

Bijdrage 74

Enige misvattingen in de verkeerskunde

Ben Immers
TrafficQuest
KU Leuven
TRAIL

Henk Taale
TrafficQuest
Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart
TU Delft

Samenvatting

Zo nu en dan duiken er in de media of in de beroepspraktijk verkeerskundige misvattingen op die er voor zorgen dat veel mensen zich afvragen waarom we eigenlijk bepaalde dingen niet doen of bepaalde maatregelen niet toepassen of juist wel. Deze paper beschrijft enkele van deze misvattingen en gaat in op de consequenties en de manier om er goed mee om te gaan.

1. Inleiding

Af en toe verschijnt er in de media een artikel over een bepaalde maatregel die er voor moet zorgen dat de files minder worden of dat de verkeersveiligheid toeneemt. Vaak gebeurt dat als een politicus naar het buitenland is geweest en daar zaken heeft gezien waarvan hij/zij denkt dat ze ook in Nederland zouden kunnen helpen. Als je al wat langer meeloopt in de wondere wereld van de verkeerskunde, dan weet je dat bepaalde zaken om de zoveel tijd terugkomen, bijvoorbeeld 'keep your lane' of 'geel-voor-groen'. Uiteraard is het goed om van tijd tot tijd na te gaan of bepaalde maatregelen nuttig zijn voor de Nederlandse situatie. Soms kan de situatie veranderen en zijn bepaalde maatregelen wel nuttig, terwijl ze dat eerst niet waren. Soms is de maatregel zelfs al operationeel in Nederland. Sommige dingen echter berusten gewoonweg op een misverstand of op een gebrek aan verkeerskundige kennis. Het is daarom goed eens een aantal zaken op een rijtje te zetten.

Deze paper wil bijdragen aan de algemene verkeerskundige kennis. In deze bijdrage zullen enige misvattingen worden gepresenteerd (in willekeurige volgorde) die aanleiding kunnen geven tot het verkeerd interpreteren van verkeerskundige situaties en onjuiste besluitvorming rond verkeerskundige projecten. Een deel van deze misvattingen is universeel van aard in de zin dat zij ook in andere domeinen spelen, andere misvattingen zijn puur verkeerskundig van aard. In de paper wordt ingegaan op de misvatting zelf, de consequenties die deze zou kunnen hebben en eventueel wat je wel zou kunnen doen om een probleem juist te interpreteren of welke aanpak wel vruchten afwerpt.

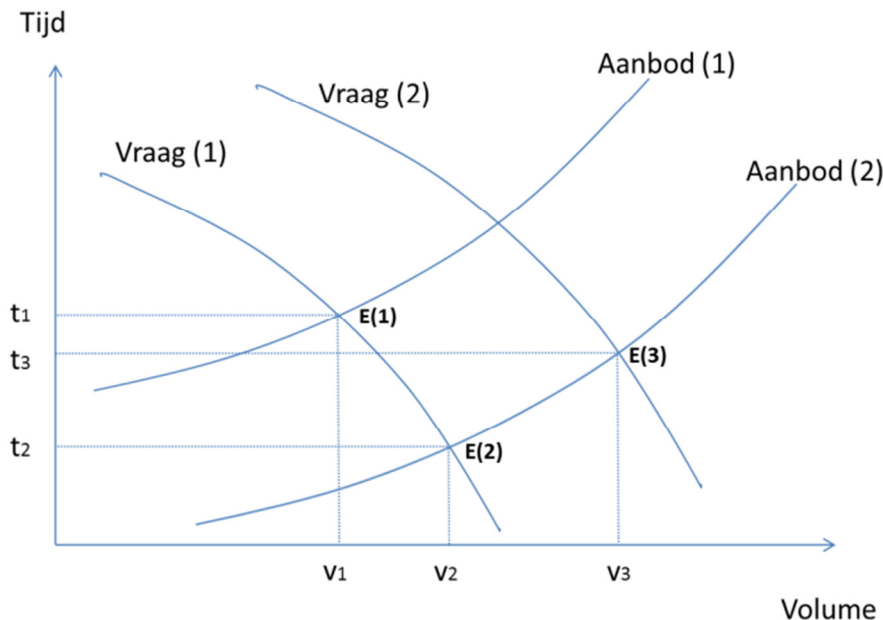
2. Capaciteitsverhoging is zinloos

Een vaak gehoord argument tegen de aanleg van nieuwe infrastructuur respectievelijk tegen de uitbreiding van bestaande infrastructuur is dat als gevolg van deze maatregel nieuw verkeer (de latente vraag) wordt opgeroepen wat dan weer tot gevolg heeft dat de beoogde effecten grotendeels teniet worden gedaan.

