

**DE BETROUWBAARHEIDSEFFECTEN VAN
SPITSSTROKEN OF EEN OWN+
*EEN TOEPASSING VAN SMARA***

Jeroen Schrijver, j.schrijver@intro.tno.nl

Kristof Carlier, k.carlier@intro.tno.nl

Lieke Berghout, l.berghout@intro.tno.nl

TNO Inro
Postbus 6041
2600 JA Delft

04-7P-012-74036

Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 2004,

25 en 26 november 2004, Zeist

Inhoudsopgave

1	INLEIDING.....	1
2	SMARA IN VOGELVLUCHT	1
3	SPITSSTROKEN EN/OF EEN NIEUW ONDERLIGGEND WEGENNET?	4
4	SPITSSTROKEN.....	5
5	ONDERLIGGEND WEGENNET PLUS.....	6
6	EFFECTEN OP DE BETROUWBAARHEID	7
7	CONCLUSIES	10

Samenvatting

De betrouwbaarheidseffecten van spitsstroken of een OWN+, een toepassing van SMARA

Welk effect heeft het aanleggen van spitsstroken op de reistijdbetrouwbaarheid in Nederland? En wat is het effect van het ontwikkelen van een zelfstandig werkend onderliggend wegennet (OWN+)? Deze vragen kunnen met SMARA, een model dat TNO Inro samen met het Ruimtelijk Planbureau en Modelit ontwikkelde, beantwoord worden.

Spitsstroken aanleggen is een benuttingsmaatregel. Een OWN+ tot stand brengen is een structuurmaatregel. Het is belangrijk de benuttings- en structuurmaatregelen in onderlinge samenhang te beschouwen, ondanks de totaal verschillende tijdhorizon. De berekeningen zijn daarom voor de spitsstroken in de huidige situatie uitgevoerd, en voor het OWN+ voor over pakweg 15 jaar.

De spitsstroken uit de Spoedwet Wegverbreding zijn in SMARA ingevoerd, en doorgerekend. De reistijdvoorspelbaarheid voor automobilisten blijkt toe te nemen op de meeste van een spitsstrook voorziene wegvakken. Op enkele wegen wordt geen effect gemeten.

Summary

The reliability effects of peak hour lanes or a new regional road network, an application of SMARA

How does the introduction of peak hour lanes in the Netherlands affect the reliability of travel time? And what is the effect of developing a new autonomous regional network of secondary roads (ARN+)? SMARA, a model developed by TNO Inro in cooperation with the 'Netherlands Institute for Spatial Research' ('Ruimtelijk Plan Bureau') and Modelit, yields the answers.

Constructing peak hour lanes is a utilization measure, developing an ARN+ is a structural measure. It is important to consider the mutual coherence between the short-term utilization measures and the long-term structural measures. The computations for the peak hour lanes have been performed on the actual network, the computations for the ARN+ on the network as expected in 15 years.

The peak hour lanes have been introduced and evaluated in SMARA. The reliability of travel times for car drivers has increased on most roads where a peak hour lane is applied. On some roads however, the introduction of a peak hour lane does not yield a significant effect.

1 Inleiding

De tijd dat je met behoorlijke zekerheid kon voorspellen hoe lang een verplaatsing zou gaan duren ligt achter ons. Het aantal verplaatsingskilometers is de laatste jaren relatief sterker toegenomen dan de lengte van de infrastructuur: de benuttingsgraad van de infrastructuur is gestegen. Daardoor is er veel minder ruimte om verstoringen op te vangen, en zullen al snel vertragingen ontstaan. De betrouwbaarheid van voorspelbare reistijd is daarmee sterk afgenomen.

Met een model als SMARA is het mogelijk de grootte en ontwikkeling van de reistijdbetrouwbaarheid te berekenen. Maatregelen die de betrouwbaarheid zouden kunnen beïnvloeden kunnen zo op hun effectiviteit worden beoordeeld.

