

Visie robuust wegennetwerk ANWB

Bart Egeter
Bart Egeter Advies
bartegeter@planet.nl

Jeroen Schrijver
TNO
jeroen.schrijver@tno.nl

Ton Hendriks
ANWB
thendriks@anwb.nl

Deze paper is tot stand gekomen met medewerking van
Ben Immers en Maaike Snelder van TNO

**Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk
20 en 21 november 2008, Santpoort**

Samenvatting

Visie robuust wegennet ANWB

Door de nog steeds groeiende mobiliteit wordt het Nederlandse (en Vlaamse) hoofdwegennet zeer zwaar belast; op veel plekken wordt het tijdens de spitsuren inmiddels nagenoeg geheel benut. Dit veroorzaakt niet alleen veel dagelijks terugkerende files, maar het leidt er ook toe dat het wegennet steeds kwetsbaarder wordt. Een klein ongeval of een fikse regenbui kan al tot grote vertragingen leiden, die zich razendsnel uitbreiden over een groot deel van het netwerk. De voorspelbaarheid van reistijden neemt daardoor sterk af.

Dit paper beschrijft een aantal algemene principes voor de opbouw van een robuust wegennet. Op basis daarvan is een uitwerking gemaakt van een robuuste hoofdstructuur van het wegennet in de stedelijke regio Rotterdam - Den Haag. Deze uitwerking moet niet zozeer gezien worden als een "plan" waarin alle ontwerpkeuzen hard zijn onderbouwd, maar als een illustratie van een visie op de opbouw van een robuust wegennet.

In de *Visie Robuust Netwerk* streven we na de structuur van het netwerk aan te passen, met als doel deze beter te laten aansluiten bij de mobiliteit in de regio, en het netwerk beter bestand te maken tegen verstoringen.

De kern van de visie bestaat uit:

1. Een herkenbaar "*stadsregionaal hoofdnet*": een afzonderlijke, robuuste en evenwichtige hoofdstructuur voor stadsregionaal verkeer binnen de stedelijke regio Rotterdam - Den Haag:
 - de wegen in dit hoofdnet zijn een tussenvorm van de huidige autosnelweg en het onderliggend wegennet;
 - er zijn meerdere gelijkwaardige routes mogelijk van A naar B;
 - waar dit zinvol is, is het stadsregionale hoofdnet geïntegreerd met OV-banen.
2. Een beperkt aantal routes *speciaal voor doorgaand verkeer*, waar het aantal op- en afritten zeer beperkt is. De maximum snelheid op deze routes is 120 km/u.
3. In niet-reguliere situaties biedt het netwerk *flexibele gebruiksmogelijkheden*: bijvoorbeeld tijdelijke doorsteken in de middenberm die normaalgesproken gesloten zijn.
4. Wegen worden *ontworpen op stromen én op bufferen*: waar congestie voorkomt, wordt terugslag op andere routes tegengaan met behulp van buffers, en wordt verkeer gedoseerd om belangrijke routes te laten stromen.

De visie veroorzaakt geen grootschalige asfaltering: de hoeveelheid rijstrookkilometers komt ongeveer overeen met wat in het MIRT reeds gepland is. Het is echter de bedoeling de 'verkeersruimte' anders te verdelen naar stadsregionale en hoofdroutes, en de knooppunten aan te passen onder invloed van de nieuwe netwerkstructuur. Hier en daar zijn nieuwe verbindingen nodig om van het stadsregionale hoofdnet een zelfstandig, aaneengesloten en robuust netwerk te maken.

1. Inleiding

Door de nog steeds groeiende mobiliteit wordt het Nederlandse (en Vlaamse) hoofdwegennet zeer zwaar belast; op veel plekken wordt het tijdens de spitsuren inmiddels nagenoeg geheel benut. Dit veroorzaakt niet alleen veel dagelijks terugkerende files, maar het leidt er ook toe dat het wegennet steeds kwetsbaarder wordt. Een klein ongeval of een fikse regenbui kan al tot grote vertragingen leiden, die zich razendsnel uitbreiden over een groot deel van het netwerk. De voorspelbaarheid van reistijden neemt daardoor sterk af.

Weggebruikers hechten een grote waarde aan het beter voorspelbaar maken van reistijden; men vindt dit zelfs belangrijker dan het oplossen van files. Het ontwikkelen van een *robuust wegennet* komt hieraan tegemoet. Een robuust netwerk is veel minder vatbaar voor verstoringen, waardoor de voorspelbaarheid van de reistijd toeneemt.

Dit paper beschrijft een aantal algemene principes voor de opbouw van een robuust wegennet. Op basis daarvan is een uitwerking gemaakt van een robuuste hoofdstructuur van het wegennet in de stedelijke regio Rotterdam - Den Haag. Deze uitwerking moet niet zozeer gezien worden als een "plan" waarin alle ontwerpkeuzen hard zijn onderbouwd, maar als een illustratie van een visie op de opbouw van een robuust wegennet. Het robuuste wegennet is ontworpen door TNO en Bart Egeter Advies in opdracht van de ANWB, in het kader van het 125-jarig jubileum van de ANWB.

2. Visie op een robuust wegennet

2.1 Een infrastructuurstrategie voor een robuust wegennet

Deze bijdrage beschrijft een aantal bouwstenen voor een infrastructuurstrategie voor een robuust wegennet. Bij een infrastructuurstrategie hebben we het over twee componenten:

- de *netwerkconfiguratie*: volgens welke principes is een robuust wegennet opgebouwd, welke verbindingen zijn nodig voor welke functie, en wat voor eisen moeten aan die verbindingen worden gesteld?
- de *netwerkelementen*: volgens welke principes moeten de netwerkelementen (knooppunten, wegvakken, aansluitingen) worden gedimensioneerd als we kijken vanuit de invalshoek 'robuustheid'?