In figuur 1 is schematisch weergegeven wat er gebeurt in het transportsysteem als de capaciteit van een verbinding wordt uitgebreid. De oorspronkelijke evenwichtssituatie is weergegeven door $E(1)$ met $V1$ en $t1$. De uitbreiding van de capaciteit is weergegeven door de curve $Aanbod(2)$. De uitbreiding van het aanbod leidt tot een nieuw evenwicht met $V2$ en $t2$. De uitbreiding van de capaciteit leidt dus niet alleen tot een afname van de reistijd, maar ook tot een toename van het volume. Indien er sprake is van een elastische vraag zal dit altijd gebeuren. Op langere termijn kan de verbetering van het aanbod aanleiding geven tot een toename van de vraag, getekend als curve $Vraag(2)$. Op de langere termijn kan zich dan het evenwicht $E(3)$ instellen. Het gevolg is dat de reistijd niet of nauwelijks verbeterd is t.o.v. de oorspronkelijke situatie, maar op de weg wordt wel aanmerkelijk meer verkeer afgewikkeld en dat betekent dat meer interacties tussen geografisch gescheiden locaties. De toename van het volume is opgebouwd uit een aantal componenten:

- Meer verplaatsingen;
- Langere verplaatsingen;
- Meer verplaatsingen geconcentreerd op een voorkeurstijdstip;
- Meer verplaatsingen geconcentreerd op een voorkeursroute;
- Meer verplaatsingen met de vervoerwijze die de voorkeur heeft.

Deze veranderingen impliceren een toename van de prestatie van het systeem waardoor ook de sociaal-economische ontwikkeling wordt gestimuleerd. Vergelijkbare ontwikkelingen kunnen worden vastgesteld indien men de capaciteit (en bijbehorende kwaliteit van de dienstverlening) van het OV vergroot of indien een grootwinkelbedrijf het aantal kassa's uitbreidt. Met als gevolg meer OV gebruik en meer klanten. Vreemd genoeg worden deze ontwikkelingen juist toegejuicht.



Figuur 1: Evenwicht in een transportsysteem

De consequenties van deze misvatting kunnen zijn dat de capaciteit van het wegennet onvoldoende wordt uitgebreid met als gevolg dat het netwerk onevenredig zwaar belast wordt waardoor de omvang van de congestie zal toenemen en de robuustheid van het systeem voor verstoringen zal afnemen.

De remedie hiervoor is op een verantwoorde wijze de capaciteit van het wegennet blijven uitbreiden. Een mogelijk te hanteren criterium is dat de marginale baten van een uitbreiding groter zijn dan de marginale kosten. De situatie die ontstaan is na de recente uitbreidingen van de capaciteit van het Nederlandse hoofdwegennet (de extra rijstroken), ondersteunt bovengestand betoog. De invoering van de spitsstroken hebben geleid tot een afname van de omvang van de congestie (aantal voertuigverliesuren) met 37%. Het aantal voertuigkilometers is toegenomen met 4% [1].

3. Geel voor groen is beter

Verkeerslichten moeten, voordat ze groen worden, eerst enkele seconden op geel gaan of gelijktijdig geel en rood laten zien. Voertuigen kunnen dan beter anticiperen op de groenfase en de doorstroming wordt daardoor verbeterd. Deze maatregel kost niet zoveel en is daarom zeker kosteneffectief [2].

