

Robuustheid als criterium bij wegverbreding

Jan Hartman
Grontmij Nederland BV
jan.hartman@grontmij.nl

Hans Drolenga
Grontmij Nederland BV
hans.drolenga@grontmij.nl

**Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk
22 en 23 november 2012, Amsterdam**

Samenvatting

Robuustheid wegennet telt mee in besluitvorming

De wijze waarop robuustheid heeft meegewogen bij de besluitvorming wordt in dit paper toegelicht aan de hand van de Verkenning van de N50 tussen Ens en Emmeloord. Deze weg maakt deel uit van het hoofdwegennet van Nederland en is een belangrijke vervangende netwerkschakel, onder andere in het kader van externe veiligheid. Bij calamiteiten op de A6 en de A28 kan de rijksweg N50 als vervangende route dienen voor het doorgaande verkeer. Maar dan moet die wel meer kwaliteit krijgen.

Momenteel heeft de weg op het traject tussen Ens en Emmeloord één rijstrook per richting, met een vluchtstrook. De rijbanen zijn gescheiden door middel van een geleiderail. Er geldt een maximumsnelheid van 100 km/u. Vanuit Emmeloord is er exclusief voor bussen in lijndienst de mogelijkheid via een met verkeerslichten geregelde middenbermdoorsteek de N50 op te rijden in zuidelijke richting. Het aansluitende weggedeelte van de N50 tussen Ens en Ramspol wordt momenteel al verbreed naar 2x2 rijstroken.

De huidige vormgeving van N50 tussen Ens en Emmeloord wordt aangemerkt als een ongewenste discontinuïteit in het wegbeeld van de gehele verbinding tussen knooppunt Emmeloord (A6) en knooppunt Hattemerbroek (A28). Tussen Ens en Emmeloord mag over een afstand van circa 6,5 kilometer niet worden ingehaald. Het niet kunnen passeren van de langzamere voertuigen leidt zowel tot verkeersonveilige (en verboden) inhaalmanoeuvres als tot oponthoud. De gelijkvloerse (bus)kruising met verkeerslichten past niet bij een Duurzaam Veilige regionale stroomweg.

In afwijking van veel andere situaties ligt de argumentatie voor de verbreding van dit traject van de N50 niet bij groeiende intensiteit en toenemende files. Het voornemen is gebaseerd op verbetering van de verkeersveiligheid en versterking van de functie, rekening houdend met de robuustheid van het netwerk.

Na verbreding ontstaat restcapaciteit op dit deel van de N50, waarmee extra overloopruimte geboden wordt voor verkeer dat te maken krijgt met stagnatie op de A6 en de A28. Extreme toename van reistijden in geval van calamiteiten wordt dan voor een belangrijk deel voorkomen.

De discussie in dit paper gaat over de kwaliteitsmaat. Als bijvoorbeeld 20% van het gestagneerd verkeer via de overlooproute de weg kan vervolgen, is dat dan voldoende? Of ligt de lat hoger, wetende dat het nooit 100% zal kunnen zijn?

1. Verkenning N50 tussen Ens en Emmeloord

1.1 Aanleiding

De rijksweg N50 tussen knooppunt Emmeloord (verbinding met de A6) en knooppunt Hattemerbroek (verbinding met de A28) heeft een belangrijke regionale en doorgaande functie voor het wegverkeer. De regio (provincie Flevoland en gemeente Noordoostpolder) hebben de ambitie om het weggedeelte van de N50 tussen Emmeloord en Ens om te bouwen naar 2x2 rijstroken (lengte circa 6,5 km). Deze aanpassing heeft een positieve uitwerking op de economische ontwikkeling, de bereikbaarheid van de regio, de verkeersveiligheid en de robuustheid van het netwerk. De ombouw van dit weggedeelte tot 2x2 rijstroken sluit aan bij de huidige realisatie van de verbreding N50 Ens-Ramspol tot een autoweg met 2x2 rijstroken met ongelijkvloerse aansluitingen.



Afbeelding 1: Het in onderzoek genomen weggedeelte N50 Ens - Emmeloord.

De ombouw van de N50 in de Noordoostpolder levert een extra impuls om de geambieerde regionale economische groei te kunnen verwezenlijken. In het Omgevingsplan Flevoland (2006)¹ is voor Noordelijk Flevoland verwoord dat de groei van het gebied achterblijft bij de groei van overig Flevoland. Investeringen in de fysieke omgeving, zoals de ombouw van de N50 in de Noordoostpolder, zijn een waardevolle ondersteuning voor de groei van de regionale economie en bereikbaarheid.

