

VERKEERSBEHEERSING EN ELEKTRONICA IN HET WEGVERKEER

Een consult naar aanleiding van een door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat voorgesteld basisscenario

R-92-10

Ir. T. Heijer

Leidschendam, 1992

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

INLEIDING

Dit consult is opgesteld in opdracht van de Hoofddirectie van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Hierin wordt een door deze Hoofddirectie ontwikkeld basisscenario, waarin telematische verkeersbeheersing als (partiële) oplossing van congestieproblemen op het hoofdwegennet wordt gepresenteerd, nader beschouwd en getoetst aan bij de SWOV beschikbare kennis en inzichten. Daarbij is ook gezien in hoeverre het gezamenlijke ontwikkelingsproject van TUD en SWOV aangaande verkeersbeheersingsstrategieën in dit scenario past.

1. HET BASISSCENARIO NADER BESCHOUWD

Algemeen

Voor een beschrijving van dit basisscenario wordt verwezen naar de bijlage. De analyse die ten grondslag ligt aan het scenario is gebaseerd op heersende inzichten in de wereld van de verkeerstechniek met betrekking tot kwaliteit van verkeersafwikkeling op snelwegen, met name de relatie tussen belasting en capaciteit. Inzichten omtrent met name maximale capaciteit en sterke vermindering daarvan bij toenemende drukte lijken een belangrijke grondslag voor het scenario. Over de beschrijving van hoe zich het "instorten" van de capaciteit voltrekt is overigens geen consensus onder de deskundigen; vast staat wel dat dat instorten, op welke wijze dan ook, vaak voorkomt. Het is overigens wel van belang goed te kunnen begrijpen welke mechanismen aan het instorten van de capaciteit ten grondslag liggen teneinde het regelsysteem zo adequaat mogelijk te laten functioneren; hierop zal in de laatste paragrafen van dit consult nog iets verder worden ingegaan.

Naast capaciteitsoverwegingen zijn er echter ook andere, goede, redenen waarom de doelstellingen van het gepresenteerde scenario nastrevenswaard zijn. Deze redenen liggen deels in de sfeer van milieubelasting; stilstaand en voortdurend optrekkend en afremmend verkeer veroorzaakt een veelvoud van de uitstoot van schadelijke stoffen van normaal rijdend verkeer. Ook in termen van veiligheid zijn er aanwijzingen dat er een kritisch gebied bij hoge dichtheden is, waarin relatief veel voorkomende kleine verstoringen een toenemende kans op ongevallen veroorzaken. Ten slotte zijn er ook argumenten van "gebruikscomfort", de beter voorspelbare reis en wachttijden en geringere bestuurdersinspanning, die pleiten voor een beter beheerste, gestabiliseerde verkeersafwikkeling.

Globale lijn

Het basisscenario is op te vatten als een ontwerpopdracht die is samen te vatten als :

- ontwerp een verkeersregeling voor een beperkt net van autosnelwegen die:
- zorgt dat het netwerk zoveel mogelijk op of in de buurt van zijn maximale capaciteit benut kunnen worden;
 - zoveel mogelijk rekening houdt met de capaciteitsbeperkingen van het aansluitende onderliggende wegennet;
 - onder alle omstandigheden voor een zo veilig mogelijke verkeersafwikkeling zorgt.

Optimale regeling

Hoewel het scenario over maximale capaciteit spreekt, is het woord optimaal hier beter op zijn plaats, het gaat immers om een gewogen maximum, gegeven allerlei beperkende randvoorwaarden. Zo zijn de veiligheid van het verkeersgedrag (bijv. de onderlinge afstand) en de afstemming op de opnamecapaciteit van het onderliggende wegennet overwegingen die tot beperking van de capaciteit kunnen leiden. Dit doet niets af aan de waarde van beschouwing op grond van de basisdiagrammen die op zich wel juist lijkt. Het gaat er echter om een dusdanige instelling te kiezen dat congestie aan de bestemming wordt voorkomen en er zoveel mogelijk ook nog een veilige verkeersafwikkeling plaatsvindt. Dit punt behoeft zeker niet het maximale (juist voor congestie) punt te zijn, bijvoorbeeld omdat dan ook geen "regelruimte" meer bestaat voor onvoorziene fluctuaties (bijv. veranderende weersomstandigheden).

Knelpunten

Gezien in het licht van optimalisatie is de opmerking over de maatgevende knelpunten niet zo duidelijk. Het moge zo zijn dat een maatgevend knelpunt gegeven zijn mogelijkheden altijd maximaal presteert, dan nog blijft die prestatie te gering als we die relateren aan de mogelijke (en vaak ook gewenste) hogere prestatie van het aansluitende net. In het kader van optimalisatie van de totale systeemprestatie kan het dus juist veel zin hebben iets aan die maatgevende knelpunten te doen. Argumenten om dit niet te doen, en dus de knelpunten "maatgevend" te laten blijven, liggen niet zozeer in de sfeer van systeemoverwegingen, maar in buiten dat systeem liggende motieven zoals het terugdringen van autogebruik, ruimtegebrek etc.