In de uitwerking hebben wij ons een aantal beperkingen opgelegd. Zo is de focus gericht op de infrastructuur. Dat laat onverlet dat andere maatregelen, zoals vervoermanagement, incidentmanagement, verkeersmanagement en rationeel wegonderhoud een integraal onderdeel uitmaken van een robuust wegennet. Daarnaast spelen binnen de totale mobiliteit uiteraard ook andere modaliteiten (zoals OV en fiets voor personen en rail en binnenvaart voor goederen), al dan niet in combinatie met de weg, een belangrijke rol. We beperken ons in deze visie echter tot het wegennet, zij het dat de koppeling met OV zijdelings aan bod komt.

Voor een robuust wegennet hanteren we de volgende definitie van robuustheid (ontleend aan publicaties van Immers c.s., bijvoorbeeld [Immers et al, 2004]):

Robuustheid = functiebehoud onder wisselende omstandigheden

Deze definitie bevat twee componenten:

- *functie*: In zijn meest algemene vorm heeft een wegennet de functie om verplaatsingen van A naar B mogelijk te maken. Voor een adequate opbouw en vormgeving van het wegennet, moeten we echter ook weten voor welk *soort* verplaatsingen een weg of knooppunt een functie heeft. Het belangrijkste functionele onderscheid is dat naar *verplaatsingsafstand*: een netwerk dat langeafstandsverplaatsingen mogelijk moet maken ziet er anders uit dan een netwerk voor lokaal verkeer. Maar ook onderscheid tussen personen- en goederenverkeer kan opportuun zijn, of zelfs onderscheid naar verplaatsingsmotief. De hier beschreven principes zijn overigens grotendeels ook van toepassing op andere modaliteiten; we beperken ons hier echter tot het wegennet.
- *wisselende omstandigheden*: het gaat daarbij om fluctuaties in vraag en aanbod. We maken daarbij onderscheid tussen de *reguliere situatie* en *niet-reguliere situaties*. Tot de reguliere situatie behoren alle 'normale' fluctuaties in vraag en aanbod: het verschil in vraag tussen spits en dal, of tussen vakantie/weekend en werkdagen, maar ook de invloed van bv. weersomstandigheden op de kwaliteit van het aanbod: een fikse regenbui kan de capaciteit van een weg met tientallen procenten verminderen. Niet-reguliere situaties zijn bijvoorbeeld incidenten en calamiteiten: de onvoorziene gehele of gedeeltelijke uitval van een wegvak, knooppunt of zelfs een deel van het netwerk. Maar ook geplande stremmingen (ten behoeve van grote wegwerkzaamheden) of extreme weersomstandigheden zijn niet-regulier.

Bij het denken over robuustheid nemen we de door [Immers et al., 2004] geformuleerde aangrijpingspunten als uitgangspunt:

- *redundantie*: de robuustheid van een systeem kan worden vergroot door een zekere reservecapaciteit in het systeem aan te brengen. Deze reservecapaciteit wordt veelal aangeduid met de term redundantie.
- *compartimentering*: de mate waarin congestie beperkt blijft tot de betreffende schakel of een klein deel van het netwerk. In een goed gecompartmenteerd netwerk verspreidt congestie zich dus niet als een olievlek over het hele netwerk.
- *veerkracht*: het vermogen van het transportsysteem om zich, telkens weer en bij voorkeur zo snel mogelijk, te herstellen van een tijdelijke overbelasting.
- *flexibiliteit*: de robuustheid van het transportsysteem kan mede afgemeten worden aan de mate waarin het systeem in staat is meer en andere functies te vervullen dan de functies waarvoor het systeem oorspronkelijk ontworpen werd. Of, anders gezegd, aanpassingsvermogen is de eigenschap die het systeem in staat stelt mee te groeien met nieuwe eisen die aan het systeem gesteld worden.

2.2 Enige algemene principes voor een robuust wegennet

Gezond evenwicht tussen vraag en aanbod

Een robuust wegennet moet tegen een stootje kunnen: als een deel van de wegcapaciteit om wat voor reden dan ook uitvalt, moet het netwerk dit tot op zekere hoogte op kunnen vangen. Uitgangspunt moet daarom zijn dat er in de reguliere situatie een gezond evenwicht tussen vraag en aanbod bestaat. Het optreden van een beperkte hoeveelheid (plaatselijke en tijdelijke) congestie is daarbij acceptabel: de grootste pieken in de ver-

keersvraag worden daardoor 'uitgesmeerd' over een iets langere periode, waardoor de dure infrastructuur niet hoeft te worden gedimensioneerd op de 'piek in de piek'.

Maar wat is een 'gezond evenwicht'? We hanteren als principe dat de directe en indirecte kosten van het creëren van extra capaciteit op de weg in evenwicht moeten zijn met de baten voor consumenten en producenten doordat er minder tijdverlies optreedt door incidenten [zie Meeuwissen A., 2002 en Yperman et al, 2003]. Het gaat in die afweging niet alleen om een optimalisatie van de bereikbaarheid, maar ook om de consequenties voor leefbaarheid en ruimtegebruik.

We willen echter tegelijkertijd voorkomen dat die extra capaciteit leidt tot een sterk mobiliteitsgenererend effect, waardoor de extra ruimte op de weg na een aantal jaren weer 'verdampt'. Dit mechanisme staat op gespannen voet met de principes van een robuust wegennet, dat ook op de langere termijn goed moet blijven functioneren. De kern van de oplossing zit hem in het zorgvuldig kiezen van de ontwerpsnelheid van de infrastructuur. Bij verkeer dat binnen de stadsregio blijft, en relatief korte afstanden aflegt, is een gestage doorstroming belangrijker dan een hoge ontwerpsnelheid. Bij verkeer over langere afstanden is dat anders: dat is erbij gebaat, dat er niet bij elke passage van een stedelijk gebied een sterke terugval van de snelheid optreedt.

