelijk groter dan de effectiviteitsfactor die eerder op basis van afzonderlijke evaluatiestudies is berekend (5%).

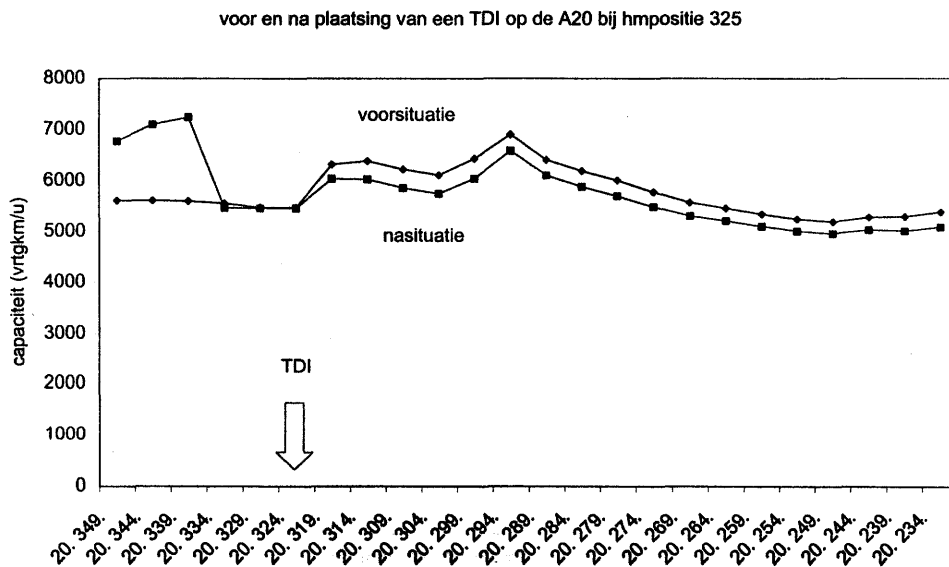
De verkeersprestatie op beide wegen in de avondspits is – na correctie voor het verkeersaanbod – echter niet of nauwelijks beïnvloed door de DRIP. Weliswaar is de prestatie in de avondspits op beide wegen na installatie van de DRIP samen 4% hoger, maar omdat het verkeersaanbod op die wegen in dezelfde periode met circa 5% is gestegen, moet geconcludeerd worden dat de verkeersprestatie door de DRIP uiteindelijk in elk geval niet is toegenomen.

De reistijd en het aantal voertuigverliesuren zijn toegenomen. De reistijdbetrouwbaarheid is afgenomen. Waarschijnlijk alle het gevolg van het (licht) toegenomen verkeersaanbod op de A15.

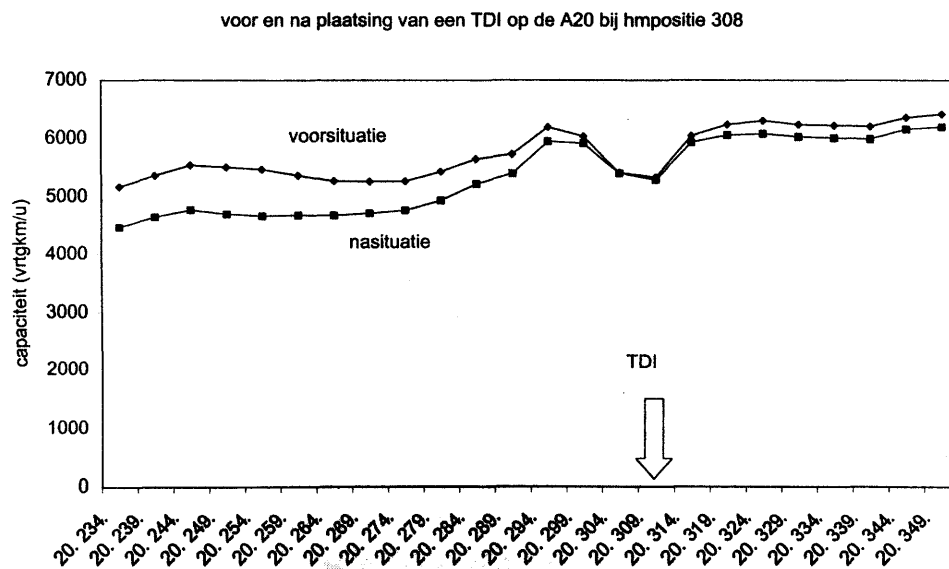
4.3.2.3 Toeritdosering

Op de ruit rond Rotterdam zijn in de periode 1995 tot 1999 vijf ToeritDoseerInstallaties (TDI's) geplaatst: vier op de A20 (in 1996 en 1997) en één op de A4/A15 (in 1998). Als telkens op gedetailleerd niveau naar de effecten wordt gekeken, ontstaat een bijzonder beeld. De capaciteit is bij drie van de vijf TDI's sinds de plaatsing afgenomen. Bij twee van de vijf is de capaciteit niet werkelijk toegenomen, maar is de afname die wellicht om andere redenen is ontstaan onderbroken. Als daar de afgenomen capaciteit voor en na de TDI als referentie wordt genomen, is er sprake van een toename van de capaciteit van 4 en 5% (zie de figuren 30 en 31). Anders gezegd: op de beschouwde weg is de nasituatie slechter dan de voorsituatie, behalve rondom de TDI's. Relatief is de capaciteit rondom de TDI's dus verbeterd.