Het argument voor geel voor groen is dat weggebruikers dan weten wanneer ze op kunnen trekken en dat zou minder verliestijd moeten opleveren. Onderzoek naar de effecten van wachttijdvoorspellers (een teller naast of in het verkeerslicht die aangeeft wanneer het licht op groen gaat) op de verkeersafwikkeling laat inderdaad zien dat de voertuigen vooraan in de wachtrij inderdaad de stopstreep sneller passeren, zodat er een enkel voertuig extra afgewikkeld kan worden. Dezelfde effecten mogen bij geel voor groen verwacht worden. Ook duidelijk is dat wachttijdvoorspellers kunnen bijdragen aan het comfort van de weggebruiker. Het is immers prettig om te weten hoe lang je moet wachten.

Voor het tonen van een geel licht voor het groene licht, moet je weten wanneer de groentijd begint. Het merendeel van de geregelde kruispunten in Nederland wordt door een voertuigafhankelijke regeling geregeld. Doordat dit type regeling werkt met variabele groentijden, laat het begin van de groentijd zich niet makkelijk voorspellen. Alleen indien de richtingen in een vaste volgorde worden afgewikkeld (zonder alternatieve realisaties ten behoeve van bijvoorbeeld het openbaar vervoer of hulp- en nooddiensten) kan, bij het beëindigen van de conflicterende richtingen, met zekerheid bepaald worden wanneer de volgende richting mag starten. Over het algemeen beslaat deze periode maar een aantal seconden (geeltijd + ontruimingstijd). Dit is ook de reden waarom wachttijdvoorspellers in Nederland geen gemeengoed zijn. Bij een dynamische regeling weet men dus pas kort van tevoren wanneer het licht op groen gaat. Daarom is het ook erg lastig om van te voren geel te geven. En als het geel wordt op het tijdstip waarop het eigenlijk groen had kunnen worden, verlies je zelfs een aantal seconden en introduceer je extra verliestijd. Het is niet voor niets dat in Duitsland de geel-voor-groen fase maar 1 seconde duurt.

Voor wat betreft de veiligheid geldt dat er een directe relatie is tussen de geeltijd en de ontruimingstijd. De ontruimingstijd is de tijd die nodig is om het kruispuntvlak veilig te ontruimen, voordat voertuigen er weer op mogen. Indien voertuigen als gevolg van het geel voor groen eerder het kruispuntvlak op kunnen rijden, dan dient de ontruimingstijd navenant te worden aangepast (verlengd). Dit betekent dat het resultaat van deze aanpassing nauwelijks tot geen tijdwinst oplevert.

Voor wat betreft de kosten geldt dat de verkeerslichten in Nederland dienen te voldoen aan een aantal Europese normen. Naast de Europese normen geldt voor Nederland een aanvullende norm. Het gaat hierbij onder meer om basiseisen die betrekking hebben op de volgorde waarin de lichten van een lantaarn verschijnen. Van deze laatste norm wordt afgeweken indien besloten wordt om de kleur geel voor groen te tonen. Deze normeringen stellen eisen aan zowel de hardware als de software van het verkeerssysteem, waardoor signaalovergangen anders dan van groen naar geel naar rood en weer naar groen ook fysiek onmogelijk zijn. Invoering van geel voor groen in Nederland kan hierdoor een nogal kostbare operatie worden. Met meer dan 5000 geregelde kruispunten gaat dat tientallen miljoenen euro's kosten.

4. In-car systemen nemen de functie van wegakantsystemen over

Het is zeker zo dat voertuigen steeds intelligenter worden. Sensoren in het voertuig meten steeds meer gegevens van het voertuig en de omgeving. En de systemen in het voertuig kunnen deze gegevens interpreteren en daar iets mee te doen. Dat kan betrekking hebben op de veiligheid van het voertuig, de doorstroming van het verkeer, ondersteuning bij de rijtaak

of de leefbaarheid. Echter, dat op termijn de in-car systemen de wegakantsystemen overbodig maken en dat daarom de verdere ontwikkeling en implementatie van wegakantsystemen niet meer nodig is, is een misvatting.