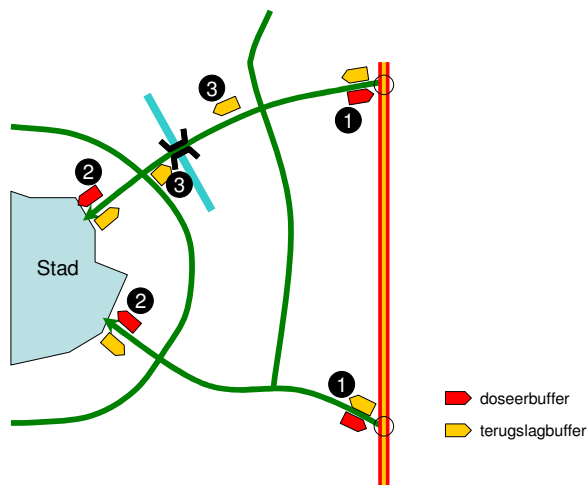
Keuzemogelijkheden en flexibiliteit inbouwen

Een robuust wegennet biedt meerdere mogelijkheden om van A naar B te komen. Dit leidt tot een afvlakking van pieken, omdat weggebruikers bij het afnemen van de doorstroming op een bepaalde route ook kunnen kiezen voor een andere route, zij het wellicht met een wat lagere kwaliteit, of met een zekere omweg. Deze alternatieve routes kunnen ook via andere vervoerwijzen lopen, zoals het OV. We zien de verschillende vervoerwijzen dus niet als concurrenten van elkaar, maar als een verruiming van de keuzes voor de vervoerconsument.

Naast keuzevrijheid bieden deze alternatieve routes ook terugvalopties voor het geval dat een wegvak of knooppunt, voorzien of onvoorzien, geheel of gedeeltelijk uitvalt. Daarnaast kan op strategische plekken in het netwerk extra flexibiliteit worden ingebouwd die alleen in niet-reguliere situaties wordt benut. Te denken valt aan afsluitbare doorsteken of normaal niet gebruikte verbindingswegen, maar ook aan reservecapaciteit die alleen in niet-reguliere situaties wordt ingezet, bijvoorbeeld in de vorm van berijdbare zijbermen. Via informatievoorziening en dynamisch verkeersmanagement wordt de verkeersstroom over de alternatieve route goed afgewikkeld.

Ontwerpen op stromen én op bufferen

Omdat we in een robuust wegennet rekening houden met een zekere mate van congestie, moeten we bij het ontwerp van wegen, knooppunten en aansluitingen naast de stroomfunctie veel meer dan nu ook de *bufferfunctie* van wegvakken integraal meenemen. Elk wegvak biedt ruimte aan een bepaalde hoeveelheid voertuigen: de 'natuurlijke' buffercapaciteit. Waar deze natuurlijke buffercapaciteit onvoldoende is, kunnen we bewust extra buffercapaciteit bieden. Deze buffers voorkomen dat files terugslaan op andere routes; ook doseren zij het verkeer, zodanig dat bepaalde wegen zo veel mogelijk filevrij blijven, zoals doorgaande routes of het stedelijke wegennet (zie figuur 1).



Figuur 1: Voorbeeld van buffers op het stadsregionale netwerk.

Zoals in figuur 1 aangegeven kan het zinvol zijn om op de volgende locaties buffers toe te passen:

1. congestie op het langeafstandsnet voorkomen door doseerbuffers aan te brengen bij de toeritten, maar zo nodig ook terugslagbuffers bij de afritten van het langeafstandsnet (zie bv. IKEA Delft);
2. congestie op het stedelijke wegnnet voorkomen door doseerbuffers aan te brengen bij de 'ingangen' van het stedelijk gebied (maar zo nodig ook terugslagbuffers bij de 'uitgangen'); daarbij hoort ook het zo veel mogelijk congestievrij houden van de stedelijke ringwegen;
3. het zo nodig toevoegen van terugslagbuffers bovenstrooms van bottlenecks *binnen* het stadsregionale net.

Vorm volgt functie

Het autosnelwegnet is oorspronkelijk ontworpen voor verkeer over lange afstanden: ontwerpsnelheid 120 km/u, brede rijstroken, ruime boogstralen en ruimteconsumerende knooppunten. We zien echter dat de autosnelwegen voor een aanzienlijk deel worden gebruikt voor korte ritten, om de eenvoudige reden dat er vaak geen andere route is dan via de autosnelweg. Bovendien wordt het langeafstandsverkeer over dezelfde weg afgevoerd, waardoor beide functies elkaar in de weg zitten. De vorm is dus niet goed afgestemd op de functie, wat leidt tot een inefficiënt gebruik van de verkeersruimte.

In een robuust wegnnet volgt de vorm de functie: we maken waar nodig fysiek onderscheid tussen wegnnetten voor lange en voor korte afstand, waardoor we de kenmerken van het netwerk (zoals maaswijdte en ontwerpsnelheid) kunnen afstemmen op de functie. Dit maakt het totale netwerk, vooral in stedelijke gebieden met druk verkeer, efficiënter (bv. in termen van ruimtegebruik), en de verschillende functies zitten elkaar niet in de weg.

2.3 Functionele analyse voor de stedelijke regio Rotterdam - Den Haag

Op basis van deze principes is een uitwerking gemaakt van een robuuste hoofdstructuur van het wegennet in de stedelijke regio Rotterdam - Den Haag. Deze uitwerking moet niet zozeer gezien worden als een "plan" waarin alle ontwerpkeuzen hard zijn onderbouwd, maar als een illustratie van een visie op de opbouw van een robuust wegennet.