Aard van het regelsysteem

Om te motiveren dat het mogelijk moet zijn een dergelijke regeling te ontwerpen, beschrijft het scenario deze regeling als een eenvoudig regelsysteem: invoer-verwerking-uitvoer. Hier zit echter een niet onaanzienlijke adder onder het gras. Een dergelijke beschrijving is te globaal. In het voorgaande is al geconstateerd dat we zoeken naar een optimale regeling; hiervoor bestaan een aantal technieken om regelingen en modellen op te zetten. Die modellen dienen één of andere, voldoende gedetailleerde beschrijving van het verkeer te bevatten en dat blijkt niet zo eenvoudig. In feite bestaat het verkeer immers uit een willekeurige verzameling

interagerende individuen met elk voor zich een flink aantal vrijheidsgraden in het potentiële gedrag. Een groot aantal determinanten van dat gedrag onttrekt zich aan de waarneming en kunnen dus in de modelvorming en optimale regeling niet worden meegewogen. Het verkeer is dus feitelijk juist een complex systeem, met een aantal onmeetbare, maar daarom niet onbelangrijke, factoren; een gedeeltelijk observeerbaar systeem dus, hetgeen formeel gesproken betekent dat we niet op elk gewenst moment op basis van metingen een juiste indruk kunnen krijgen van de toestand van dat systeem. Verder is het hoogst waarschijnlijk ook nog zo dat niet alle belangrijke factoren door maatregelen beïnvloed kunnen worden; het systeem heeft daarmee ook een beperkte regelbaarheid.

Beperkte regelbaarheid wil formeel zeggen dat het niet onder alle omstandigheden mogelijk is om, door middel van sturing, het systeem in een gewenste toestand te brengen. Nu rest de vraag wat die beperkte observeerbaarheid en regelbaarheid in de praktijk betekenen. Uit ervaring met andere grote, maar beperkt meet- en regelbare systemen (hoogovens, kraakinstallaties e.d.) is bekend dat zo'n beperking bepaald niet hoeft te betekenen dat een bruikbare regeling onmogelijk is. Wel dienen we rekening te houden met de beperkingen en dus moeten voorzieningen worden getroffen voor de gevolgen van het mogelijke falen van de regeling.

In de verwoording van het scenario, onder "keuzemaatregelen", is hiermee overigens al wel, min of meer impliciet, rekening gehouden. Deze redenering dient daarom vooral ter onderbouwing van de systeembenadering en om de interne consistentie van het scenario te vergroten.

De rol van het onderliggende wegennet

Behalve voor (beperking van) de afvoer verzorgt het onderliggende wegennet ook de aanvoer van het hoofdwegennet. Maatregelen die de toegang tot het hoofdwegennet beperken, als toeritdosering, zullen daarom belangrijke effecten op het aanvoerende onderliggende wegennet hebben. Deze effecten dienen ook in de beschouwing betrokken te worden, te meer omdat ook de acceptatie van het totale systeem door de weggebruiker hiermee sterk kan samenhangen.

Laten we daarom trachten een aantal mogelijkheden voor het onderliggende wegennet door te nemen:

1. Het onderliggende wegennet valt in eerste instantie geheel buiten de regeling: files worden ten dele verplaatst naar het onderliggende wegennet. Dan is te verwachten dat op plaatsen waar de toeritregeling sterk

vertragend werkt (in de randstad op vele plaatsen!), ontwijkgedrag ontstaat; dit heeft een toename van de belasting van het onderliggende wegennet tot gevolg die, samen met de filevorming, een vrijwel onvermijdelijke toename van onveiligheid en milieubelasting meebrengt.

2. Die delen van het onderliggende wegennet die grenzen aan het hoofdwegennet worden mede in de regeling betrokken: dit betekent bijvoorbeeld dat ook de toegang tot bepaalde delen van het onderliggende wegennet vanuit het hoofdwegennet wordt gedoseerd via afritdosering en bufferzones. De files worden nu meer verdeeld en ontwijkgedrag wordt daardoor moeilijker. Onveiligheid en vooral milieubelasting kunnen echter nu voor problemen zorgen. Combinatie met bepaalde aspecten van alternatief 3 kan hier echter mogelijkheden bieden.

3. Belangrijke, zwaar belaste, toeritten worden van bufferzones voorzien (zoals bij pontveren bijvoorbeeld) waar voertuigen een min of meer voorspelbare en ook aangegeven tijd wachten en de motoren worden afgezet. De ANWB heeft al eens aangegeven dat het al loont om de motor af te zetten als de wachttijd langer is dan 10 seconden!

Ook berekeningen van de TUD duiden erop dat een dergelijke oplossing met name de milieubelasting zeer kan verminderen en de totale verkeersprestatie niet ongunstig beïnvloedt. Bufferzones behoeven verder niet altijd meer ruimte te eisen: op plaatsen met een geringer aanbod kan worden overwogen bepaalde delen van het onveranderde onderliggende wegennet als buffer te gebruiken. Bijkomende maatregelen zijn in sommige omstandigheden waarschijnlijk gewenst om ontwijkgedrag alsnog te voorkomen.

Het lijkt hiermee gunstig, om wachttijdvoorspelling in de optimale regeling voor het hoofdwegennet op te nemen. Dit is naar alle waarschijnlijkheid geen werkelijk probleem; het is binnen de bestaande technieken zelfs mogelijk de wachttijd in de regeling te betrekken waardoor ook nog een redelijke garantie van een zo kort mogelijke wachttijd kan worden verzorgd.

Al met al lijken er voldoende redenen om in het basisscenario ook de problemen en mogelijkheden aangaande het aansluitende onderliggende wegennet op te nemen.

De oplossingsrichting

De voorgestelde hoofdinstrumenten: toeritdosering, snelheidsbeïnvloeding

en incidentmanagement voor het hoofdwegenet lijken, ook gegeven de voorgaande overwegingen met betrekking tot de optimale regeling, gewenst en bruikbaar.