Het is verleidelijk toe te geven aan de gedachtegang dat 'slimme voertuigen' een 'slimme weg' overbodig maken. Nader onderzoek (zie bijvoorbeeld [3]) wijst uit dat de ontwikkelingen in het voertuig zich vooral richten op het voertuig zelf en op de bestuurder en de passagiers van het voertuig. Het is niet gezegd, dat daarmee de functie van de weg is gediend. Er zijn diverse redenen aan te voeren waarom ook de fysieke infrastructuur (de weg) zich verder zal (moeten) ontwikkelen, en wel de volgende:

1. De weg is geen statisch systeem. De functies van de weg dienen (kunnen) als gevolg van technische, maar ook sociaal-economische ontwikkelingen voortdurend anders (te) worden ingevuld. Veranderingen in het gebruik van de ruimte vragen om een andere (gedifferentieerde) ontsluitingsstructuur. Een wens tot het prioriteren van bepaalde gebruikersgroepen vereist mogelijkheden tot differentiatie in het gebruik van het netwerk, eventueel in combinatie met een heffing voor het gebruik van bepaalde voorzieningen. Verandering in attitude van gebruiker en /of beheerder van het netwerk leidt tot andere ontwerpeisen (denk aan middenbermbeveiliging, verlichting, etc.).
2. De gebruikers van de weg ontwikkelen zich. Parallel daaraan en afgestemd daarop zal ook de weg zich verder dienen te ontwikkelen. Verhoging van de 'intelligentie' van het voertuig stelt ook specifieke eisen aan de intelligentie van de weg. In ieder geval zal de weg geen obstakel mogen zijn voor het gebruik van intelligente voertuigen. Daarnaast is het natuurlijk mogelijk dat de 'intelligente' weg de intelligente voertuigen ondersteunt.; dat kan zelfs in die mate dat er sprake is van synergie-effecten. Een voorbeeld is de instelling van een variabel dwarsprofiel van een weg als functie van de intensiteit. Op basis van de intelligentie van de weg wordt vastgesteld wanneer en waar het dwarsprofiel een wijziging behoeft. De intelligentie in het voertuig richt zich op laterale controle van het voertuig. Gecombineerd levert dit een veilige en verhoogde doorstroming van het verkeer waardoor congestie vermeden kan worden.
3. De ontwikkelingen bij de weggebruikers worden vooral ingegeven vanuit een 'gebruikersoptimum'. Het gedrag van de individuele gebruiker kan evenwel het functioneren van het systeem als geheel frustreren. De benadering vanuit het systeem optimum vraagt om een benadering vanuit het systeem in zijn geheel en daarin speelt de weg (zoals de lay-out van de infrastructuur, het dwarsprofiel, de vorm van de knooppunten in samenhang met het gebruik) een belangrijke rol.

Kortom: intelligentie in het voertuig is vooral gericht op de toepassing van diensten en systemen die de bestuurder informeren en ondersteunen voor een veilige, efficiënte en comfortabele rit. Intelligentie aan de kant van de weg is vooral gericht op het (ondersteunen van) de toepassing van verkeersmanagement waardoor het verkeer veiliger, efficiënter, schoner en meer betrouwbaar, in overeenstemming met maatschappelijke doelen, kan worden afgewikkeld. Een 'slimme weg' blijft daarom noodzakelijk. Wel is nodig dat het 'slimme voertuig' en de 'slimme weg' beter gaan samenwerken om de genoemde doelen te kunnen bereiken. Maak systemen dus coöperatief!

5. Inhaalverbod vrachtverkeer moet algemeen ingevoerd worden

De afgelopen tijd is er weer veel te doen geweest rond het inhaalverbod voor vrachtverkeer. In Nederland is er op ongeveer de helft van de autosnelwegen een inhaalverbod van kracht. Voor een deel geldt dat alleen op werkdagen gedurende de spitsen en voor de rest is het voor vrachtwagens overdag verboden om in te halen. De roep klinkt om het inhaalverbod uit te breiden voor alle snelwegen en voor de hele dag. Dit zou beter voor de doorstroming en de veiligheid zijn [4].