Maatregelen zijn grofweg in te delen in twee typen: benuttingsmaatregelen en structuurmaatregelen. Voorbeelden van benuttingsmaatregelen zijn spitsstroken of een aangepast snelheidsregime. Structuurmaatregelen kunnen betekenen dat er schakels in het netwerk worden toegevoegd of gedowngraded.

Het nut van deze maatregelen op de voorspelbaarheid van reistijd is het onderwerp van deze bijdrage. Hiertoe hebben we met SMARA twee varianten doorgerekend: het toepassen van spitsstroken op een aantal plekken in Nederland, en het ontwikkelen van een echt onderliggend wegennet in de Randstad.

2 SMARA in vogelvlucht

TNO Intro ontwikkelde samen met het Ruimtelijk Planbureau en Modelit een prognosemodel voor de berekening van de betrouwbaarheid van reistijden voor het autoverkeer in Nederland: SMARA (Simulation Model for Analyzing the Reliability of Accessibility). Het model berekent de bandbreedte die autoreistijden kunnen aannemen tussen bijvoorbeeld gemeentes.

SMARA maakt gebruik van een innovatieve methode waarbij met stochastiek in een Monte Carlo-simulatie een beeld kan worden verkregen van de bandbreedtes in reistijden. In het kort komt het erop neer dat SMARA met instelbare verdelingsfuncties de grootte van de vervoervraag, en de capaciteit van het vervoeraanbod gaat ‘loten’. De kansverdelingen van vraag en capaciteit zijn afhankelijk van de scenario’s die zijn gekozen door de gebruiker. Bij keuze voor weersinvloeden is de kans bijvoorbeeld groot dat in het hele land de capaciteiten afnemen door regenbuien. Dit wordt door het model gesimuleerd.

Door de gewijzigde intensiteiten en capaciteiten veranderen de rijtijden op de schakels. Dit kan een gevolg hebben voor de routekeuze; gewijzigde routes worden met een verplaatsingstoedeling vastgesteld. Belastingen op schakels veranderen daardoor, en dus de deur-tot-deurreistijden.

Door deze procedure een aantal keer te doorlopen ontstaat een beeld van de bandbreedte van de deur-tot-deurreistijd op alle relaties.

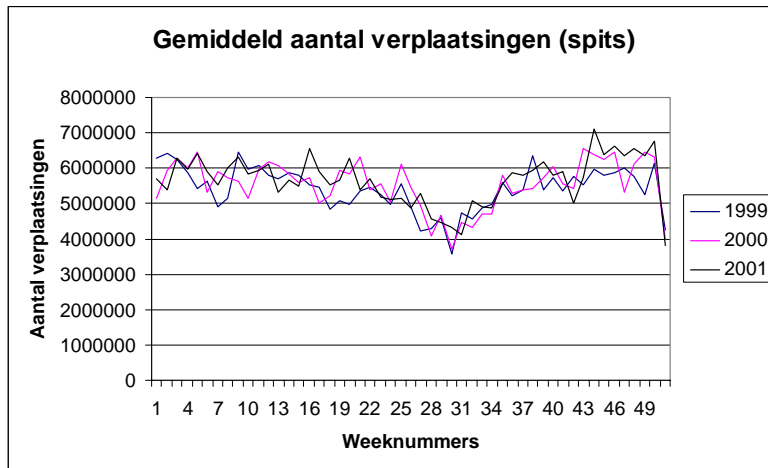
Belangrijkste voordeel van deze aanpak is dat statistisch verantwoorde uitspraken gedaan kunnen worden over de betrouwbaarheid van de reistijden. Doordat de schatting van de reistijden van een scenario gebaseerd is op de verstoringen per wegvak wordt rekening gehouden met het effect van het verdrongen verkeer door bijv. ongevallen op parallelle routes. Netwerkeffecten kunnen dus eenvoudig worden meegenomen. Het is dus ook mogelijk uitspraken te doen over de robuustheid van een netwerk.