Zoals aangegeven is het uitbreiden van de regeling met optimalisatie van toeritwachtijden waarschijnlijk wenselijk.

Daarnaast kan ook het aantal gedragsparameters waarop het verkeer wordt beoordeeld en de regeling wordt ingesteld waarschijnlijk nog worden uitgebreid, waarmee nog aanvullende stabiliserende maatregelen mogelijk worden; ook hierop zal in de laatste paragrafen van dit consult nog iets nader worden ingegaan.

Verdere mogelijkheden liggen mogelijk in coördinatie van de regeling van het hoofdwegenet met (eenvoudige) regelingen in het onderliggende wegenet (met name in de stedelijke gebieden) zoals die in een eerder consult (SWOV R-91-13) zijn voorgesteld.

2. ALTERNATIEVE SCENARIO'S

Er zijn nog geen waterdichte garanties dat het ontwerpen en invoeren van een goed werkend verkeersbeheersingssysteem ook werkelijk mogelijk zal zijn. Er zijn weliswaar ontwikkelingen (bijv. DRIVE-ontwikkelingen als de regeling van de Boulevard Peripherique in Parijs door Papageorgiou et al.) die erop wijzen dat een bruikbare regelstrategie tot de mogelijkheden behoort, maar op de schaal van een netwerk is er nog niets "werkends". Het heeft daarom zin om te zien of er ook alternatieve scenario's zijn te bedenken. Deze zijn hier met opzet alleen als hoofdlijnen voorgesteld; in de uitwerking kan het altijd voorkomen dat delen van andere scenario's worden ingepast.

Als eerste scenario kan een sterke uitbreiding van het hoofdwegennet in alle congestiegebieden worden gezien. Zo'n maatregel elimineert dat in eerste instantie de nu maatgevende knelpunten en leidt dus tot aanmerkelijke toename van de capaciteit van de het wegennet. De gevolgen voor de veiligheid kunnen hierbij licht negatief uitvallen door een iets hoger uitvallende gemiddelde snelheid. Een veel ernstiger probleem is echter dat dit met name in de randstad geen werkelijke oplossing biedt zonder dat ook de opnamecapaciteit van het randstedelijke onderliggende wegennet drastisch wordt vergroot. Oplossingen hiervoor zijn ook bedacht, bijvoorbeeld in de vorm van concentratie van parkeergelegenheid aan de periferie te zamen met een sterk vergrote capaciteit van het openbaar vervoer binnen de steden. Hoewel dit niet als onmogelijk moet worden beschouwd, zal het succes van dit scenario sterk afhangen van de mogelijkheid tot grote investeringen en goede coördinatie van alle aspecten. Ook is er een relatief lange tijd mee gemoeid omdat er ingrijpende infrastructurele aanpassingen in de steden noodzakelijk zijn. Deze kosten en vooral de lange oplossings-tijd maken dit scenario voor de kortere termijn weinig levensvatbaar.

Een tweede scenario kan zijn het "mobiliseren" van het onderliggende wegennet rond de knelpunten, met name rond de steden. Steden in ons land hebben doorgaans naast een beperkt aantal aansluitingen op het hoofdwegennet nog een veel groter aantal aansluitingen met het regionale wegennet; hiervan zou gebruik kunnen worden gemaakt om de transportcapaciteit te vergroten zonder noemenswaardige aanpassing van het hoofdwegennet. De bezwaren tegen dit scenario liggen voor de hand: een sterke toename van verkeer op een ongewijzigd onderliggende wegennet zal tot grote toename

van de onveiligheid leiden. Om dit ten dele tegen te gaan zullen vrij ingrijpende wijzigingen van dit wegennet noodzakelijk zijn en, waar dit niet kan, extra verkeersregelingen. Het is misschien mogelijk op deze wijze tot een voldoende grote winst in capaciteit te komen. De kosten zullen daarbij aanzienlijk zijn, maar toch aanmerkelijk lager dan in het eerste alternatief. Grote obstakels zijn echter de toenemende onveiligheid en de sterk vergrote belasting van het leef- en woonmilieu.

Met een derde scenario kan worden getracht het zwaartepunt van de transportfunctie te verschuiven naar openbaar vervoer en alternatieve vervoermiddelen. Dit scenario biedt vooral voordelen voor het milieu. Er moeten zeer grote investeringen worden gedaan in de uitbreiding van het openbaar vervoer;

om bijvoorbeeld de capaciteit hiervan op ca. 50% van het autoverkeer te brengen moet de huidige vervoerscapaciteit van het openbaar vervoer bijna verdrievoudigd worden. Daarnaast moet ook worden geïnvesteerd in uitbreiding van voorzieningen voor langzaam verkeer. Hoewel dit scenario een aantal, ook politiek, aantrekkelijke kanten heeft lijkt het toch te kostbaar om realistisch te zijn.