Figuur 30: Capaciteit in de voor- en nasituatie bij plaatsing van een TDI op de A20 in 1997.



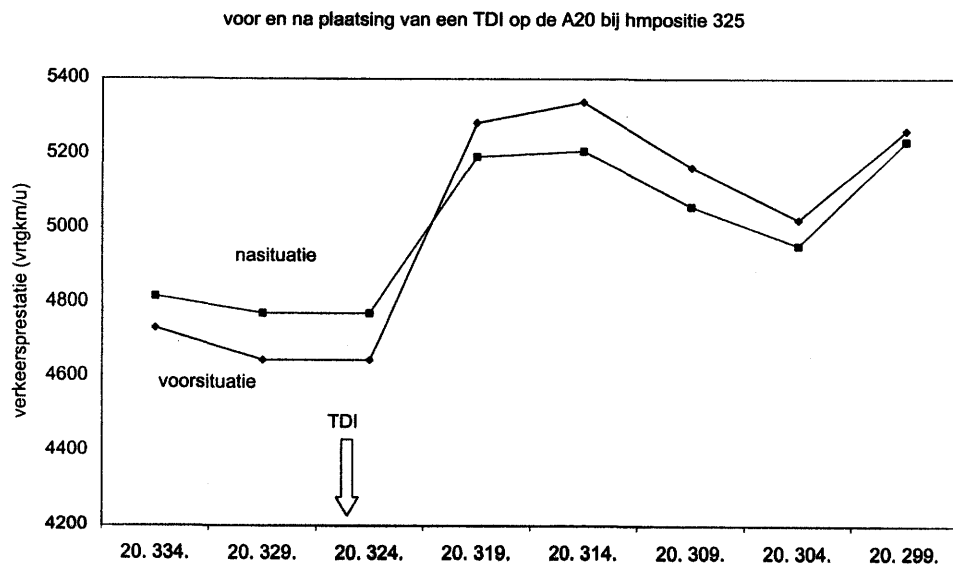
Figuur 31: Capaciteit in de voor- en nasituatie bij plaatsing van een TDI op de A20..



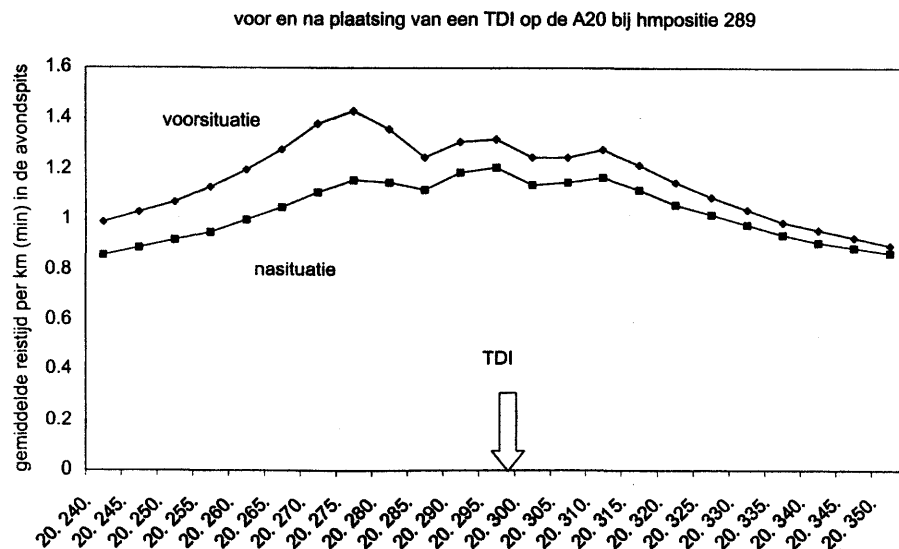
De gemiddelde capaciteitstoename van de twee TDI's met een toename is circa 5%. Aannemend dat de afname bij de overige drie TDI's niet door de TDI's is veroorzaakt, is de effectiviteitsfactor van een TDI 1,05.

TDI's blijken hier en daar ook invloed te hebben op de verkeersprestatie, de rijsnelheid, het aantal voertuigverliesuren en de reistijd/betrouwbaarheid. Bij vier van de vijf TDI's blijkt dat het geval te zijn. De verkeersprestatie is daar door de TDI's toegenomen (ondanks het feit dat bij twee van die vier de capaciteit was afgenomen). Zie voorbeelden in de figuren 32 en 33.