Nu is de introductie van deze maatregel in Nederland gepaard gegaan met een flink aantal evaluatieonderzoeken. Laten we de feiten t.a.v. doorstroming en verkeersveiligheid daarom eens op een rij zetten. Het blijkt dat de effecten op de doorstroming nogal variëren en afhangen van de locatie. Zo zijn capaciteitseffecten gemeten van -4% tot +4% en snelheidsveranderingen van -14 km/uur tot +8 km/uur. Daarnaast is naar het effect op de verkeersveiligheid gekeken, maar ook op dat vlak zijn geen eenduidige conclusies te trekken. In twee studies werd geoordeeld dat de veiligheid verbeterde, in de andere studies bleef de verkeersveiligheid gelijk of kon deze niet eenduidig beoordeeld worden [5]. Het ministerie van Infrastructuur en Milieu stelt zelfs geen inhaalverbod voor een 3-strooks autosnelweg in, omdat uit proeven is gebleken dat het daar niet werkt. Kortom, de claim dat een inhaalverbod beter zou zijn voor de doorstroming en de verkeersveiligheid is zeker niet algemeen geldig.

Wel is uit de proeven gebleken dat de effecten van het inhaalverbod onder andere afhangen van de drukte op de weg. Vandaar dat er experimenten zijn geweest met een dynamisch inhaalverbod. Het inhaalverbod geldt dan alleen als het druk is. De effecten daarvan waren positief, alleen de naleving was minder dan bij een statisch inhaalverbod. Een dynamisch inhaalverbod is in Nederland nog niet gebruikelijk. Dat komt, omdat de implementatie en het onderhoud van het systeem veel duurder is dan bij een statisch inhaalverbod waarbij een bord en de aanduiding van de venstertijden volstaat.

Al met al is de huidige praktijk in orde en is er geen enkele aanleiding het inhaalverbod overal en altijd in te voeren. Wellicht dat een verdere uitbreiding van een dynamisch inhaalverbod, op trajecten met een statisch inhaalverbod, het inhaalverbod nog iets effectiever maakt, maar een algemeen inhaalverbod zal dat zeker niet doen.

6. Het OVN is onveilig, dus zoveel mogelijk verkeer via het HWN

In Nederland wordt een groot deel van het verkeer afgewikkeld op het hoofdwegennet (HWN). Op het HWN wordt dan ook een groot deel van de verkeersprestatie geleverd. Dat is niet zonder redenen. In de eerste plaats is het HWN het enige samenhangende netwerk. De overige wegennetwerken (OVN) zijn een 'lappendeken' vol (onaangename) verrassingen. De bewegwijzering ondersteunt de afwikkeling van de verplaatsing via het HWN (dat geldt overigens niet voor navigatiesystemen) en het HWN is vooral ook veel veiliger dan het OVN. Door de hoge aansluitdichtheid van het Nederlandse autosnelwegennet is dit netwerk wel steeds meer 'vervuild' geraakt door het korteafstandsverkeer (de regionale file op het HWN).

In de studie "Bypasses voor Bereikbaarheid" [6] wordt een alternatieve netwerkstructuur uitgewerkt waarbij het regionale verkeer afgewikkeld wordt via het regionale netwerk. Dit is

niet het bestaande regionale netwerk maar een opwaardering daarvan (OWN+), waarbij niet alleen de samenhang in het netwerk is verbeterd, maar ook de veiligheid (en andere componenten; zie [6]). Toepassing van deze aanpak laat het toe het HWN te ontlasten. Verder wordt de netwerkstructuur robuuster doordat het ene netwerk kan fungeren als terugvaloptie voor het andere netwerk. Een belangrijk bijkomend voordeel (voor velen een verrassing) is dat de afwikkeling van een belangrijk deel van het verkeer via het OWN+ ook veiliger is. De resultaten van de door TNO uitgevoerde studie wezen uit dat de doorstroming van het verkeer aanzienlijk verbeterde in combinatie met een beperkte verbetering van de verkeersveiligheid (4% minder doden en 2% minder gewonden).