In de Nota Mobiliteit Flevoland (2006)² wordt in het streefbeeld voor 2015 de N50 in de Noordoostpolder aangeduid als een stroomweg II - dubbelbaans (autoweg). De huidige doorstroming op de N50 in combinatie met het hoge aantal brugopeningen van de Ramspolbrug wordt als belangrijk knelpunt ervaren.

¹ Omgevingsplan Flevoland 2006, Provincie Flevoland.

² Nota Mobiliteit Flevoland 2006, Provincie Flevoland.

1.2 Doel

Het doel van de Verkenning is te komen tot een voorkeursoplossing voor de problemen op het traject N50 Ens-Emmeloord. De Verkenning richt zich op het planjaar 2020. Dit is de planhorizon van de Nota Mobiliteit³ en van veel provinciale en gemeentelijke beleidsdocumenten.

De Verkenning richt zich op:

1. de ombouw van de N50 tot 2x2 rijstroken;
2. de aansluiting van de verbrede N50 op het Knooppunt Emmeloord (aansluiting met de A6);
3. de gelijkvloerse (bus)kruising met verkeerslichten.

1.3 Probleemanalyse

Het traject van de N50 tussen Ens en Emmeloord kampt met verkeersveiligheidsproblemen en biedt als overlooproute te weinig kwaliteit.

Verkeersveiligheidsproblemen

Voor de Verkeersveiligheidsproblemen zijn er twee belangrijke oorzaken:

1. Vanwege de gescheiden rijbanen met één rijstrook en een vluchtstrook per richting op dit traject, mag niet worden ingehaald. Op het traject geldt een maximumsnelheid van 100 km/u. Dit leidt tot ongeoorloofd en onveilig inhaalgedrag. Langzame voertuigen, zoals vrachtwagens, worden geregeld via de vluchtstrook rechts ingehaald. Ook komt het voor dat het vrachtverkeer een deel de vluchtstrook gebruikt om sneller rijdende (personen)auto's de gelegenheid te bieden links in te halen, ook al is dat ongeoorloofd.



Afbeelding 2 Het huidige dwarsprofiel van de N50 tussen Ens en Emmeloord

2. Het tweede knelpunt op de N50 bestaat uit een met verkeerslichten geregelde gelijkvloerse kruising ten behoeve van een busverbinding ter hoogte van de Bomenweg. De bus uit Emmeloord die in zuidelijke richting Ens en Kampen rijdt, sluit hier aan op de N50. Om de westelijke rijbaan van de N50 naar het zuiden te bereiken maakt de bus gebruik van een doorsteek via de middenberm die geregeld is met verkeerslichten. Bovendien bleken hier voetgangers ongeoorloofd over te steken.

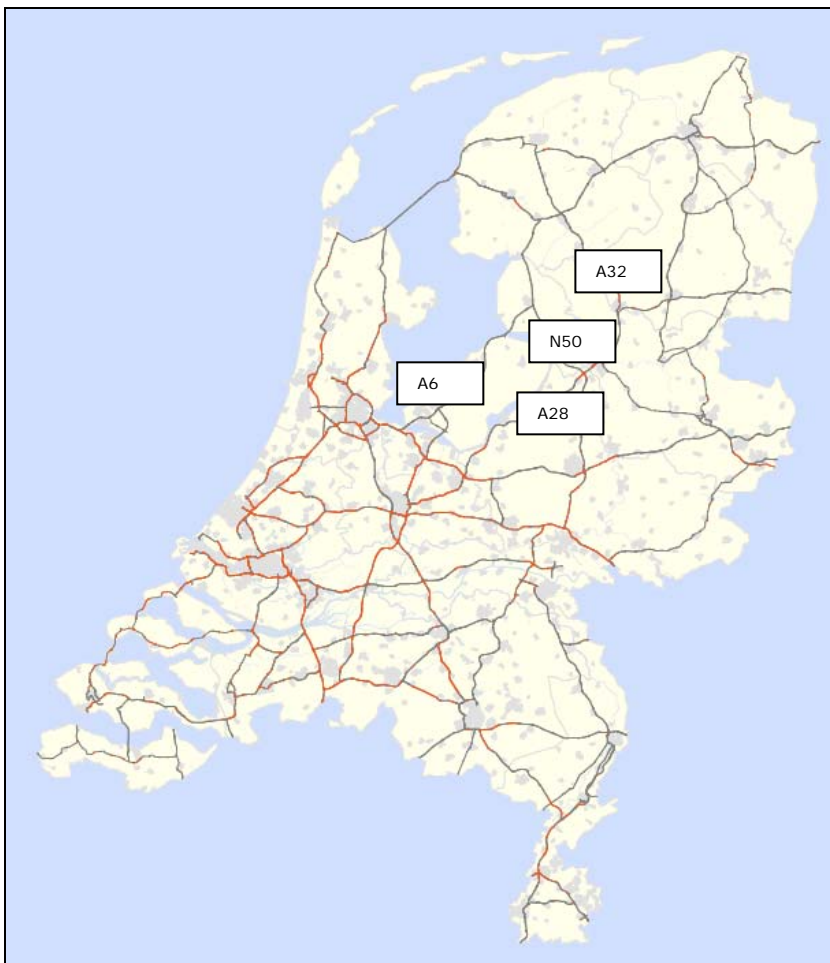
³ Nota Mobiliteit, naar een betrouwbare en voorspelbare bereikbaarheid, Ministerie van Verkeer en Waterstaat.