'Vorm volgt functie'; de eerste stap van deze uitwerking is dan ook een "functionele analyse": een analyse van het huidige en toekomstige gebruik van het netwerk in de stedelijke regio Rotterdam - Den Haag, waarbij onderscheid wordt gemaakt naar de verschillende functies. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen:

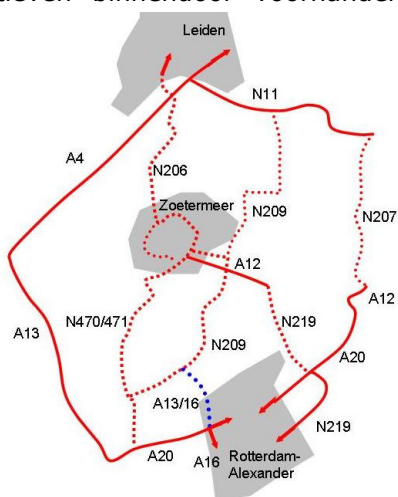
- stadsregionaal verkeer, dat binnen de stedelijke regio Rotterdam - Den Haag blijft,
- in- en uitgaand verkeer, dat zijn herkomst of bestemming in deze regio heeft, en
- doorgaand verkeer, dat herkomst en bestemming buiten het gebied heeft, maar wel door het gebied komt.

Onderstaande tabel geeft de verdeling van het totale verkeer over deze drie categorieën.

Tabel.1: Verkeer in de stedelijke regio Rotterdam - Den Haag (in % van het totaal aantal autokilometers in het gebied).

Stadsregionaal verkeer	44%
In- en uitgaand verkeer	45%
Doorgaand verkeer	11%

Het meeste verkeer op de hoofdroutes in dit gebied blijft binnen de stedelijke regio Rotterdam - Den Haag ("stadsregionaal verkeer"). Dit verkeer maakt gebruik van vele verschillende wegtypen, elk met zijn eigen snelheidsregime, capaciteiten, kruispunt- en inpassingsvormen. De verschillen tussen al deze wegtypen zijn echter niet (meer) functioneel: de weggebruiker (en vervoerder) kiest gewoon de snelste route, via een toevallige combinatie van wegtypen. In onderstaand voorbeeld (figuur 2), dat de mogelijke routes van Alexander naar Leiden weergeeft, is te zien dat het kiezen van een route via het autosnelwegennet vaak leidt tot een grote omweg, terwijl er vaak nauwelijks logische alternatieven "binnendoor" voorhanden zijn.



Figuur 2: Routes van Rotterdam-Alexander naar Leiden.

Op veel stadsregionale verplaatsingen is men voor een kleiner of groter deel van de route aangewezen op een beperkt aantal autosnelwegroutes door het gebied (A12, A13, A15, A20), waarvoor vaak weinig of geen alternatieven zijn. Dit maakt de netstructuur zeer kwetsbaar. Doordat de maaswijdte van het autosnelwegnet veel te grof is geworden in verhouding tot het steeds uitgedijde en verdunde stedelijk gebied, wordt de verleiding tot het kiezen van 'sluiproutes' begrijpelijkerwijze zeer groot.

Wat betreft doorgaand verkeer zijn er twee belangrijke stromen die door de stedelijke regio Rotterdam - Den Haag voeren: de noorzuidroute van Amsterdam in de richting België, en het verkeer van en naar de Rotterdamse haven, met het zwaartepunt op de oostwest-as van en naar Duitsland. Beide doorgaande stromen worden over dezelfde wegen afgewikkeld als het stadsregionale verkeer, hetgeen leidt tot relatief lage snelheden, onbetrouwbare reistijden en een onrustig verkeersbeeld. Dit concentreert zich met name op de trajecten langs Rotterdam en Den Haag. Bovendien zijn er voor een aantal cruciale wegvakken niet of nauwelijks alternatieven beschikbaar; te noemen zijn de A4 tussen Ypenburg en knooppunt Leidschendam, of de A15 ten westen van de Beneluxtunnel.

2.4 Naar een nieuwe structuur van het wegennet

De functionele analyse kunnen we misschien het beste zo samenvatten: het probleem is niet zozeer de filevorming op de snelweg, maar veeleer het feit dat het stadsregionale verkeer vrijwel geheel afhankelijk is van een paar snelwegroutes, die het bovendien moet delen met het doorgaande verkeer.

De kern van de oplossing zoeken we dan ook in het *aanpassen van de structuur* van het totale wegennet in de stedelijke regio Rotterdam - Den Haag, zodanig dat deze beter past bij de aard van de mobiliteit in de regio. De belangrijkste componenten van deze nieuwe structuur zijn:

- een afzonderlijk, robuust en evenwichtig netwerk van "stadsgewestelijke hoofdwegen" (80 km/u), speciaal bestemd voor stadsregionaal verkeer dat binnen de regio Rotterdam - Den Haag blijft. Dit "stadsregionale hoofdnet" bestaat uit regionale stroomwegen die qua kenmerken een tussenvorm zijn tussen autosnelwegen en het onderliggende wegennet;
- een beperkt aantal filevrije hoofdroutes speciaal bestemd voor het doorgaande verkeer (120 km/u). Op deze routes wordt het doorgaande verkeer fysiek gescheiden afgewikkeld van het stadsregionale verkeer ("ontvlochten"). Er is slechts een beperkt aantal plekken, waar je die doorgaande routes op of af kunt.