Figuur 32: Aantal voertuigkilometers per uur per hmpositie in de voor- en nasituatie bij plaatsing van een TDI op de A20



Figuur 33: Gemiddelde reistijd per km in de voor- en nasituatie bij plaatsing van een TDI op de A20



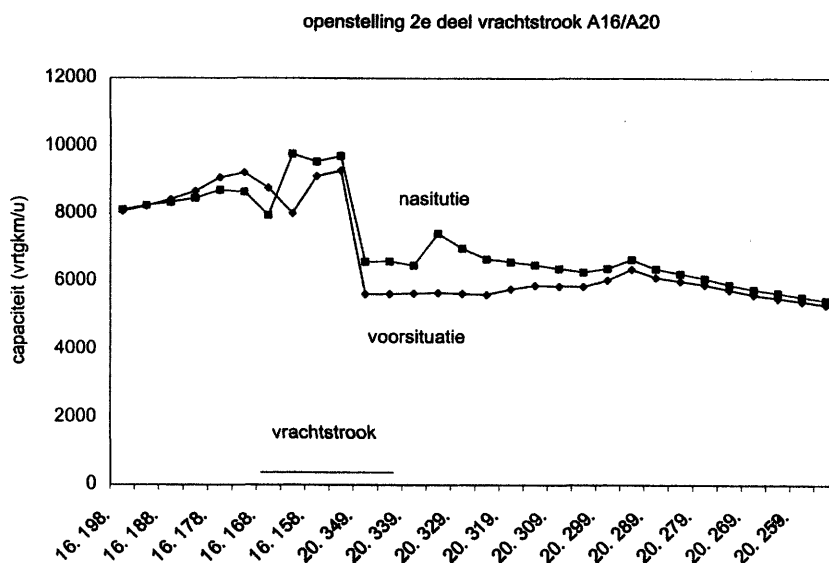
Uit figuur 33 wordt duidelijk dat de TDI de rijnsnelheid rondom de TDI verhoogt. Uiteraard is hiermee niet bewezen dat dat van de TDI komt, maar de correlatie bestaat.

4.3.2.4 *Vrachtstroken*

In 1997 is het tweede deel van de vrachtstrook geopend op de A16 en de A20. Uit de capaciteitscijfers voor en na de openstelling blijkt dat de strook (uiteraard) effect heeft op de capaciteit. Maar er is alleen een toename te zien op het A16-deel van de vrachtstrook. Op het deel op de A20 is in het geheel geen capaciteitsverandering te zien. Waar dat aan ligt is onduidelijk. Het is mogelijk dat de registratie heeft gefaald.

De geconstateerde capaciteitstoename op de A16 is 17% (zie figuur 34).

Figuur 34: Capaciteit van de weg rondom de vrachtstrook op de A16 en de A20, voor en na openstelling van de vrachtstrook.



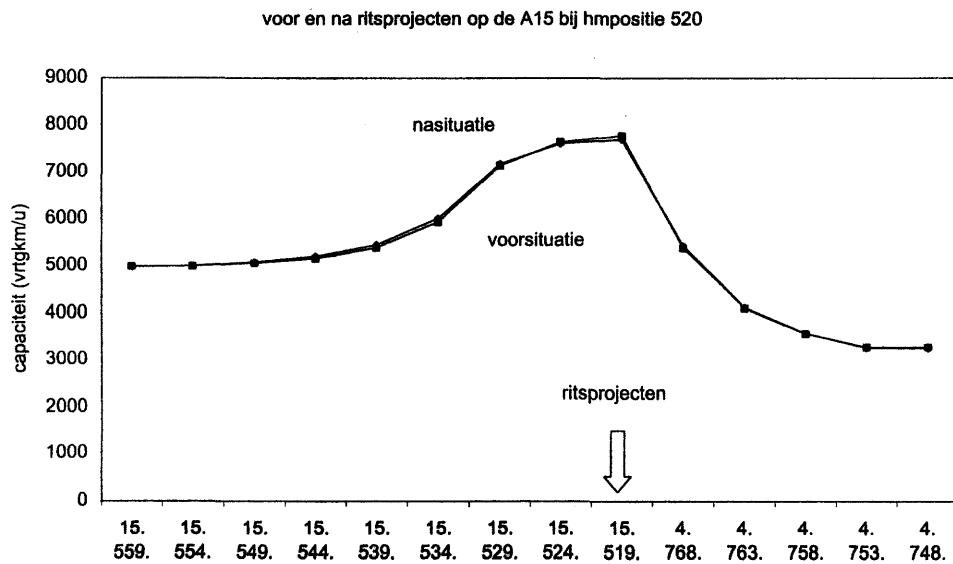
De verkeersprestaties zijn evenredig veel groter. De reistijd daarentegen is gemiddeld enigszins langer (voor alle verkeer)
De effectiviteitsfactor is 1,17.

4.2.3.4 Ritsprojecten

In 1997 (in april t/m augustus) zijn twee proefprojecten gehouden met bevordering van het ritsgedrag op de A15, vlak voor/na de aansluiting met de A4.

Beide effecten zijn bekeken, door de capaciteit in de maanden oktober van 1996 en 1997 te vergelijken. De effecten bleken, overeenkomstig de verwachting op basis van literatuuronderzoek, nihil te zijn (zie figuur 35).

Figuur 35: Capaciteit in de voor- en nasituatie rondom de plek waar in 1997 ritsprojecten hebben plaatsgevonden.