Afbeelding 3 De bestaande gelijkvloerse buskruising

Te weinig kwaliteit als overlooproute

In het wegennetwerk kunnen de A6, A28, A32 en N50 onderling voor een deel in extra capaciteit voorzien indien zich calamiteiten op één van deze verbindingen voordoen. In termen van robuuste netwerken is de betekenis van de N50, als verbindende schakel tussen de A6 en de A28, groot. Bij calamiteiten op een van deze autosnelwegen is de N50 als uitwijkroute/omleidingsroute de meest voor de hand liggende; feitelijk enige redelijke; alternatieve verbinding. Recente voorvallen als de storing aan het ophaalmechaniek van de Ketelbrug hebben dit ook onderstreept.



Afbeelding 4: Ligging N50, een verbindende schakel tussen A28-A32 en A6

In de huidige 2x1 configuratie kan de N50 bij oplopende verkeersintensiteiten ten gevolge van calamiteiten elders, slechts in beperkte mate extra worden belast. Naast het feit dat er op de N50 tussen Ens en Emmeloord niet mag worden ingehaald, zijn de risico's van stagnatie het grootst bij de enkelstrookse aansluiting (minder verwerkingscapaciteit) in het Knooppunt Emmeloord en bij de met een verkeersregelinstallatie geregelde busdoorsteek bij de Bomenweg.

In het knooppunt Emmeloord is sprake van enige turbulentie in de verkeersstroom. Het verkeer op de A6 is de hoofdstroom, maar in afwijking van de gebruikelijke en dus in het verwachtingspatroon passende verkeerstechnische lay-out van een dergelijk knooppunt, voegt het verkeer uit zuidelijke richting vanaf de N50 in het Knooppunt Emmeloord vanaf de linkerzijde, naar rechts in. Het verkeer in de hoofdstroom op de A6 kan hierdoor worden verstoord. Volledige ombouw van dit knooppunt met het doel deze onverwachte invoegbeweging te vermijden past niet binnen de doelstellingen, scope en financiële kaders van dit project. Daarom is deze bestaande situatie als 'gegeven' beschouwd.

1.4 Oplossingsrichtingen

Het bieden van een veilige, vlotte doorstroming en betrouwbare reistijden is onderdeel van het mobiliteitsbeleid. De oplossingsrichtingen moeten voldoen aan de beleidsdoelstellingen en de toepasselijke ontwerpnormeringen. Na onderzoek, ontwerpexercities, investeringsramingen, effectbepaling, toetsing en afweging van meerdere varianten is een voorkeursoplossing ontstaan voor elk van de drie probleemsituaties:

Ombouw N50 naar 2x2 rijstroken

Bij de ombouw van 2x1 rijstroken met vluchtstroken naar 2x2 rijstroken kan grotendeels gebruik gemaakt worden van het bestaande asphalt (huidige vluchtstrook). De fysieke verbreding aan de buitenzijden bedraagt circa 1,15 meter. Het kunstwerk over de Gietersetocht moet worden verbreed. Ten behoeve van de verkeersveiligheid worden op regelmatige afstand vluchthavens gerealiseerd.

Knooppunt Emmeloord

De twee rijstroken van de noordelijk gerichte oostbaan van de omgebouwde N50 worden doorgezet tot na de afrit naar de A6. Vervolgens wordt de linker rijstrook afgestreept en door het knooppunt geleid. De huidige aansluiting van de N50 op de A6 wordt niet gewijzigd.

Op de zuidelijk gerichte westbaan van de A6 wordt de linker rijstrook door het knooppunt naar de N50 geleid, zoals in de huidige situatie. Vervolgens vindt er een linkse rijstrookverdubbeling plaats. Verkeer vanaf de A6 (uit de richting Lelystad) voegt in via een toerit.