Er zijn mogelijk nog meer alternatieven te bedenken. De genoemde alternatieven gaan echter wel uit van op dit moment voorhanden zijnde middelen en technologieën. Ze hebben naast kostenproblemen vooral ook het bezwaar dat ze een (te) lange invoeringstijd vergen. Ze hebben daarnaast ook ieder voor zich aantrekkelijke kanten die nadere aandacht rechtvaardigen. De conclusie van de beschouwing van alternatieven is dan ook niet zozeer dat het voorgestelde basisscenario het enig levensvatbare alternatief is. Wel lijkt het, gegeven de bestaande beperkingen, op korte en middellange termijn een goede "werkoplossing" die echter voor de ontwikkelingen op langere termijn zou moeten worden aangevuld, bijvoorbeeld met onderdelen uit de alternatieven. De voornaamste aanbeveling uit deze beschouwing is dan ook het basisscenario meer "toekomstvast" te maken door een koppeling te leggen met mogelijke ontwikkelingen op langere termijn. Zo kan de functie van een uitgebreider openbaar vervoer op termijn door een inpassing in de optimale regelingen worden ondersteund, kunnen stedelijke verkeersregelingen worden gecoördineerd met de regeling van het hoofdwegennet en kan een geheel geïntegreerd beheersingssysteem anderzijds ook informatie verschaffen ten bate van de beste keuze of timing van vervoerwijze.

3. FASERING EN UITWERKING VAN HET BASISSCENARIO

Algemeen

Het invoeren van een verkeersbeheersingssysteem op een schaal zoals die uit het basisscenario volgt moet om meer dan één reden in stappen verlopen. Om te beginnen verkeert veel van de noodzakelijke technologie nog in een ontwikkelingsstadium en zal, voorzichtigheidshalve, op kleine schaal moeten worden getest, aangepast en afgestemd, voordat het op grotere schaal kan worden toegepast.

Verder wordt het netwerk doorgaans opgevat als een verzameling van min of meer zelfstandige onderdelen en is met name de coördinatie van de regelingen van die onderdelen een probleem waar vooralsnog alleen theoretische oplossingen van zijn overwogen, waardoor voorzichtigheid is geboden. Ook zijn de aard en omvang van het minimaal noodzakelijke net van meetpunten nog niet geheel bekend: omdat de experimenten met gecoördineerde regelingen nog niet zijn uitgevoerd weten we bijvoorbeeld nog niet precies wat de minimaal benodigde afstand tussen meetstations moet zijn om de regeling betrouwbaar te laten werken. Dit kan waarschijnlijk variëren tussen 300 m zoals in de ringweg om Amsterdam en 5 km zoals in het landelijk meetnet is voorzien. In ieder geval is het totaal benodigde net dermate groot dat het alleen over een aanzienlijke periode gerealiseerd kan worden (nog afgezien van noodzakelijke kostenverdeling over de tijd).

Het ligt daarom voor de hand om de ontwikkeling van een dergelijk systeem op te splitsen in een aantal, min of meer parallelle, paden waarbij enerzijds wordt gewerkt aan de - stapsgewijze - ontwikkeling en toetsing van een totaalconcept voor het systeem dat op langere termijn het "groeipad" definieert, en anderzijds door bestaande technologie, waarvan al bekend is dat die (min of meer) binnen het raamwerk past, (voorlopig) toe te passen op bekende knelpunten; hierbij kan worden gedacht aan de, in het scenario beschreven, enkelvoudige toeritregelingen, (semi)automatische snelheidsvoorschriften en incident-managementsystemen. Bij de toepassing hiervan dienen dan wel voorzieningen te worden getroffen die het later mogelijk maken de systemen op te nemen in een meer gecoördineerd samenstel; dit geldt bijvoorbeeld voor de inrichting van de lokale regelcomputers, die eenvoudig in een later stadium met een coördinerende computer verbonden moet kunnen worden. Daarbij moet dan ook van tevoren rekening gehouden worden met voorzieningen voor coördinatie (ruimte voor kabeltracés, coördinatiecentra etc.).

De stapsgewijze ontwikkeling van het totaalconcept kan daarbij het best zo geschieden dat de resultaten van elke ontwikkelingsstap direct (zoveel mogelijk) in de praktijk kunnen worden getoetst en toegepast. Dit is waarschijnlijk de meest efficiënte wijze om het ontwikkelingsproces van een dergelijk complex en deels speculatief systeem te structureren, aangezien praktische problemen steeds in een vroeg stadium opduiken en eventuele fouten zich niet ver "doorzetten" binnen de ontwikkelde structuur.

Ontwikkelingsfasen

Laten we beginnen met vast te stellen dat het beheersingssysteem (zoals bijna alle oplossingen van problemen) niet ingewikkelder moet zijn dan de problemen vereisen. Daar staat tegenover dat, als we nu in staat zijn met bestaande middelen een aanvaardbaar resultaat te bereiken, dit niet betekent dat hetzelfde mogelijk is als de omstandigheden veranderen. Het systeem moet als het ware "meegroeien" met de problemen. Om te zorgen dat die "meegroei" ook tijdig tot oplossingen leidt, dient de ontwikkeling van oplossingen zoveel mogelijk "een fase vooruit" te zijn aan de feitelijke omstandigheden.

Vertaald naar de onderhavige vraagstelling voor de eerste ontwikkelingsstap: bij lichte of matige overbelasting lijkt het haalbaar om voorlopig een aanzienlijke verbetering te bereiken met behulp van:

- bestaande eenvoudige, "domme", toeritregelingen nabij knelpunten;
- eenvoudige routegeleiding;
- grootschaliger toepassing bestaande middelen voor beïnvloeden van snelheid;
- bestaande systemen voor incidentafhandeling.

Toenemende overbelasting zal nopen tot verder ingrijpen (de volgende stap):

- een groter aantal en onderling gecoördineerde regelingen van de toeritten;
- meer "vooruitziende" route-advisering;
- rigoureuze beheersing van de snelheden, bijv. door "blokrijden".