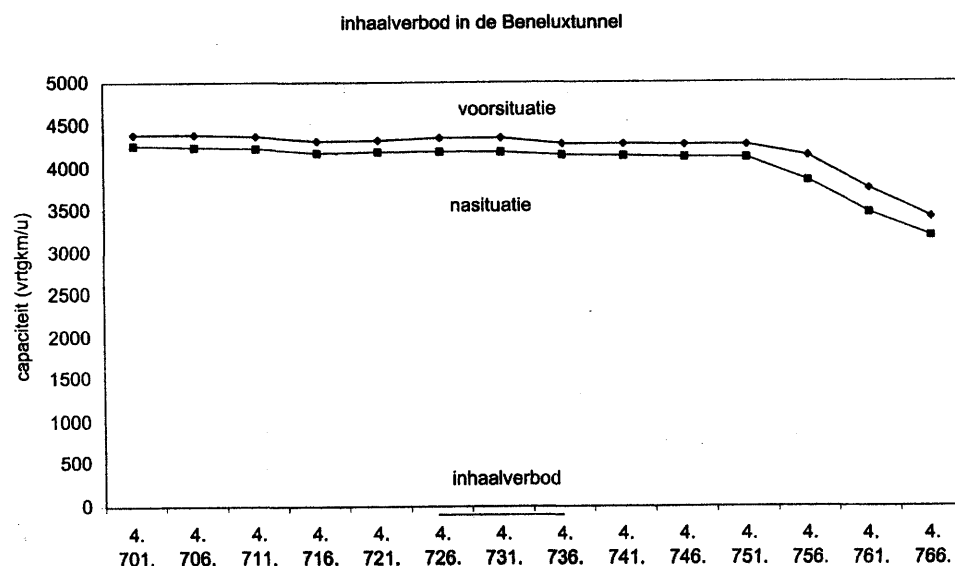
De effectiviteitsfactor is 1,00.

4.2.3.5 Inhaalverbod voor vrachtverkeer

In 1998 is een inhaalverbod voor vrachtauto's van kracht geworden in de Beneluxtunnel.

De capaciteit van de weg is door het inhaalverbod niet wezenlijk veranderd (zie figuur 36). Als er al sprake is van een capaciteitsverandering gaat het om een afname van zo'n 2%. Echter, aangezien eenzelfde verschil ook ver voor en na het inhaalverbod wordt gevonden, kan niet worden geconcludeerd dat het inhaalverbod heeft geleid tot een capaciteitsafname.

Figuur 36: Capaciteit in de voor- en nasituatie bij instelling van een inhaalverbod voor vrachtverkeer in de Beneluxtunnel.



Bij nadere beschouwing is dit ook nogal logisch. Op de momenten dat de capaciteit wordt benaderd is de rijsnelheid zo'n 80 á 90 km/u. Vrachtverkeer haalt dan niet meer in en als wel wordt ingehaald, zorgt dat niet meer voor verstoring (de rijsnelheden verschillen dan niet meer).

Als gekeken wordt naar de verkeersprestaties in termen van voertuigkilometers per uur, reistijd, reistijdbetrouwbaarheid en voertuigverliesuren ontstaat geen ander beeld. Er is niet sprake van een wezenlijke verandering. Als er al veranderingen zijn te constateren, gaat het om een afname van de prestatie.

De verklaring voor het ontbreken van duidelijke prestatie-effecten kan gelegen zijn in het feit dat in en aan de Beneluxtunnel in 1999 (een deel van de naperiode) wegwerkzaamheden zijn verricht die eventuele prestatie-effecten hebben gemaskeerd. Vooralsnog moet echter, op basis van de nu voorliggende gegevens, geconcludeerd worden dat een inhaalverbod voor vrachtverkeer in 1998 en 1999 in de Beneluxtunnel geen positief effect op de capaciteit en de verkeersprestatie heeft laten zien. De lokale effectiviteitsfactor wordt daarom hier op 1.00 gesteld.

5. Beantwoording van de onderzoeksvragen

In dit hoofdstuk worden de gestelde onderzoeksvragen samenvattend beantwoord. Telkens wordt eerst de onderzoeksvraag herhaald, waarna de daarop betrekking hebbende bevindingen van de analyse worden samengevat.

Hoe kunnen de doorstromingseffecten van benuttingsmaatregelen in een netwerk beschreven worden?

Tot nu toe zijn de effecten van DVM-maatregelen vooral beschreven in termen van hun bijdrage aan capaciteitsvergroting. Maar, ook als de capaciteit niet wordt vergroot, kunnen DVM-maatregelen nog wel degelijk bijdragen aan een betere verkeersprestatie. Als met wat voor middelen ook het verkeersaanbod wordt gereguleerd (bijvoorbeeld DRIP's, TDI's) en er zo voor gezorgd wordt dat de capaciteit in de spits niet of niet zo erg wordt overschreden, neemt de verkeersprestatie toe, neemt de reistijd af, neemt de reistijdbetrouwbaarheid toe en wordt de snelheidsfluctuatie geringer. De capaciteit neemt dan niet per se toe. Dat is alleen het geval als de maatregelen óók de turbulentie van de verkeersstroom terplekke verminderen.

Geconcludeerd wordt dat de effecten van DVM-maatregelen beter óók kunnen worden afgemeten aan de verkeersprestatie of daarvan afgeleide grootheden als reistijd, en niet alleen aan de gevonden capaciteitswaarden.

Verder blijkt dat het uiteraard zeer kritisch is welke delen (hoofd- en nevenrijbanen en welke delen van die banen) van de te onderzoeken wegen worden meegenomen in de studie. De conclusies over een hele weg worden soms sterk bepaald door effecten op relatief kleine delen van de weg.