Geen grootscheepse asfaltering

Deze nieuwe structuur vraagt geen grootscheepse asfaltering: per saldo is er in de visie Robuust Wegennet ongeveer evenveel extra asfalt voorzien als in het MIRT, alleen wordt de totale verkeersruimte anders verdeeld: een groter deel dan nu is voorbehouden aan stadsregionale hoofdwegen. Zelfs sommige bestaande autosnelwegen worden "gestads-regionaliseerd": omgebouwd tot stadsregionale hoofdweg. Doordat dit wegtype efficiënter omgaat met ruimte (iets smallere rijstroken, eenvoudiger knooppunten en aansluitingen), kunnen we op dezelfde totale hoeveelheid asfalt iets meer rijstrookkilometers kwijt.

Het tot stand brengen van de nieuwe structuur is grotendeels te karakteriseren als een verbouwingsoperatie, aangevuld met enige nieuwbouwprojecten. De volgende typen ingrepen zijn nodig:

1. het "stadsregionaliseren" van autosnelwegen, waar deze voornamelijk door stadsregionaal verkeer worden gebruikt;
2. het ontvlechten van doorgaande routes, zodat doorgaand en stadsregionaal verkeer elkaar niet meer hinderen;
3. waar nodig opwaarderen van onderliggende wegen, zodat zij voldoende veiligheid en capaciteit bieden om tot het stadsregionale hoofdnet te behoren;
4. het herstructureren van knooppunten en aansluitingen om ze aan te passen aan de nieuwe structuur;
5. het realiseren van enkele cruciale aanvullende verbindingen, voornamelijk binnen de stadsregionale hoofdstructuur;
6. het op slimme plekken toevoegen van extra bufferruimte om terugslag van files te voorkomen en om de toevoer van verkeer te doseren;
7. het op slimme plekken creëren van extra voorzieningen voor niet-reguliere situaties, zoals afsluitbare doorsteken.

Voorbeeld doorsnede Rotterdam - Delft

We illustreren de denkwijze aan een voorbeeld: de doorsnede Rotterdam - Delft. Theoretisch kan een rijstrook 2200 personenvoertuigen per uur verwerken. Om de in 2020 verwachte verkeersvraag te kunnen verwerken, zijn er op deze doorsnede in totaal 7 rijstroken per richting nodig. Daarbij hebben we rekening gehouden met een beperkte extra groei van de vraag als gevolg van de verbeterde verkeersafwikkeling; deze groei wordt echter gedempt als gevolg van prijsbeleid.

In een robuust netwerk moeten we echter reservecapaciteit inbouwen. Dit doen we door per rijstrook te rekenen met een "robuuste capaciteit" van 1900 personenvoertuigen per uur - bij dat aantal zijn de extra investeringskosten voor meer rijstroken ongeveer in evenwicht met de vermindering van het tijdverlies door incidenten [Immers et al, 2004]. Dit leidt op de doorsnede Rotterdam - Delft tot een behoefte aan één extra rijstrook (zie figuur 3).



Figuur 3: Rotterdam-Delft: aantal benodigde rijstroken in 2020.

Volgens het MIRT is in 2020 op deze doorsnede een totale capaciteit van 6 rijstroken per richting voorzien (zie figuur 4): de huidige A13 (3 rijstroken) en N471 (1 rijstrook), plus de aan te leggen A4 Midden-Delfland (2 rijstroken). Dat betekent dat we in het MIRT op basis van de theoretische capaciteit 1 rijstrook te kort komen, en op basis van een "robuuste capaciteit" zelfs 2 rijstroken. Bovendien past de verdeling over wegtypen niet op de verkeersvraag: er worden 5 rijstroken van autosnelwegkwaliteit aangeboden, terwijl er maar 2 dergelijke rijstroken nodig zijn voor doorgaand verkeer - voor de overige zou een dimensionering als stadsregionale hoofdweg volstaan.



Figuur 4: Rotterdam-Delft: rijstrookaanbod in 2020 (MIRT).

In de visie Robuust Wegennet bieden we een robuuste capaciteit van 6 rijstroken voor stadsregionaal verkeer, evenwichtig verdeeld over drie routes van 80 km/u: de "N4", de "N13" en de N471. Door deze evenwichtige verdeling van de capaciteit is er in geval van een gehele of gedeeltelijke stremming op één van de drie routes, altijd nog een redelijke verkeersafwikkeling mogelijk via de overgebleven twee routes. Dit betekent dat de N471 uitgebreid wordt tot 2x2 rijstroken, maar dat de A13 per richting met een rijstrook minder toe kan, terwijl de resterende 2x2 rijstroken ook nog iets smaller kunnen zijn. De ruimtewinst zou kunnen worden benut voor het realiseren van een Zuidtangent-achtige vrije OV-baan langs de N13, waarmee ook het OV-net in deze corridor een stuk robuuster wordt (zie figuur 5).

Naast deze (in totaal) 6 rijstroken voor stadsregionaal verkeer hebben we nog 2 rijstroken per richting nodig voor doorgaand verkeer. We hebben ervoor gekozen om deze doorgaande route langs de A4 te voeren, omdat dat het beste aansluit bij het huidige beleid. Dit betekent dat de A4/N4 in totaal 4 rijstroken per richting krijgt, 2 voor stadsregionaal verkeer (80 km/u) en 2 voor doorgaand verkeer (120 km/u). Dat is 2 meer dan in de huidige plannen voorzien is.



Figuur 5: Rotterdam-Delft: rijstrookaanbod in 2020 (visie Robuust Wegennet).