Ook moet al in deze fase worden gedacht aan "mee-optimaliseren" van de wachttijden op toeritten om onnodige belasting van het onderliggende wegennet zoveel mogelijk te voorkomen. In deze tweede fase is feitelijk "locale coördinatie" het sleutelbegrip.

In de volgende ontwikkelingsfasen gaat het in wezen om uitbreiding van de coördinatie van regelingen tot een steeds groter gebied; globale coördinatie dus. Uitbreiding van het areaal heeft een langere verblijftijd van voertuigen in het geregelde gebied tot gevolg en vraagt daarmee om regelingen die steeds meer "in de toekomst kunnen kijken"; de individuele regelingen hebben betrouwbare voorspellingen op steeds langer termijn nodig van het te verwachten verkeersaanbod. Feitelijk zal het de grootte van de termijn, waarop nog betrouwbare voorspellingen kunnen worden gedaan, zijn die de uiteindelijke maximale omvang van een regelbaar netwerk bepaalt.

Afhankelijk van lokale mogelijkheden kan er na de tweede fase ook worden gewerkt aan invoering van en coördinatie met stedelijke regelingen die bijvoorbeeld doorstroming van autoverkeer op hoofdassen tot in "opvanggebieden" bevordert en in het overige gebied vooral openbaar vervoer en langzaam verkeer ondersteunt.

Als het ware "over deze fasen heen" ligt een meer uitgewerkte blauwdruk voor de globale aard van het totale systeem en met name de hierop gebaseerde beschrijving van de uiteindelijk noodzakelijke deelfuncties. Deze beschrijving is in een vroeg stadium nodig om te voorkomen dat lokale ontwikkelingen uit de pas gaan lopen en niet of met moeite in de volgende fasen zijn in te passen. Zo lang er sprake is van enkele lokale toepassingen van bijvoorbeeld toeritregeling is zo'n blauwdruk niet echt nodig, maar wanneer er vervolgens coördinatie tussen individuele toeritten moet komen zal er al behoefte zijn globale en uniforme specificaties voor de onderdelen die tot een systeem worden samengevoegd. De ontwikkeling van die blauwdruk is daarmee een werk dat op zijn laatst tussen de eerste en tweede fase zijn beslag zal moeten krijgen.

4. ACCEPTATIE DOOR DE WEGGEBRUIKER

Een eenvoudige vraag, maar een ingewikkeld probleem met een hoop onbekenden. Als we ons bedenken dat in de huidige omstandigheden het sluipverkeer, de uiting van de beperkte bereidheid om oponthoud te accepteren, in veel gebieden een probleem begint te worden, dan valt te verwachten dat introductie van structureel oponthoud (toerit- en hoofrijbaandosering) niet zonder meer zal worden toegejuicht. Er zijn hierbij een aantal factoren bekend die het individuele gedrag mede bepalen, maar lang niet alle gedragsdeterminanten zijn bekend. Zo is er de veel voorkomende discrepantie tussen persoonlijke, dagelijkse, ervaring in het verkeer en de meer collectieve fenomenen die het verkeersbeleid bepalen; globale onveiligheid, gemiddelde reis- en wachttijden e.d. vallen buiten de individuele waarneming. Ook het "vluchtgedrag" naar sluiproutes hangt hiermee samen en, omdat het praktisch onmogelijk is een groot deel van het secundaire wegennet af te sluiten, moet vooral gedragsbeïnvloeding dit indammen of voorkomen. Hieruit volgen (tenminste) drie consequenties voor de "inbedding" van grote veranderingen :

1. Het nieuwe systeem moet consistent en doelgericht functioneren, de "winst" moet op een individueel niveau toetsbaar en tenminste op een sociaal niveau verdedigbaar zijn.
2. De veranderingen moeten zoveel mogelijk begeleid worden door voorlichting die op handige, maar toch eerlijke manier, de "winst" van het nieuwe systeem, vooral op sociaal niveau, duidelijk maakt en motiveert.
3. Gegeven het feit dat we eigenlijk nog maar weinig weten van wat weggebruikers inzake ingrijpende veranderingen denken en beleven is het noodzakelijk een soort gestructureerde discussie aan te gaan die ons meer inzicht moet geven in wat "haalbaar" is.

Deze overwegingen hebben consequenties voor het inrichten van het veranderingsbeleid. Behalve goed voorbereide en georganiseerde voorlichting is daar nog het volgende over te zeggen:

De reis over het eerste-ordewegennet is geen doel op zich en verbetering van dit deel van een "reis", maar gelijkblijven of verslechtering van bereikbaarheid in de bestemming (veelal steden) leidt vrijwel onvermijdelijk tot falen van het systeem; de coördinatie met andere delen van het verkeer en vervoerbeleid is, op termijn, een conditio sine qua non.

Tevens lijkt het verstandig maatregelen en problemen zorgvuldig af te stem-

men; niet meer doen dan nodig is, en pas als het probleem groter wordt de maatregelen laten "meegroeien". "Overkill" in maatregelen kan de acceptatie op termijn (sterk) verminderen en uiteindelijk tot grotere problemen leiden.

Verder kan een genoemde gestructureerde discussie bijvoorbeeld in fasen worden gevoerd door eerst via vaktijdschriften wat kernproblemen aan te snijden en de discussie langzaam uit te breiden tot de (wetenschappelijke redactie van) dagbladen en tijdschriften en eventueel via steekproefachtige discussies met een kleine groep automobilisten. Er moet daarbij wel van tevoren een soort intern programma kunnen worden opgesteld van aspecten waarover wij publieke en expertmeningen willen toetsen.