Kunnen de in de literatuurstudie gevonden doorstromingseffecten van afzonderlijke DVM-maatregelen en combinaties van die maatregelen op de ruit rond Rotterdam worden 'teruggevonden'?

In de verrichte studie zijn zes van de acht eerder geselecteerde DVM-maatregelen geanalyseerd. Twee konden niet worden geanalyseerd omdat die niet in de periode 1995 tot 1999 op de ruit rond Rotterdam zijn gerealiseerd ('spitsstroken' en 'homogeniseren'). Van de zes wel op de ruit genomen maatregelen worden hieronder effectiviteitsfactoren vermeld, zowel de meer theoretisch op basis van literatuuronderzoek bepaalde effectiviteitsfactoren als de effectiviteitsfactoren zoals we die bij de analyse van de Maregegevens van de ruit rond Rotterdam hebben gevonden. Deze laatste factoren worden hier de 'Rotterdamse effectiviteitsfactoren' genoemd.

	'Rotterdamse effectiviteitsfactoren'	'Effectiviteitsfactoren op basis van literatuurstudie'
vrachstroken	1,17	1,16
DRIP's	1,08	1,05
signalering	1,05	1,05
TDI's	1,05	1,04
ritsen	1,00	1,00
inhaalverbod vrachtverkeer	1,00	1,04

Bij de meeste maatregelen waar capaciteitseffecten zijn geconstateerd, zijn ook (en in het algemeen iets grotere) prestatie-effecten gevonden. Andersom geldt dat niet. Als geen capaciteitseffecten optreden, kunnen nog wel degelijk prestatie-effecten plaatsvinden. Dit is met name bij de TDI's gevonden.

Bedacht moet worden in de analyse geen rekening is gehouden met allerlei externe omstandigheden (weer, ongevallen, werk-in-uitvoering, e.d.). Hier door kan statistische ruis zijn ontstaan, die (kleine) effecten heeft gemaskeerd.

Gegeven het bovenstaande overzicht kan geconcludeerd worden dat de uit de literatuurstudie volgende effectiviteitsfactoren deels zijn terug te vinden op de ruit rond Rotterdam.

Interessant is dat geen positief doorstromingseffect geconstateerd kon worden van een inhaalverbod voor vrachtverkeer. Het is echter mogelijk dat het effect gemaskeerd is door wegwerkzaamheden in de nasituatie, alhoewel die grotendeels buiten de spits plaatsvonden, waar de prestatie-effecten van zijn afgeleid.

Welke doorstromingseffecten worden – op netwerkniveau - door genomen benuttingsmaatregelen gerealiseerd?

Hoewel de beschouwde DVM-maatregelen op wegvakniveau min of meer het verwachte resultaat hebben opgeleverd, is dat minder het geval als naar het gehele netwerk wordt gekeken. Uit de detailanalyses blijkt dat de wegvakeffecten al snel uitdoven en vervolgens vaak weer teniet worden gedaan door extra stremming stroomafwaarts. Geen van de beschouwde maatregelen hangt – op netwerkniveau (!) - statistisch significant samen met de capaciteit of verkeersprestatie.

De meest 'brede' effecten worden gevonden bij signalering en bij DRIP's. Hun effecten zijn ook op wegniveau terug te vinden. TDI's, vrachtstroken en ook inhaalverboden werken niet of in elk geval minder dan verwacht door in de capaciteit en verkeersprestatie, noch van de wegen waarop de maatregelen zijn genomen noch op het totale beschouwde netwerk.

Met nadruk moet gezegd worden dat dit geen diskwalificatie van het Rotterdamse filebeleid inhoudt. Gesteld moet worden dat in de uitgevoerde studie slechts een klein deel van het Rotterdamse hoofdwegennet is beschouwd en dan ook nog zonder de toe- en afleidende hoofdwegen. Verder zijn ook geen effecten op het onderliggende wegennet bekeken.

6. Discussie en aanbevelingen

Op basis van het verrichte onderzoek worden drie soorten aanbevelingen gedaan, die achtereenvolgens betrekking hebben op:

- de dataverzameling;
- de voor evaluatie te gebruiken variabelen;
- te stellen beleidsdoelen.

6.1 Dataverzameling

De gebruikte MARE-gegevens zijn duidelijk niet ingericht voor evaluatiedoeleinden. Ze zijn inputgeoriënteerd opgeslagen. Verder zijn de data vervuild. Dit laatste blijkt onder andere uit het feit dat meetminuten soms dubbel voorkomen en er tevens vele meetminuten ontbreken.

Door de wijze van data-aggregatie kon daar in het onderzoek met veel inspanningen voor worden gecorrigeerd, maar het verdient aanbeveling om die correctie al uit te voeren als de data worden gearchiveerd.

Verder bleek dat het uitermate moeilijk is om te achterhalen welke DVM-maatregelen op en rond te ruit van Rotterdam wanneer en waar zijn genomen. Er bestaat geen toegankelijk overzicht. Om achter de plaats en tijd van genomen maatregelen te komen, moest grotendeels worden geput uit (toevallige) herinneringen van betrokken dienstkringmedewerkers en AVV-medewerkers. Hetzelfde geldt ook voor de verrichte wegwerkzaamheden.