2.5 Uitwerking voor de stedelijke regio Rotterdam - Den Haag

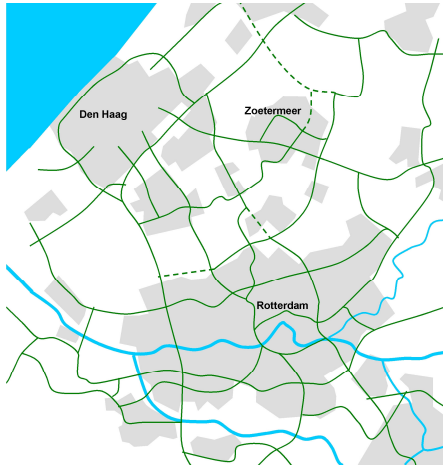
Stadsregionaal hoofdnet

Het stadsregionale hoofdnet wordt ontworpen op een maximumsnelheid van 80 km/u en is fijnmaziger dan het huidige autosnelwegennet: de maaswijdte is in de orde van 5 km. Deze routes zijn onderling vergelijkbaar in capaciteit (in de meeste gevallen 2 x 2 rijstroken). Waar zinvol kan dit netwerk gebundeld worden met vrije OV-banen.

Kruispunten tussen stadsregionale hoofdwegen kunnen iedere mengvorm hebben van een (turbo)rotonde, fly-over(s) en/of verkeerslichten, afhankelijk van de situatie. Bij aansluitingen van lokale wegen op dit stadsregionale hoofdnet zijn rotondes in de hoofdstroom echter ongewenst. Eenvoudige ongelijkvloerse oplossingen verdienen dan de voorkeur, desnoods verkeerslichten met een groene golf.

De congestiekans op het stadsregionale hoofdnet zal door het inbouwen van reservecapaciteit lager zijn dan nu; mocht er een file ontstaan dan zorgt het wegontwerp er, door het bewust inbouwen van bufferruimte, echter voor dat terugslag naar andere routes niet of nauwelijks meer zal voorkomen.

Onderstaande figuur 6 geeft het hoofdnet van stadsregionale verbindingen weer.



Figuur 6: Stadsregionaal hoofdnet.

Doorgaande routes

Voor doorgaand verkeer is een tweetal primaire hoofdroutes voorzien, één noord-zuid en één oost-west. Op deze routes wordt het doorgaande verkeer fysiek gescheiden afgewikkeld van het stadsregionale verkeer. Het aantal toegangspunten tot de doorgaande route wordt sterk beperkt, ongeveer om de 10 km, terwijl deze afstand in stedelijk gebied nu vaak niet meer dan 2 km is. De doorgaande routes hebben twee rijstroken per richting, hebben een ontwerpsnelheid van 120 km/u en kennen in de reguliere situatie geen congestie. Dit wordt tevens bereikt door bufferruimte te bieden op de toe- en de afritten van de doorgaande route. De tracering geschiedt zoveel mogelijk *langs* de steden (tangenteel).

In aanvulling op deze primaire doorgaande routes zijn er een aantal secundaire hoofdroutes voorzien, die extra in- en uitvalsroutes bieden voor verkeer van en naar de stedelijke regio. Daarnaast bieden deze routes een terugvaloptie voor doorgaand verkeer. In aanvulling daarop worden waar nodig terugvalopties geboden via het stadsregionale net, die in geval dat zij moeten worden ingezet, worden ondersteund met verkeersmanagement.

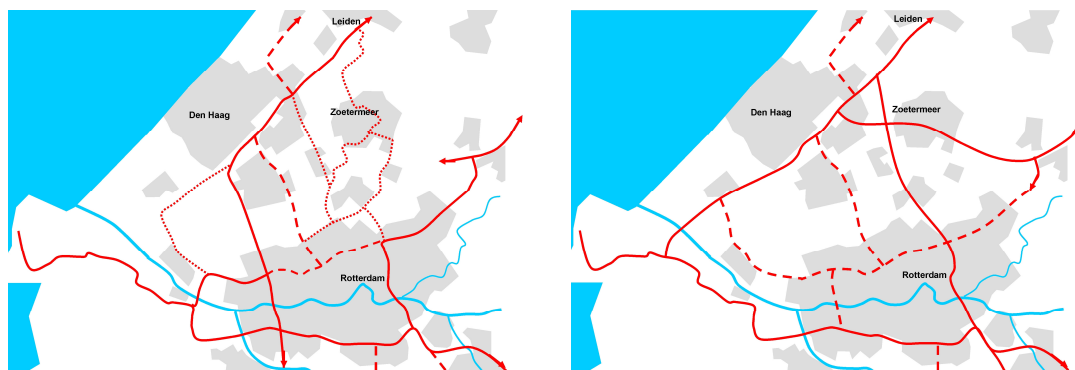
De primaire oost-westroute loopt via de A15. Voor de primaire noord-zuidroute zijn twee principeoplossingen denkbaar (zie onderstaande figuren):

1. primaire noord-zuidroute via de gehele A4 (inclusief de nog ontbrekende gedeelten);
2. primaire noord-zuidroute via de A16, die ten noorden van het Terbregseplein via aan nieuw tracé wordt verbonden met de A4 richting Leiden.

In de figuren (figuur 7) zijn met streep- en stippellijnen mogelijke alternatieve routes weergegeven.

De variant met de doorgetrokken A16 biedt vanuit de netstructuur voordelen: de doorgaande route mijdt het stedelijk gebied, en bovendien is er ruimte voor een volwaardige alternatieve route die niet interfereert met de primaire route (via A44-N14-A4). De ingreep en de verwachte realisatietijd van een nieuwe A16-A4 is echter naar verwachting erg groot. Daarom is toch gekozen voor de variant die beter aansluit bij het huidige beleid: een doorgaande route via de gehele A4. Dit impliceert dat een oplossing moet wor-

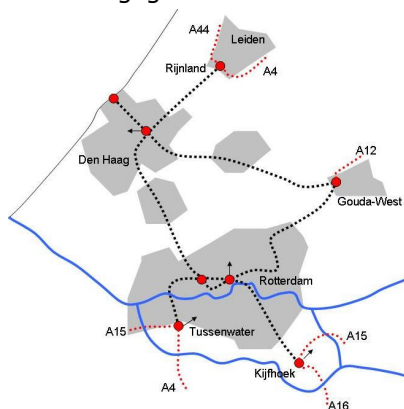
den gezocht voor de secundaire (alternatieve) route. Vanuit het zuiden is dit de A16, vanuit het noorden de A44. Deze twee "inprikkers" worden met elkaar verbonden door een aantal routes via het stadsregionale hoofdnet die geschikt moeten worden gemaakt voor doorgaand verkeer in geval van calamiteiten.