Er valt waarschijnlijk nog veel meer te zeggen. Wel is het waarschijnlijk dat de medewerking van de weggebruikers cruciaal zal zijn in het slagen of falen van beheersingssystemen en dat toepassen van "ivoren toren"-technologie een flinke kans op mislukken in zich draagt. In ieder geval lijkt het geboden, naast de technologische ontwikkeling van een beheersingssysteem, een begeleidend, "interactief" programma van te starten waarin het publiek wordt voorgelicht en tegelijk ook de (verandering van) de publieke opinie wordt onderzocht.

Behalve met voorlichtingsactiviteiten kan er ook nog op geheel andere wijzen aan een grotere publieke acceptatie worden gewerkt. Zo zijn er bijvoorbeeld ook ideeën (bij Rijkswaterstaat) omtrent de vormgeving van bufferzones die het "verblijf" aldaar interessanter of acceptabeler moeten maken. Er valt daarbij naast vormgeving ook te denken aan bijkomende middelen om de wachttijden "nuttig" te maken zoals automatische "muurkranten" met actuele nieuwsvoorziening. Of dit laatste nu realistisch is of niet is minder belangrijk dan het basisidee, dat voor toekomstige uitwerkingen zeker aandacht verdient in het kader van het verhogen van de acceptatie door de weggebruikers.

5. HET SWOV-TUD PROJECT

Het SWOV-TUD project is al geruime tijd voor de formulering van het basis-scenario gestart. Toch zijn er in de opzet een aantal belangrijke parallellen te vinden:

- het project is ook primair gericht op het in stand houden van de netwerkcapaciteit: het regelen bij knelpunten en zo mogelijk voorkomen van congestie: net als het basisscenario streeft het alleen regeling na waar dat het meest noodzakelijk is;
- het project voorziet ook in een continue bewaking van het verkeer die weliswaar niet voortdurend tot maatregelen leidt, maar wel snel reageren mogelijk maakt als maatregelen nodig blijken;
- de beheersingsinstrumenten die in het basisscenario worden genoemd zijn ook grotendeels in het project opgenomen; alleen het SCOOT deel van het scenario niet, alle andere instrumenten (toe- of afritdosering, snelheidsbeïnvloeding en incidentmanagement) worden actief gebruikt of hebben tenminste een plaats gekregen in het beheersingssysteem.

Daarnaast is in de opzet van het project ook rekening gehouden met praktische realiseerbaarheid: er wordt vooral gebruik gemaakt van bestaande technieken en kennis. Nieuw te ontwikkelen meettechnieken zijn bijvoorbeeld wel in het project inzetbaar, maar zijn niet doorslaggevend voor de werking van het voorgestelde systeem. Hetzelfde geldt voor op handen zijnde ontwikkelingen in de telematicatoepassingen in de voertuigen zelf; in het project wordt er vooralsnog niet vanuit gegaan dat voertuigen moeten worden "verbouwd".

Tenslotte is het, meer expliciet dan in het basisscenario is verwoord, gericht op bevordering van de veilige afwikkeling van het verkeer.

Dit deel is gebaseerd op een theorie omtrent het verkeersgedrag van de individuele weggebruiker. Globaal gesproken is die theorie gebaseerd op een toenemende taakbelasting van de weggebruiker bij toenemende verkeersdichtheid; het geleidelijk slechter worden van de voorspelbaarheid van de verkeersafwikkeling leidt bij verschillende personen op verschillende momenten tot dusdanige onzekerheid dat het gedrag "naar beneden toe" wordt bijgesteld. Dit leidt tot toenemende spreiding in gedrag binnen op zich druk verkeer en zo tot instabiliteit (schokgolven bijvoorbeeld) en toenemende kans op ongevallen. Eén van de doelstellingen van het project is die

instabiele zone te leren herkennen en te voorspellen en via adequate informatie en/of maatregelen de onzekerheid omtrent de verkeersstoestand zo te verminderen dat er meer homogeen gedrag mogelijk wordt. Hiertoe moeten niet alleen globale kenmerken van de verkeersstroom worden geregistreerd zoals gemiddelde snelheid en dichtheid, maar ook parameters die de onderlinge gedragingen beter kenmerken zoals verschilsnelheden gekoppeld aan volgafstanden, voertuigtype en rijstrook. Op basis van deze en dergelijke kenmerken moet dan een "lopende" evaluatie van de veiligheid en stabiliteit van de verkeersstroom plaatsvinden waarmee de stroomregeling wordt aangepast.

Hoewel theoretische ontwikkelingen binnen het project een belangrijke plaats innemen, vooral als het gaat om de ontwikkeling van de globale strategie en van de veiligheidsmonitor, is het vooral ook op de technologische realisatie van een beheersingssysteem gericht.

Het zal geen verbazing wekken dat daarbij in de definitie en fasering van het project dezelfde overwegingen zijn gebruikt die in dit consult doorklinken. De geplande projectvoortgang kent dan ook de in Hoofdstuk 3 beschreven uitwerkingsfasen.