Het verdient aanbeveling om een goed documentatiesysteem op te zetten, waarin maatregelen, wegwerkzaamheden en incidenten worden geregistreerd.

Aanbevolen wordt een systeem op te zetten waarin per tijdseenheid per kilometer of hectometer of alle benodigde gegevens worden opgeslagen:

- aantal rijstroken
- intensiteit
- gemiddelde rijsnelheid
- wegwerkzaamheden (aard + afgekruste rijstroken)
- incidenten
- genomen maatregelen

6.2 Evaluatievariabelen

Het is gebruikelijk om de effecten van maatregelen uit te drukken in termen van de capaciteitstoename als gevolg van de maatregelen. Dit is zinvol, maar levert niet altijd een goed beeld op van de bijdrage van de maatregelen aan een betere verkeersdoorstroming.

De capaciteit verwijst uitsluitend naar het omslagpunt, waar een toenemend verkeersaanbod niet meer onbelemmerd kan worden afgewikkeld. Een hoger gelegen omslagpunt levert altijd enige winst op, maar als het verkeersaanbod toch groter blijft dan de capaciteit zal de winst zeer beperkt kunnen zijn.

Betere maten dan 'de' capaciteit zijn wellicht prestatievariabelen, zoals die hier zijn gebruikt: voertuigkilometers per uur, reistijd, reistijdbetrouwbaarheid en ook voertuigverliesuren.

Via deze maten wordt niet alleen ingegaan op de invloed op de capaciteit, maar juist op de afstemming tussen vraag en aanbod. En daar gaat het net om bij de doorstroming.

Aanbevolen wordt om de effecten van maatregelen, zowel op raai-, wegvak-, weg- en netwerkniveau te beschrijven in termen van de genoemde prestatievariabelen in een tijdvenster

dat (gezien de benutting van de capaciteit) ruimte laat voor toename van de prestatie. Bijvoorbeeld een tijdvenster van 16.00 tot 19.00 uur op werkdagen. Er zal dan wel gecorrigeerd moeten worden voor veranderingen in het verkeersaanbod, maar dat kan gebeuren door de gerealiseerde verkeersprestatie gedurende het gehele etmaal als referentie te gebruiken.

6.3 Beleidsdoelen

Het uitgevoerde onderzoek heeft laten zien dat, hoewel maatregelen op wegvakniveau in het algemeen wel degelijk effect hebben, de effecten op weg- en laat staan netwerkniveau niet zijn terug te vinden.

Dat ligt aan het feit dat maatreegeffecten soms snel uitdoven en bij volgende knelpunten in het netwerk weer dubbel en dwars terugkomen.

Er is pas een substantieel netwerkeffect te verwachten als een belangrijk deel van de verkeersstroom volledig van herkomst naar bestemming wordt gefaciliteerd en niet alleen maar bij enkele knelpunten tussen herkomst en bestemming.

Aanbevolen wordt om DVM-beleid te baseren op zorgvuldige verkeersstroomanalyse en DVM-maatregelen daar te plannen waar zij de volledige verplaatsing van herkomst naar bestemming faciliteren en niet alleen maar lokale knelpunten oplossen.

DVM-doelen zouden daarom ook niet op wegvakniveau maar op verplaatsingsniveau moeten worden gedefinieerd. In plaats van 'maatregel A moet de capaciteit vergroten' zou beter als doel gesteld kunnen worden dat 'maatregel A de verkeersstroom tussen herkomst X en bestemming Y versnelt' of dat 'de verkeersprestatie op de weg tussen herkomst X en bestemming Y wordt vergroot'. Daarbij moet niet alleen worden gekeken naar het hoofdwegennet, maar ook naar het overige wegennet als dat gebruikt wordt door de verkeersstroom die moet worden gefaciliteerd.

Referenties

In onderstaande lijst wordt ten eerste een overzicht gegeven van afgeronde evaluaties van verkeersbeheersmaatregelen. Voorzover beschikbaar zijn deze in dit rapport gebruikt. Het tweede overzicht betreft overige referenties, waaronder de Leidraad Evaluaties Verkeersbeheersingsmaatregelen waarin een compacte samenvatting van alle beschikbare evaluatiestudies is opgenomen.

1. Evaluatiestudies verkeersbeheersingsmaatregelen ingedeeld naar maatregel

Verkeerssignaleringsystemen:

Rijkswaterstaat, Dienst Verkeerskunde, 'Evaluatie van de externe effecten van het verkeerssignaleringsstelsel voor ASW', De Kroes, Donk en De Klein, 1983.

Kuipers, Bos, Broekhuizen, Van Donkelaar, Grill, Jenezon, 'Evaluatie verkeerssignaleringsystemen projecten rijksweg 13 en rijkswegen', 1985.

Rijkswaterstaat, Directie Utrecht/AVV, 'Evaluatie proef homogeniseren A2' Heidemij, juli 1993.

Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, 'Effecten van verkeerssignaling op capaciteiten', Goudappel Coffeng, november 1994.

Rijkswaterstaat, Directie Noord-Brabant/AVV, 'Evaluatie van het A16 mistsignaleringsstelsel in termen van rijgedrag, Evaluatie Mistsysteem A16', TNO TM/AVV, november 1994 en maart 1995.

Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, 'Evaluatie Mistsysteem A16', AVV, 1994.

Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, 'Evaluatie verkeerssignaling, een kennisoverzicht', AVV, december 1994.

Rijkswaterstaat, Directie Noord-Brabant, 'Evaluatie filebeveiligingsstelsel A27 Nieuwendijk – Merwedeburg', Grontmij, maart 1996.

Rijkswaterstaat, Directie Utrecht, 'Evaluatie benuttingsmaatregelen A27 Eemnes en A28 Rijnsweerd/Den Dolder, (onder andere verkeerssignaling)', Goudappel Coffeng, augustus 1996.

Toeritdosering:

Rijkswaterstaat, Dienst Verkeerskunde, *'Proef toeritdosering Coentunnel'*, BGC, februari 1990.

Rijkswaterstaat, Dienst Verkeerskunde, *'Toeritdosering toerit Delft-Zuid A13'*, Grontmij, november 1990.

Rijkswaterstaat, Dienst Verkeerskunde, *'A comparison of the RWS-strategy and the ALINEA-strategy for ramp metering at the Coentunnel in Amsterdam'*; DRIVE project V1035 'Christiane', Heidemij Adviesbureau, maart 1991.

Rijkswaterstaat, Dienst Verkeerskunde, *'Cijfers Coentunnel nader bekeken'*, BGC, augustus 1991.

Rijkswaterstaat, Dienst Verkeerskunde, *'Tweede evaluatie proef toeritdosering toerit Delft-Zuid A13'*, Grontmij, november 1991.

Rijkswaterstaat, Directie Zuid-Holland, *'Evaluatie toeritdosering Zoetermeer-Oost, Grontmij, maart 1994.'*

'Verkeersenquête effecten toeritdosering Zoetermeer'; DUFEC, maart 1992.

Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, *'An assessment of multiple ramp metering on the Amsterdam ring road; DRIVE project V2017 'Eurocor''*, Grontmij, maart 1995.

Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, *'Evaluatie toeritdosering met Fuzzy Logic'*, Heidemij Advies, maart 1996.

Rijkswaterstaat, Directie Zuid-Holland, *'Evaluatie toeritdosering Schiedam-Noord en Barendrecht'*, Heidemij Advies, november 1996.

Rijkswaterstaat, Directie Noord-Holland, *'Evaluatie Toeritdosering A8/Kolkweg'*, Goudappel Coffeng, maart 1998.

Rijkswaterstaat, Directie Zuid-Holland, TDI & BFA's Vianen, *'Evaluatie Toeritdosering en Beweegbare Fysieke Afsluitingen'*, Grontmij, april 1998.

Rijkswaterstaat, Directie Noord-Holland, *'Evaluatie toeritdosering A1, toeritten Muiden en Muiderslot'*, Witteveen + Bos, januari 1999.

Inhaalverboden voor vrachtverkeer:

Rijkswaterstaat, Directie Utrecht, *'Praktijkonderzoek inhaalverbod voor vrachtverkeer op de A28'*, AGV, maart 1993.

Rijkswaterstaat, Directie Limburg, *'Evaluatie inhaalverbod vrachtverkeer A2 Roosteren-Born'*, Goudappel Coffeng, mei 1996.

Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, *'Evaluatie dynamisch inhaalverbod vrachtverkeer A2 Roosteren-Born'*, Goudappel Coffeng, december 1996.

Rijkswaterstaat, Directie Oost-Nederland, *'Inhaalverbod vrachtverkeer A50: eindrapport'*, Heidemij Advies, 1996.

Rijkswaterstaat, directie Noord-Brabant, *'Effecten inhaalverbod vrachtverkeer RW16'*, AGV, april 1998.

Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, *'Monitoring inhaalverbod vrachtverkeer'*, Goudappel Coffeng, 1998.

Dynamische Route Informatie Panelen:

Rijkswaterstaat, Directie Noord-Holland/AVV, *'Evaluatie RIA: deelonderzoeken, Effecten van RIA-meldingen op de verkeersafwikkeling'*, Goudappel Coffeng, januari en april 1993.

Rijkswaterstaat, Directie Noord-Holland, *'RIA breidt zich uit; evaluatie derde fase RIA-systeem'*, Goudappel Coffeng, april 1995.

Rijkswaterstaat, Directie Noord-Holland, *'Derde fase RIA-project; aanvullende evaluatie'*, Goudappel Coffeng, mei 1996.

Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, *'Reistijd DRIP A13 – Evaluatie'*, TNO INRO, mei 1997.

Rijkswaterstaat, Directie Zuid-Holland, *'Evaluatieonderzoek Dynamische Route Informatie Panelen (DRIP's) aan de noordzijde van de Ring van Rotterdam'*, Transpute/Van Roon, mei 1997.

Rijkswaterstaat, Directie Zuid-Holland, *'Vervolgonderzoek Dynamische Route Informatie Panelen (DRIP's) rond de Ring van Rotterdam - Effecten van het gehele systeem'*, Transpute, maart 1998.

Rijkswaterstaat, Directie Noord-Holland, RIA4: *'Onderzoek verkeersafwikkeling, deelrapportage'*, Goudappel Coffeng, 1998.

Doelgroepstroken:

Rijkswaterstaat, Dienst Verkeerskunde/DGV/West-Nederland, *'Bus op vluchtstrook. Evaluatieonderzoek naar het gebruik van vluchtstroken door het openbaar vervoer'*, BGC/SWOV, 1991.