Oorzaken van onbetrouwbaarheid

Er worden vier situaties onderscheiden die aanleiding kunnen zijn voor variatie in reistijden. Sommige situaties hebben een invloed op de vervoervraag, andere op het capaciteitsaanbod:

- seizoensinvloeden
- evenementen
- weersinvloeden
- werkzaamheden en incidenten

Van deze oorzaken moeten twee dingen bekend zijn: de kans dat er zich iets voordoet, en het effect dat deze oorzaak heeft op de capaciteit of de vervoervraag.



Figuur 2.1: Variatie verplaatsingen over de seizoenen.

Modeltoepassing

SMARA werkt als een vervolgstap op een normaal vervoerprognosemodel. Met zo'n vervoerprognosemodel wordt de mobiliteit berekend, en daarmee een 'nominale' situatie op de weg, met nominale reistijden. SMARA berekent vervolgens de variatie op deze nominale situatie. SMARA 1.0 is gekoppeld aan SMART, het vervoerprognosemodel van TNO Inro.

Mogelijkheden

Met SMARA is het mogelijk op strategisch niveau uitspraken te doen over de betrouwbaarheid van reistijden tussen gemeentes. Hiermee kan bijvoorbeeld de ontwikkeling van de betrouwbaarheid over de komende jaren, bijvoorbeeld bij ongewijzigd beleid, worden bepaald. Daarnaast kan bijvoorbeeld een beeld worden verkregen van welke regio's het meest te lijden hebben onder onbetrouwbaarheid. Of wat het effect op de betrouwbaarheid is van infrastructurele maatregelen, of nieuwe woningbouwlocaties.



Figuur 2.2: Drukke op de weg tijdens een regenbui (bron: <http://www.anwb.nl>).

3 Spitsstroken en/of een nieuw onderliggend wegennet?

De huidige aanpak van verkeers- en vervoersproblemen in een regio wordt veelal gebaseerd op een lijst van knelpunten die moeten worden opgelost. Er ligt een zware nadruk op kortetermijnoplossingen in de sfeer van verkeersmanagement en lokale wegverbredingen. Een langetermijnvisie op de functie en de structuur van het verkeers- en vervoerssysteem ontbreekt veelal, terwijl deze essentieel is voor het sturen van de ontwikkeling. Uit de praktijk blijkt verder dat het wenselijk is dat verkeersmanagement en infrastructuurplanning meer in samenhang worden behandeld bij het verbeteren van de kwaliteit van het regionale netwerk. Nu bestaan deze beleidscircuits nog vaak los van elkaar [Wilmink et al., 2003].

Spitsstroken zijn een typisch voorbeeld van een verkeersmanagementmaatregel die op relatief korte termijn (zeg met een tijdshorizon van 5 jaar) kan worden ingevoerd.

Spitsstroken zijn feitelijk vluchtstroken die in de spits worden opengesteld voor het verkeer. Zodra de spits afgelopen is, wordt deze tijdelijke rijstrook weer een normale vluchtstrook. De breedte van de rijstroken blijft constant. Het ligt voor de hand dat door het vergroten van de capaciteit van de weg de kans op vertraging afneemt. Een nadeel is echter dat er geen vluchtstrook meer is in de spits, waardoor pechgevallen en aanrijdingen substantieel grotere gevolgen hebben. Het effect van spitsstroken op de voorspelbaarheid van reistijd is dus niet op voorhand duidelijk.