Door de SWOV is een vervolgonderzoek uitgevoerd waarbij bij de uitwerking van het concept meer aandacht uitging naar een veilige inrichting en vormgeving van het netwerk [7]. De resultaten van dit onderzoek wijzen uit dat, door het OWN+ in te richten conform de principes van Duurzaam Veilig, de veiligheid van de afwikkeling van het verkeer op het totale netwerk aanzienlijk verbetert (10% minder doden en 20% minder gewonden). Dit gaat wel gedeeltelijk ten kosten van de kwaliteit van de doorstroming, maar ook in de Duurzaam Veilig variant verbetert de kwaliteit van de doorstroming (12% minder voertuigverliesuren t.o.v. 20% in de OWN+ variant). Opwaardering van het OWN biedt de mogelijkheid om het 'minder veilige' deel van het netwerk Duurzaam Veilig in te richten. Weliswaar is het ongevalrisico op een OWN+-weg hoger dan op een HWN-weg. Doordat een deel van de verplaatsingen altijd op het OWN afgelegd moet worden en doordat het OWN+ een deel van de verplaatsingen op het daaronder gelegen netwerk naar zich toetrekt, is het uiteindelijke resultaat positief.

Opwaardering van het OWN kan dus gezien worden als hefboom voor een verbetering van de verkeersveiligheid op delen van het netwerk die nu nog redelijk onveilig zijn. Bovendien is de doorstroming op zowel het HWN als het OWN daarmee gebaat.

7. Snelheidsdekens verbeteren de verkeersafwikkeling

Een groot deel van de Nederlandse snelwegen is uitgerust met het verkeerssignalerings-systeem, een systeem dat weggebruikers waarschuwt voor een file die ze gaan tegenkomen, een systeem waarmee wegbeheerders stroken kunnen afkruisen voor wegwerkzaamheden of incidenten en een systeem dat de mogelijkheid biedt om snelheidslimieten aan weggebruikers te tonen. Dat laatste wordt vaak gedaan met zogeheten snelheidsdekens. Op een traject met veel filevorming wordt door de verkeerscentrale een maximum snelheid van 70 km/uur of 90 km/uur getoond. Dit met de bedoeling het verkeer te homogeniseren, het ontstaan van files uit te stellen, schokgolven uit te dempen en files eerder op te laten lossen. Het probleem daarbij is dat het niet echt werkt.

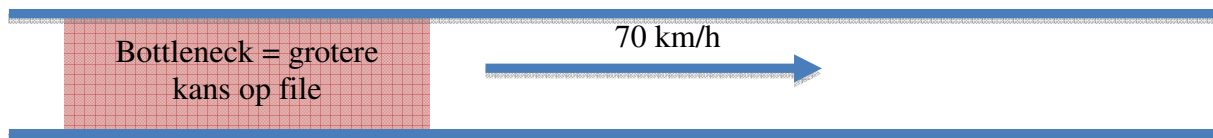
Sinds 1983 zijn verschillende proeven met homogenisering en snelheidsdekens uitgevoerd op meer dan 25 trajecten (de 80 km/uur zones als milieumaatregel niet meegerekend). Afgezien van een licht positief effect op doorstroming (intensiteit) of capaciteit op sommige trajecten, zijn er geen positieve effecten te melden. Veel eerder blijkt uit de evaluatiestudies dat de maatregel een negatief effect heeft op de verkeersafwikkeling: de snelheid gaat omlaag en de filezwaarte neemt toe [5]. Hoe is dat nu te verklaren?

Het heeft te maken met de optimale snelheid, de snelheid waarbij de hoogste intensiteiten worden gehaald. Deze varieert per bottleneck en traject, maar ligt over het algemeen tussen de 75 km/uur en 90 km/uur. Door nu de maximumsnelheid naar 90 km/h te verlagen, wordt de toevoer uit het wegvak stroomopwaarts van de bottleneck verhoogd. Zo is de instroom in een beginnende file stroomafwaarts alleen maar groter, waardoor deze sneller aan zal groeien (zie figuur 2).