Er zijn daarbij feitelijk drie hoofduitgangspunten of globale doelstellingen:

- het ontwerp van de globale strategie die als coördinatiekader moet dienen voor de verdere ontwikkelingsfasen;
- een stapsgewijze ontwikkeling van instrumenten, beginnend bij regeling van een weggedeelte met een enkele toerit, via coördinatie van aangrenzende weggedelen met toeritten en coördinatie tussen complete subsystemen ("clusters" van weggedeelten of toeritten) naar coördinatie van een geheel netwerk;
- expliciete "inbouw" van veiligheidsoverwegingen in de regeling, zoveel mogelijk reeds vanaf het begin

Getracht wordt ook de ontwikkeling in de tijd zo te plannen dat er inderdaad op de "vraag" wordt vooruit gelopen (de blauwdruk tijdig te verschaffen). De "instrumenten" die hierbij ontwikkeld dienen te worden zijn meer uitgebreid beschreven in de SWOV-TUD-rapporten: Ontwikkeling van een beheersingsstrategie, Fase I en II.

Bij de ontwikkeling wordt zoveel mogelijk aangesloten bij (proef)projecten van Rijkswaterstaat om een zo hecht mogelijke relatie tussen "theorie en praktijk" te bereiken.



Basisscenario verkeersbeheersing

*Hoofddirectie van de Waterstaat
Onderafdeling IBV
december 1991*



Probleemanalyse

Uit de basisdiagrammen van bijlage 1 blijkt dat de verkeersprestatie van een autosnelweg bij toenemende drukte volledig in kan storten, juist op een moment dat de capaciteit het hardste nodig is.

De oorzaak ligt in de volgafstand die weggebruikers aanhouden.

Bij toenemende drukte komen auto's steeds dichters op elkaar te rijden. De weggebruikers trachten de volgafstand weer te vergroten door gas los te laten of te remmen. De snelheid gaat eruit en het verkeer komt tot stilstand.

Niet alleen loopt de verkeersprestatie daardoor tijdelijk terug tot nul, het zal ook een tijd duren voordat vanuit stilstand de maximale verkeersprestatie weer bereikt wordt, omdat de afrijcapaciteit aanzienlijk lager is dan doorstroomcapaciteit.

Een ongecontroleerde toevloed van verkeer op het hoofdwegennet leidt tot spontane filevorming. Files op afritten slaan terug en blokkeren de hoofdrijbaan; files op en nabij knooppunten kunnen andere rijrichtingen blokkeren, waardoor de verkeersprestatie van het netwerk terugloopt.

Niet onbelangrijke bijkomende verschijnselen zijn dat bij een instabiele verkeersafwikkeling het risico op ongevallen aanzienlijk groter is. Ongevallen veroorzaken weer nieuwe vertragingen.

Het huidige autosnelwegsysteem (vormgeving en gebruiksregiem) bevat geen of onvoldoende mechanismen die ervoor zorgen dat de verkeersprestatie continu tegen het maximum aanzit. Het systeem is ontworpen voor veel lagere intensiteiten dan waarmee we nu in de praktijk te maken hebben.

Oplossingsrichting

In het autosnelwegsysteem moeten mechanismen worden ingebouwd die ervoor zorgen dat de verkeersprestatie continu tegen het maximum aanzit.

Uit de diagrammen en de probleemanalyse kunnen als belangrijkste oplossingsrichtingen worden afgeleid:

- o in congestie-omstandigheden de toevoer vanaf toeritten begrenzen/controleren om te voorkomen dat de verkeersafwikkeling in de instabiele zone komt;
- o snelheidsbeheersing;
- o continue bewaking van de kwaliteit van de verkeersafwikkeling (om verstoringen snel te kunnen signaleren en verhelpen).

De toevoer op de toeritten moet zodanig begrensd worden dat niet meer verkeer wordt toegelaten dan het hoofdwegennet kan verwerken.

Tegenover de initiële vertraging op de toerit staat een maximale in plaats van een instortende verkeersprestatie van de autosnelweg, zodat de autosnelweg meer en in een hoger tempo verkeer van het onderliggende wegennet kan aannemen dan bij een ongeregelde toevloed van het verkeer op de toeritten.

Op deze wijze kan men het verkeer maximaal laten doorstromen ten koste van een initiële vertraging op de toerit.

Bij deze (theoretische) systeembenadering passen twee kanttekeningen:

- o De eerste kanttekening heeft betrekking op de zgn. maatgevende knelpunten in het netwerk van autosnelwegen zoals de bruggen en tunnels. Onderzoek heeft uitgewezen dat de verkeersprestatie van de zgn. maatgevende knelpunten doorgaans zeer hoog is, ook onder congestie-omstandigheden. Het begrenzen van de toevoer stroomopwaarts heeft in dat geval geen zin omdat het maatgevende knelpunt reeds maximaal presteert.
De instabiele verkeersafwikkeling stroomopwaarts kan echter serieuze problemen meebrengen zodat het toch zinvol kan zijn om de streng stroomopwaarts onder handen te nemen. Het doel is dan niet meer om de verkeersprestatie op peil te houden - die wordt bepaald door het maatgevende knelpunt dat bij een "natuurlijke" verkeersafwikkeling reeds maximaal presteert, maar om de verkeersveiligheid te vergroten (stabiliseren van de verkeersstroom stroomopwaarts) of sluipverkeer tegen te gaan. Ook is het belangrijk om te voorkomen dat de file stroomopwaarts rijrichtingen blokkeert die niets met het knelpunt te maken hebben.
- o De tweede kanttekening betreft de afnamecapaciteit van het onderliggende wegennet. Het onderliggende wegennet zal lang niet altijd in staat zijn om een maximale aanvoer van het hoofdwegennet probleemloos te verwerken. Dat betekent dat in dit overgangsgebied filevorming kan ontstaan. Ook hierbij is het belangrijk om te proberen files daar te concentreren waar ze de minste hinder opleveren.