Nederland kent geen **zelfstandig onderliggend wegennet**, zoals dat in andere landen in Europa wel functioneert [Immers, et al., 2001]. Ook verplaatsingen over een korte afstand worden hier vaak via het autosnelwegennet geleid. Een echt onderliggend wegennetwerk (een zogenaamd OWN+) kan helpen een netwerk robuuster te maken. Dit is een typische structuurmaatregel, omdat de structuur van het netwerk wordt aangepakt. De tijdshorizon ligt ook al gauw op 20 jaar of meer. Aan de wegen in het OWN+ worden strenge kwaliteitseisen gesteld. Hoe groot zijn de effecten op de reistijdvoorspelbaarheid na invoering van OWN+?

4 Spitsstroken

Rijkswaterstaat heeft in het kader van de Spoedwet Wegverbreding een aantal knelpunten uit de File Top 50 uitgekozen om, onder andere met spitsstroken, snel aan te pakken [<http://www.minvenw.nl>]. De geplande spitsstroken (zie figuur 4.1) zijn in SMARA ingevoerd en doorgerekend om hun effect op de betrouwbaarheid te analyseren.



Figuur 4.1: Locatie spitsstroken.

In SMARA zijn de spitsstroken toegevoegd aan het netwerk van 2001. Feitelijk wordt dan gekeken wat de spitsstroken zouden bijdragen in de huidige situatie. De wegvakken met spitsstroken hebben tijdens de spits een extra rijstrook, en dus extra capaciteit. Er is verondersteld dat de spitsstroken geen invloed hebben op de kans op pech of een ongeval, enkel de invloed van een incident is aangepast.

SMARA kent vier types incidenten: pech (1), ongeval met versperring van de vluchtstrook (2), ongeval waarbij een of meerdere rijstroken versperd zijn (3) en kijkfile (4). Het effect van pech (incident type 1) of van een ‘ongeval met versperring van de vluchtstrook’ (incident type 2) is op spitsstroken verhoogd tot het effect van een ‘ongeval waarbij een of meerdere rijstroken versperd zijn’ (incident type 3).