Figuur 2: Situatie bij maximumsnelheid van 90 km/uur

Een advies van 70 km/h is vanuit verkeerskundig perspectief ook risicovol. Als deze snelheid wordt opgevolgd, is de doorstroming op dat wegvak lager. Dit kan een positief effect hebben op de stroomafwaartse, beginnende file, maar creëert tegelijkertijd een bottleneck, wat de kans verhoogt dat stroomopwaarts van de snelheidsdeken file ontstaat (zie figuur 3).



Figuur 3: Situatie bij maximumsnelheid van 70 km/uur

De conclusie is dus dat de verkeerskundig beoogde werking van de maatregel (het verbeteren van de doorstroming door het harmoniseren van snelheden en een instroombeperking bij de bottleneck) niet is aangetoond. De huidige snelheidsdekens werken waarschijnlijk niet, omdat de maatregel te statisch wordt ingezet en de weggebruiker de maatregel slecht opvolgt. Het eerste heeft te maken met de personele inzet die nodig is bij de verkeerscentrale en de geldende procedures. Het tweede kan veroorzaakt worden door het ontbreken van de rode rand en voldoende handhaving, maar ook door onduidelijkheid over het nut van de maatregel bij de weggebruikers.

8. Verkeersmanagement is de aanpak voor alle verkeersproblemen

Toepassing van verkeersmanagementmaatregelen wordt vaak gezien als een panacee voor de verkeersproblemen waar we mee geconfronteerd worden. De teleurstelling is groot als uiteindelijk blijkt dat de effecten fors tegenvallen of, nog erger, allerlei perverse effecten optreden.

Veel problemen in ons transportsysteem zijn te herleiden tot eerdere besluiten betreffende de ruimtelijke ontwikkeling, de daarmee samenhangende ontwikkeling van het transportnetwerk (multi-modaal) en de diensten die daarop worden aangeboden. Het ontwikkelen van grote geconcentreerde woonlocaties en werklocaties roept omvangrijke pendelstromen (met bijbehorende congestie) op. Het is een illusie te denken dat de daardoor opgeroepen verkeersproblemen door toepassing van verkeersmanagementmaatregelen kunnen worden opgelost. Ook in de verkeerssector geldt in zekere zin het subsidiariteitsbeginsel hetgeen

inhoudt dat de problemen moeten worden opgelost in het domein waarin ze zijn veroorzaakt. Dit beginsel werkt in twee richtingen: geen zware (internationale) maatregelen toepassen als het met lichte (lokale) maatregelen ook gemakkelijk kan worden opgelost, maar neem wel de maatregelen die de aard van het probleem vereist. Uitgaande van de problemen waar wij nu mee geconfronteerd worden zal een verantwoord, adequaat en kansrijk verkeersbeleid maatregelen omvatten die op drie niveaus aangrijpen: verplaatsingsmarkt, vervoersmarkt en verkeersmarkt.

9. Referenties

- [1] Overzichtstabel met effecten van spitsstroken, gemaakt door Henk Taale, versie van 7 september 2011.
- [2] http://www.telegraaf.nl/binnenland/9748161/_Stoplicht_op_oranje_voor_groen_.html gelezen op 16 mei 2011.
- [3] Immers, L.H. en P. van Koningsbruggen. *Het hybride karakter van verkeersmanagement*. Position paper geschreven in opdracht van Verkeerscentrum Nederland, september 2004.
- [4] <http://www.vvd.nl/actueel/1481/veiliger-doorrijden-door-inhaalverbod-vrachtwagens-en-invoering-minimum-snelheid>, gelezen op 7 september 2011.
- [5] Taale, H. en H. Schuurman. *Effecten verkeersmanagement – Cijfers van meer dan 140 (praktijk)evaluaties in Nederland*, presentatie versie 2.5, 31 januari 2011.
- [6] Immers, L.H., I.R. Wilmink J.E. Stada. *Bypasses voor bereikbaarheid*. Onderzoek in opdracht van VIANED. TNO-rapport Inro-VV/2001-28. Delft. April 2001.
- [7] Dijkstra, A. en T. Hummel. *Veiligheidsaspecten van het concept 'Bypasses voor bereikbaarheid'*. Rapport R-2004-6, SWOV, Leidschendam, 2004.