Meet- en regelsysteem

Verkeerbeheersing kan worden opgevat als een eenvoudig meet- en regelsysteem met als componenten: invoer (meting), verwerking (regelmodellen, keuze van maatregelen) en uitvoer (signalering, advisering).

Aan de invoerzijde moeten de relevante variabelen gemeten kunnen worden op basis waarvan het verkeersbeheersingssysteem geactiveerd wordt. Hierbij zal het verschil tussen de optredende verkeerssituatie en de wenselijke verkeerssituatie doorgaans een belangrijke indicator zijn.

Bij de verwerking gaat het om de keuze van maatregelen die het beste passen om de gewenste verkeerssituatie te realiseren.

De laatste schakel is de signalering of advisering naar de weggebruiker toe.

Omdat volledige geleiding als mogelijke optie in het verre verschiet ligt, zal de overheid voorlopig afhankelijk zijn van de "medewerking" van de weggebruiker. Zijn gedrag zal effectief beïnvloed moeten worden.

Keuze van maatregelen

Rekening houdend met hetgeen hierboven gezegd is over de noodzakelijke "medewerking" van de verkeersdeelnemers, kan de (theoretische) systeembenadering in de maatregelsfeer als volgt worden uitgewerkt:

- o standaard toeritdosering in de gehele randstad en in congestiegebieden buiten de randstad;
- o snelheidsbeheersing op wegvakken (standaard via verkeerssignalering of "blokrijden");
- o hoofdrijbaandosering op een beperkt aantal locaties om files te concentreren op plaatsen waar zij het minste hinder opleveren;
- o incident-management bestaande uit:
 - * continue bewaking van de kwaliteit van de verkeerafwikkeling door inwinning en interpretatie van momentane verkeersgegevens alsmede bewaking door camera's;
 - * detectietijd van incidenten zo kort mogelijk houden;
 - * reactietijd op incidenten zo kort mogelijk houden;
 - * afhandelingsduur van incidenten zo kort mogelijk houden.
- o netwerkregelingen à la SCOOT met het oog op optimalisatie van de opnamecapaciteit van het OWN.

De standaard toeritdosering in de randstad en in de congestiegebieden buiten de randstad vloeit voort uit de gedachte om de toevoer naar het hoofdwegennet zodanig te begrenzen dat de verkeersafwikkeling uit de onstabiele zone blijft (basisdiagrammen). Een zekere "overkill" wordt daarbij op de koop toegenomen.

Netwerkregelingen zijn noodzakelijk om de opnamecapaciteit van het OWN te optimaliseren.

Snelheidsbeheersing en hoofdrijbaandosering zijn nodig om filevorming op het hoofdwegennet die samenhangt met de aanwezigheid van maatgevende knelpunten en de beperkte opnamecapaciteit van het OWN, beheersbaar te houden.

Incident-management is onmisbaar omdat de verkeersintensiteiten zo hoog zullen zijn dat de minste of geringste verstoring voor grote vertragingen zal zorgen.

Conclusies

Uit de basisdiagrammen kan worden afgeleid dat overbelasting van het autosnelwegsysteem een beperkt aantal standaardproblemen oplevert dat met een beperkt aantal standaardmaatregelen opgelost kan worden.

Het is denkbaar dat een programma van uitvoeringsmaatregelen dat gebaseerd is op de hierboven geschetste systeembenadering, zinnig aangevuld kan worden met maatregelen die toegesneden zijn op de bijzondere lokale situatie (bijvoorbeeld filebeveiliging, flexibele-route-informatie e.d.).

De basisdiagrammen laten voorts zien dat de wachttijden verdeeld kunnen worden in vermijdbare wachttijden en niet-vermijdbare wachttijden.

Niet-vermijdbare wachttijden zijn wachttijden die het gevolg zijn van een groter verkeersaanbod dan het wegennetwerk zelfs bij een maximale prestatie kan verwerken.

Vermijdbare wachttijden zijn wachttijden die ontstaan doordat het netwerk aanzienlijk onder het maximum presteert.

Het zichtbaar maken van de vermijdbare wachttijden en aantonen dat met verkeersbeheersingsmaatregelen deze wachttijden inderdaad (grotendeels) vermeden kunnen worden, zal een kritische succesfactor zijn voor de verdere toepassing van verkeersbeheersingsmaatregelen.

Op grond van het vorenstaande zijn voor verkeersbeheersing twee hoofdtaken weggelegd, te weten (in volgorde van belangrijkheid):

- o Het op peil houden van de verkeersprestatie van het bestaande wegennet bij toenemende verkeersdrukte, overbelasting of incidenten;
- o Het - zo mogelijk - verhogen van de verkeersprestatie van het bestaande wegennet.
Op afzienbare termijn zal met de thans bekende instrumenten de capaciteit met hooguit 5% verbeterd kunnen worden.

Een dergelijke benadering vraagt vermoedelijk ook om denken in andere "eenheden".

In plaats van congestiekansen en capaciteiten zou bijvoorbeeld een bepaalde reistijd in minuten per kilometer gehanteerd kunnen worden.

De thans veel gehoorde reden om van verkeersbeheersingsmaatregelen af te zien ("de capaciteit wordt niet of nauwelijks verhoogd") wordt dan geplaatst tegenover het voorkomen van reistijdverlies als gevolg van de afnemende verkeersprestatie van het wegennetwerk.

Bijlage 1

Basisdiagrammen