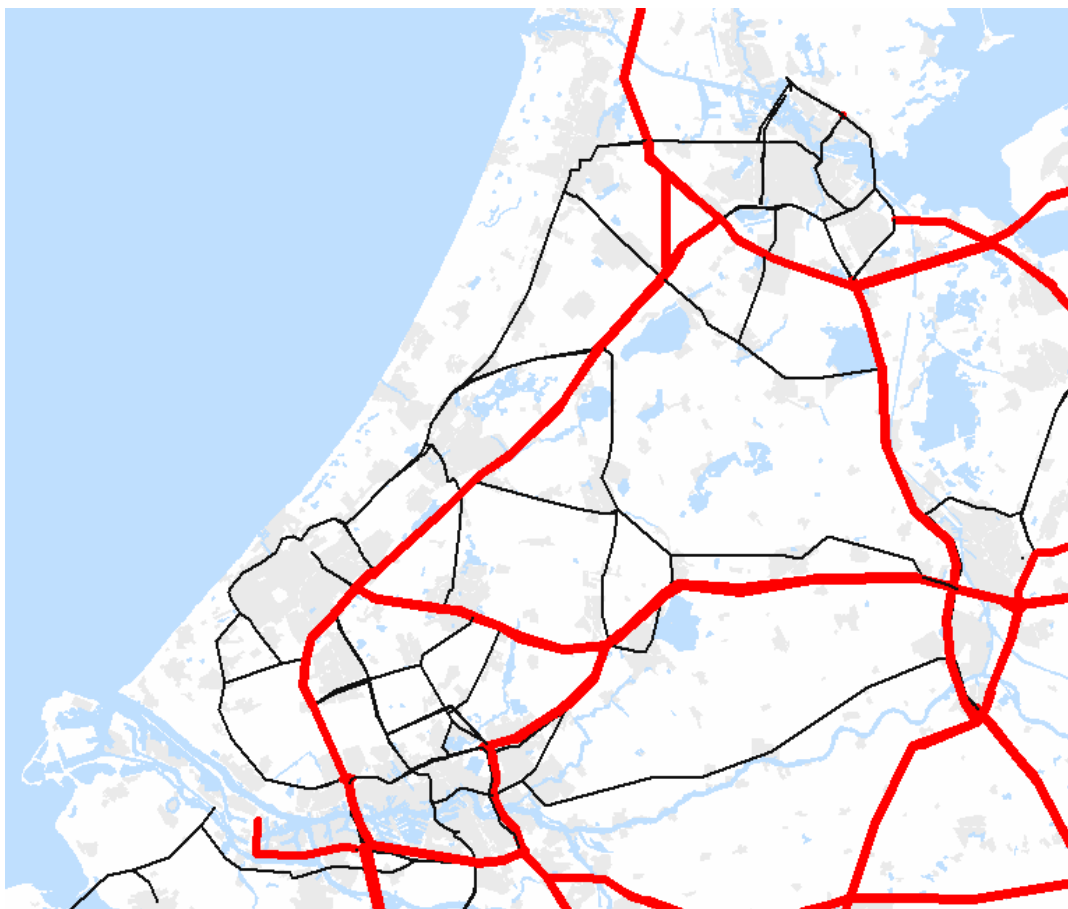
5 Onderliggend wegennet PLUS

Voor deze variant is – rekening houdend met de bestaande infrastructuur - de structuur van het wegennet in de Randstad hertekend. In eerste instantie is volgens de IRVS-methodiek [Egeter et al., 2002] een nieuw nationaal netwerk (voor 2020) ontworpen dat de primaire (top 25 locaties) en secundaire (top 45 locaties) nationale kernen verbindt (zie figuur 5.1). De maximumsnelheid op deze verbindingen is steeds 120 km/u, ook in stedelijk gebied. Het nationale net bevat een aantal opvallende keuzes zoals de aanleg van de volledige A4, en het weglaten van een aantal huidige autosnelwegen (A13, A59, A20 ten westen van Capelle a/d IJssel).



Figuur 5.1: Het nationale netwerk in de Randstad (HWN).

Vervolgens is het OWN+-netwerk onafhankelijk van het HWN ontworpen. Het OWN+ verbindt de regionale primaire en secundaire kernen, opnieuw volgens de IRVS-methodiek (zie figuur 5.2). Daar waar het HWN en het OWN+ samenvallen wordt soms gekozen om beide verkeersstromen dezelfde infrastructuur te laten gebruiken, en soms om te ontvlechten (het doorgaande verkeer blijft op het HWN dat maar een beperkt aantal toe- en afritten heeft, het regionaal verkeer gebruikt het OWN+ dat wel sterk verbonden is). De maximumsnelheid op het OWN+ is 50 km/u in stedelijk gebied en 80 km/u elders. De in het nationale net weggelaten wegen, zoals de A13, zijn nu in het OWN+ opgenomen. Feitelijk worden deze wegen dus gedowngraded.



Figuur 5.2: Het nieuw HWN (dik) en OWN+ (dun).

6 Effecten op de betrouwbaarheid

Spitsstroken

SMARA is bij de berekening zo ingesteld dat automobilisten hun routekeuzegedrag in de spits aanpassen aan het aanwezig zijn van de spitsstroken. Ze hebben echter geen kennis over incidentele verstoringen, en passen hun routes daar dus niet op aan.

Voor het uitdrukken van de variatie in reistijd gebruiken we hier de **reistijdvariatioecoëfficiënt**. Dit is de verhouding tussen de standaarddeviatie en het rekenkundig gemiddelde: σ^2/μ . Figuur 6.1 geeft de verandering in de reistijdvariatioecoëfficiënt als gevolg van de invoering van spitsstroken. In zwart-wit is het onderscheid tussen verbetering en verslechtering lastig te maken, maar in deze figuur zijn de effecten overwegend positief: bij de meeste spitsstroken zien we een afname van de reistijdvariatioecoëfficiënt, ofwel de variatie in reistijd neemt af door de spitsstrook.