Figuur 7: Principeopties voor doorgaande routes.

Verknoping met openbaar vervoer

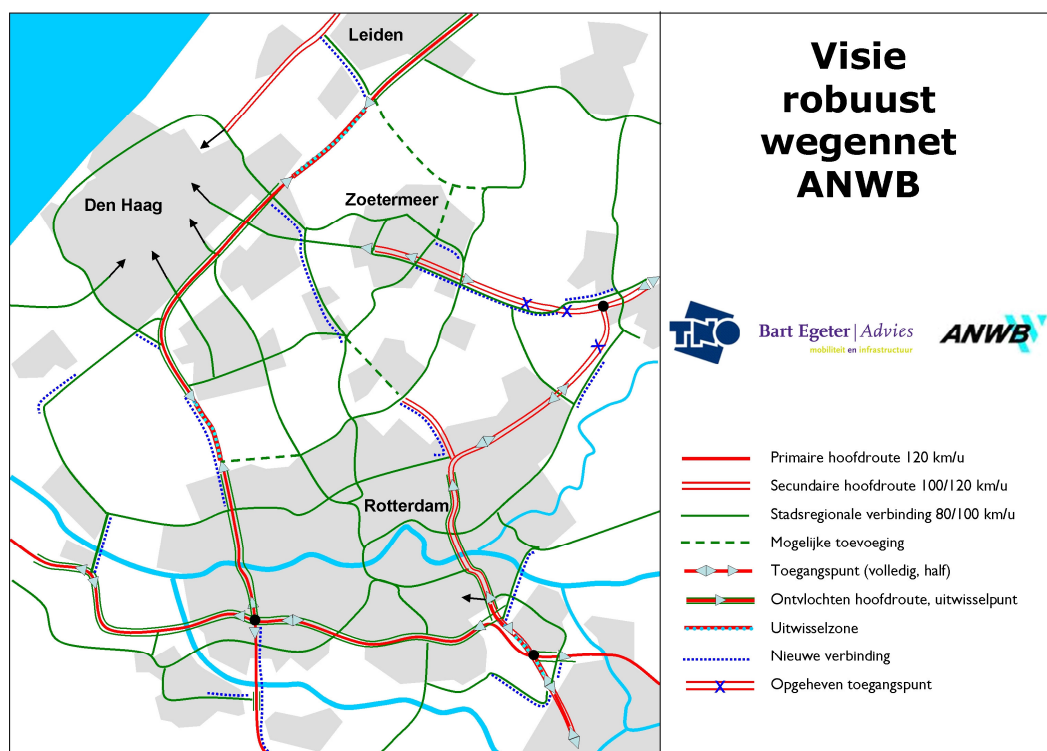
Een goede verknoping met het OV maakt integraal deel uit van een robuust wegennet. Daardoor nemen de keuzemogelijkheden om van A naar B te komen toe - en dat gaat verder dan alleen het mijden van de file. In onderstaande figuur 8 is een voorbeeld gegeven hoe deze verknoping zou kunnen worden uitgewerkt voor in- en uitgaande verplaatsingen: verplaatsingen die herkomst of bestemming in de stadsregio Rotterdam - Den Haag hebben. Aan de randen van het gebied zijn overstappunten die uitstekend bereikbaar zijn vanaf de doorgaande routes, en die de mogelijkheid bieden om over te stappen op snel en frequent OV op het juiste schaalniveau naar de belangrijkste bestemmingsgebieden.



Figuur 8: Verknoping met OV voor in- en uitgaande verplaatsingen.

Totaalbeeld

In de kaart (figuur 9) is de uitwerking van het robuuste netwerk weergegeven; hierin zijn zowel de stadsregionale hoofdwegen als de doorgaande routes opgenomen.



Figuur 9: Visie robuust wegennet: totaalkaart.

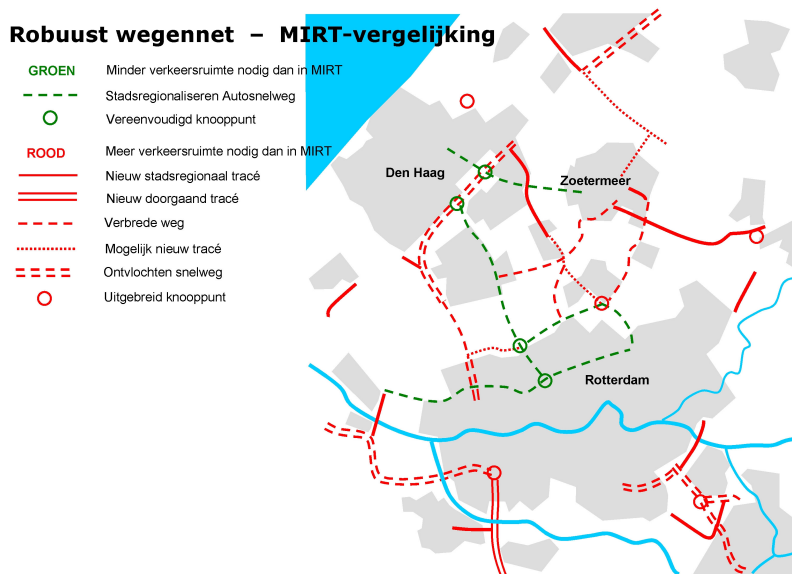
Modelberekeningen

Het robuuste wegennet is met behulp van het model Indy van TNO vergeleken met het huidige beleid voor 2020, waarin prijsbeleid is meegenomen, evenals alle projecten uit het MIRT. Het blijkt dat het robuuste netwerk de gemiddelde reistijd in de reguliere spits met 2,3% reduceert; bovendien neemt de totale reisafstand met 0,8% af, door het verminderen van omwegen. Het robuuste netwerk is echter vooral veel beter bestand tegen incidenten - en daar was het ook op ontworpen: de extra reistijd als gevolg van incidenten neemt met bijna 30% af.