Rijkswaterstaat, Directie Zuid-Holland, *'Evaluatie SDG-strook voor het vrachtverkeer op de A16 bij Rotterdam'*, Transpute, januari 1994.

Rijkswaterstaat, Directie Noord-Holland/AVV, *'Evaluatie Carpoolwisselstrook A1/A6: de eerste zes weken'*, Heidemij, april 1994.

Tijdelijke capaciteitsuitbreiding:

Rijkswaterstaat, Directie Noord-Holland/AVV, 'Evaluatie wisselstrook A1/A6', Heidemij Advies, mei 1996.

Rijkswaterstaat, Directie Utrecht/AVV, 'Evaluatie spitsstrook A28', Goudappel Coffeng, september 1996.

Rijkswaterstaat, Directie Utrecht, 'Evaluatie spitsstrook A27', Goudappel Coffeng, 1998.

Organisatorische DVM-maatregelen:

Rijkswaterstaat, Directie Gelderland, 'Evaluatie-onderzoek afsluiting toerit Waardenburg-A2', Bureau Goudappel Coffeng, april 1992.

Rijkswaterstaat, Directie Utrecht/KLPD, 'Gericht verkeerstoezicht op de A2, Evaluatie gericht verkeerstoezicht; effecten op de verkeersafwikkeling', BGC, augustus 1994 en februari 1995.

Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, 'Evaluatie Tweede Pilot Incident Management: Lokale berger', Grontmij, juni 1995.

Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, 'Evaluatie Derde Pilot Incident Management: Dubbele inzet KLPD-patrouille en GPS-plaatsbepaling', Grontmij, november 1995.

Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, 'Evaluatie Eerste Pilot Incident Management: Centrale berger', Grontmij, februari 1997.

Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, 'Evaluatie Vierde Pilot Incident Management: Inzet ANWB Wegenwacht', Grontmij, mei 1997.

Rijkswaterstaat, Directie Zuid-Holland, 'Evaluatie Ritsproef', TU Delft, juli 1997.

Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, 'Evaluatie verkeersafwikkeling ritsproject 1998', TU Delft, juli 1998.

Rijkswaterstaat, Directie Utrecht, 'Evaluatie Trajectcontrole A2 Maarsse-Abcoude', Grontmij, december 1998.

Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, 'Evaluatie maatregel opzwaaien', Grontmij, maart 1999.

Verkeersbeheersingsmaatregelen onderliggend wegennet:

Rijkswaterstaat, Dienst Verkeerskunde, 'Evaluatie verkeerslichtenregelingen rotondes', BGC, oktober 1987.

Rijkswaterstaat, Dienst Verkeerskunde, 'MOVA-regeling versus regeling in basisstructuur', AGV, november 1991.

Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, *'Evaluatie SCOOT in Nijmegen'*, Witteveen + Bos, december 1994.

Gemeente Zwolle, *'Evaluatie wachttijdvoorspeller'*, Goudappel Coffeng, mei 1996.

Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, *'SCOOT in Nijmegen nader bekeken'*, Witteveen + Bos, december 1996.

Gemeente Eindhoven, *'Evaluatiestudie UTOPIA-SPOT "Noord-Brabantlaan". De resultaten van het voor- en het naonderzoek'*, Peek Traffic, februari 1998.

Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, *'Evaluatie Adaptieve Regeling'*, Goudappel Coffeng, november 1998.

Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, *'Evaluatie investeringen commissie 'De Boer', deelrapporten: [1] Abram van Rijckevorselweg, Rotterdam, [2] Busbaan Velperweg, Arnhem, [3] Verkeerslichten Lange Wal'*, Arnhem, Goudappel Coffeng, 1998.

2. Overige literatuur

Gattis, J.L., *'Queuing areas for drive-thru facilities'*, ITE Journal, pp.38-42, 1995

Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, *'Leidraad evaluaties Verkeersbeheersingsmaatregelen'* Goudappel Coffeng, mei 1999.

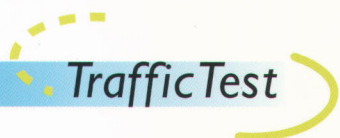
Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, *'Effecten van DVM-pakketten op netwerkniveau, eindrapport'*, Goudappel Coffeng, juni 1999.

Middelham, F., *'Toeritdosering, verdelingsstrategie op netwerkniveau'*. Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, 1999.

Goudappel Coffeng: *'Effecten van DVM-pakketten op netwerkniveau; eindrapport'*, Goudappel Coffeng, 1999.

Veling, I.H. en H. van Altena (1999). *Effecten van combinaties van verkeersbeheersingsmaatregelen*. Veenendaal: Traffic Test, rapportnr. TT99-74

Veling, I.H. (1999). *Wegwerkzaamheden en files*. Veenendaal: Traffic Test, rapportnr. TT99-65



Traffic Test bv Instituut voor onderzoek
en beleidsadviesing op gebied van
verkeer en vervoer

Landjuweel 22

3905 PG Veenendaal

Telefoon: (0318) 52 87 87

Telefax: (0318) 54 11 30

E-mail: TT@traffictest.nl

Homepage: <http://www.traffictest.nl>