Figuur 6.1: Verschillen in de variatioecoëfficiënt als gevolg van spitsstroken.

Bij een aantal spitsstroken is echter nagenoeg geen effect voorspeld: de A13 bij Rotterdam en de A27 bij Vianen reageren nauwelijks.

De reistijdvariatioecoëfficiënt bevat zoals gezegd twee elementen (gemiddelde en standaarddeviatie), en het is dus mogelijk dat het effect van een spitsstrook verlaging van het

gemiddelde en verhoging van de standaarddeviatie betekent. De coëfficiënt verandert zelf dan niet.

In de figuren 6.2 en 6.3 laten we daarom zien hoe de gemiddelde reistijd en zijn standaarddeviatie het doen als gevolg van de spitsstroken.



Figuur 6.2: Verandering in de gemiddelde snelheid als gevolg van spitsstroken.

Op een kleurenafdruk van figuur 6.2 is goed te zien dat de spitsstroken er in het algemeen voor zorgen dat de gemiddelde snelheid op schakels stijgt. Alleen op de A50 is het effect negatief, weliswaar niet groot. Op de A2 tussen Eindhoven en Den Bosch verandert de snelheid niet.

In figuur 6.3 is het effect op de standaarddeviaties weergegeven. Deze zijn vrijwel allemaal groen gekleurd (in een kleurenafdruk), wat aangeeft dat de standaarddeviatie is gedaald. Op de A50 zien we dus dat de gemiddelde snelheid gedaald is (doordat er meer verkeer is

gekomen), maar dat de variatie van die snelheid ook is afgenomen. Per saldo is het effect op de reistijdvariatiëcoëfficiënt hier positief.

Voor zijn A13 zijn de effecten marginaal: zowel de gemiddelde snelheid als de standaarddeviatie van deze snelheid veranderen nauwelijks door de spitsstrook.



Figuur 6.3: Verandering in de standaarddeviatie van de snelheid.

Onderliggend wegennet PLUS

Op de uiterste inleverdatum van dit paper zijn de resultaten van de OWN+-variant nog niet beschikbaar. Deze zullen in november op het CVS zeker getoond worden.

7 Conclusies

Spitsstroken verhogen dus in de meeste gevallen de voorspelbaarheid van reistijd. Dit gebeurt vooral op de wegen waar in de basissituatie de intensiteit de capaciteit nadert. De voorspelbaarheid is dan immers in het geding, omdat ook een kleine verstoring al snel grote vertragingen oplevert. In situaties waar het rustig of juist erg druk is, is de voorspelbaarheid groter: een verstoring doet dan of weinig kwaad, of verergert de toch al erge situatie hooguit. Door het toevoegen van de extra capaciteit van de spitsstrook wordt de intensiteit-capaciteitsverhouding verlaagt: in die gevallen waar de intensiteit de capaciteit naderde, wordt dus meer lucht gecreëerd. Het aantal pech- en ongevallen is niet groot genoeg om dit positieve effect tegen te gaan.

Referenties

L.H. Immers, I.R. Wilmink, J.E. Stada, *Bypasses voor bereikbaarheid*, Delft, TNO Intro, 2001 rapportnr. 2001-28 (01 7N 094 71831).

Egeter B., I.R. Wilmink, J.M. Schrijver, A.H. Hendriks, M.J. Martens, L.H. Immers & H.J.M. Puylaert, *IRVS: Ontwerpmethodiek voor een integraal regionaal vervoersysteem*, Delft, TNO Intro, 2002, rapportnr. 2002-41.

Wilmink, Isabel, Aranta van den Broeke en Lieke Berghout, *De taakverdeling tussen netwerkstructuur en verkeersmanagement*, Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 2003, Antwerpen, november 2003.

Geraadpleegde websites:

<http://www.minvenw.nl> (Spoedwet wegverbreding)

<http://www.anwb.nl>