Verder tonen de modelberekeningen aan dat door het op grote schaal toepassen van buffers, de totale reistijd op het netwerk met 12 % kan worden verminderd.

Vergelijking met MIRT

Figuur 10 geeft een idee waar volgens de visie Robuust Wegennet anders moet worden geïnvesteerd dan volgens het MIRT voorzien is. Soms kan het robuuste wegennet toe met minder verkeersruimte dan in het MIRT (aangegeven in groen), soms vraagt het juist meer verkeersruimte (aangegeven in rood). Het gaat daarbij niet alleen om wegvakken, maar ook om herstructurering van knooppunten.



Figuur 10: Vergelijking Robuust Wegennet met MIRT.

2.6 Schetsmatige uitwerking van netwerkelementen

Een robuuste infrastructuurstrategie bestaat niet alleen uit een visie op de netwerkconfiguratie, maar ook op de dimensionering van de elementen in dit netwerk: knooppunten, wegvakken en aansluitingen. Van een aantal plekken in het netwerk is schetsmatig uitgewerkt hoe deze er in de nieuwe structuur uit zouden kunnen zien. Als voorbeeld is de nieuwe configuratie van het Prins Clausplein weergegeven (figuur 11).



Figuur 11: Het Prins Clausplein (schets: Grontmij).

Op de plek van het huidige Prins Clausplein komt een kruispunt van twee stadsregionale hoofdwegen (de "N12" en de "N4"). De rechtdoorgaande bewegingen worden ongelijkvloers afgewikkeld, de afslaande bewegingen via een met verkeerslichten geregeld verkeersplein. Tussen de rechtdoorgaande stadsregionale rijbanen van de N4 vinden ook de rijbanen voor doorgaand verkeer (de A4) een plek. Deze doorgaande rijbanen hebben hier geen op- en afritten.

3. Samenvattend: de kern van de visie

In de *Visie Robuust Netwerk* streven we na de structuur van het netwerk aan te passen, met als doel deze beter te laten aansluiten bij de mobiliteit in de regio, en het netwerk beter bestand te maken tegen verstoringen.

De kern van de visie bestaat uit:

1. Een herkenbaar "*stadsregionaal hoofdnet*": een afzonderlijke, robuuste en evenwichtige hoofdstructuur voor stadsregionaal verkeer binnen de stedelijke regio Rotterdam – Den Haag:
 - de wegen in dit hoofdnet zijn een tussenvorm van de huidige autosnelweg en het onderliggend wegennet;
 - er zijn meerdere gelijkwaardige routes mogelijk van A naar B;
 - waar dit zinvol is, is het stadsregionale hoofdnet geïntegreerd met OV-banen.
2. Een beperkt aantal routes *speciaal voor doorgaand verkeer*, waar het aantal op- en afritten zeer beperkt is. De maximum snelheid op deze routes is 120 km/u.
3. In niet-reguliere situaties biedt het netwerk *flexibele gebruiksmogelijkheden*: bijvoorbeeld tijdelijke doorsteken in de middenberm die normaalgesproken gesloten zijn.
4. Wegen worden *ontworpen op stromen én op bufferen*: waar congestie voorkomt, wordt terugslag op andere routes tegengaan met behulp van buffers, en wordt verkeer gedoseerd om belangrijke routes te laten stromen.

De visie veroorzaakt geen grootschalige asfaltering: de hoeveelheid rijstrookkilometers komt ongeveer overeen met wat in het MIRT reeds gepland is. Het is echter de bedoeling de 'verkeersruimte' anders te verdelen naar stadsregionale en hoofdroutes, en de knooppunten aan te passen onder invloed van de nieuwe netwerkstructuur. Hier en daar zijn nieuwe verbindingen nodig om van het stadsregionale hoofdnet een zelfstandig, aaneengesloten en robuust netwerk te maken.

Geraadpleegde literatuur

- Egeter, B., T. Vonk, G. Tertoolen, T. van Rooijen en L.H. Immers (2007). *ARKO: Architectuur Wegenknooppunten*. TNO, Mobiliteit en Logistiek in opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Rapportnr. 034.65169. Delft.
- Immers, L.H., A. Bleukx, M. Snelder en J.E. Stada (2004). *Betrouwbaarheid van reistijden: het belang van netwerkstructuur en optimale wegcapaciteit*. Tijdschrift Vervoerswetenschap, jaargang 40, nr. 4. Blz. 18-28
- Meeuwissen, A. (2002). *Exchange principle of congestion cost and road infrastructure cost*. TNO Inro, Delft 2002.
- Schrijver, J.M., B. Egeter, L.H. Immers, M. Snelder (2008), *Visie robuust wegennet ANWB*, TNO, Delft, juli 2008.
- Snelder, M., L.H. Immers, I. Wilmink (2004), *De begrippen betrouwbaarheid en robuustheid nader verklaard*, CVS, Zeist, pp 741-760
- Yperman, I., J.E. Stada and L.H. Immers (2003), *Punctuele logistiek dankzij een robuust netwerk*, Proc. 10^e Vervoerslogistieke Werkdagen, Corsendonck, Belgium, November 2003.