Ongelijkvloerse aansluiting Bomenweg, met schuin viaduct in noordelijke ligging

Het kunstwerk over de N50 komt te liggen in de vrije ruimte ten zuiden van het knooppunt Emmeloord. Met een T-kruising vanaf de Kamperweg wordt de kruisende weg via een schuine gelegen viaduct over de N50 geleid. Het zuidelijk gericht verkeer voegt met een toerit in op de N50 richting Ens. Deze oplossing is te realiseren binnen de bestemmingsplangrenzen N50.

De verbinding omvat ook een eenzijdig gelegen in twee richtingen te berijden fietspad. Het fietspad sluit aan op de Bomenweg west en kan ook gebruikt worden door voetgangers die de verplaatste bushaltes nabij de T-kruising met de Kamperweg willen bereiken. Voor voetgangers bestaat er daarom geen reden meer om de N50 (ongeoorloofd) over te steken.

De afrit bij de Bomenweg voor het verkeer uit de richting Ens blijft gesitueerd op de huidige locatie. De aansluiting van de afrit op de Kamperweg wordt aangepast.

1.5 Effecten

De vooraf meegewogen effecten van de deze voorkeursoplossing op de robuustheid van het netwerk worden hieronder uit de doeken gedaan. Hierbij is aangesloten bij definitie van robuustheid als de mate waarin extreme reistijden als gevolg van incidenten kan worden voorkomen (bron: de betekenis van Robuustheid, KiM, 2010)⁴. Dit geldt voor zowel de route zelf als in geval van calamiteiten op een andere route. De beleidsdoelstelling voor robuustheid wordt verwoord in de Nota Mobiliteit (NOMO, 2004).

Bij het analyseren van de effecten voor robuustheid bij de ombouw van N50 geldt dat (bron: NOMO):

- de A6 een achterlandverbinding is;
- de N50 onderdeel uit maakt van het hoofdwegennet;
- de A6 als achterlandverbinding een hogere prioriteit heeft dan de N50;
- de N50 bij incidenten als uitwijkroute/omleidingsroute gebruikt kan worden voor de A28-A32 (Knooppunt Hattemerbroek-Knooppunt Heerenveen) en/of de A6.

Na ombouw van het wegvak van de N50 tussen Ens en Emmeloord ontstaan 2 rijstroken per richting. Bij de afweging van de mogelijke aansluitvormen van de naar 2 x 2 verbrede N50 in het knooppunt Emmeloord is een analyse van de opvangcapaciteit van de in het knooppunt gelegen verbindingssbaan gemaakt, zowel in zuidelijke al in noordelijke richting.

Eerst is de capaciteit van de enkelstrooks verbindingssbaan vastgesteld op 1800 mvt/uur. Vervolgens is berekend welk deel van deze capaciteit in het maatgevend spitsuur wordt verbruikt. Het verschil tussen beide is de restcapaciteit in 2020.

	Reguliere situatie N50 maatgevend spitsuur	Restcapaciteit
Verbindingsbaan Noord → Zuid	900 mvt/uur	900 mvt/uur
Verbindingsbaan Zuid → Noord	1.000 mvt/uur	800 mvt/uur

Tabel 1 Restcapaciteiten in de verbindingssbanen knooppunt Emmeloord in 2020

Vervolgens is per richting de gemiddelde hoeveelheid verkeer in het maatgevend spitsuur berekend dat gebruikt maakt van de beide autosnelwegen.

	A28 - A32 maatgevend spitsuur	A6 maatgevend spitsuur
Noord → Zuid	1.800 mvt/uur	3.500 mvt/uur
Zuid → Noord	1.900 mvt/uur	3.600 mvt/uur

Tabel 2 Maatgevende spitsuurbelasting A28-A32 en A6

Met deze gegevens is het deel van het spitsverkeer op de beide snelwegen berekend dat bij stagnatie kan uitwijken naar de N50, ervan uitgaande dat die maximaal tot aan de capaciteit van de verbindingssbanen kan worden belast. Bij de acceptatie van de theoretische 100% belasting (in plaats van een I/C van 0,9) hebben vier pragmatische overwegingen een rol gespeeld:

1. De enkelstrooks verbindingssbanen zijn niet meer dan ca. 150 resp. 250 m. lang en kunnen vol belast worden. De bekende afname van de capaciteit van enkelstrooks verbindingssbanen met de lengte⁵ zal bij deze lengte niet optreden.

⁴ De betekenis van Robuustheid, KiM, 2010

⁵ Capaciteitswaarden Infrastructuur Autosnelwegen, Handboek, september 2002, Adviesdienst Verkeer en Vervoer

2. De variaties in de maatgevende spitsuurbelastingen over de lengte van de relevante trajecten van de beide autosnelwegen zijn niet meegenomen.
3. Op het verbrede deel van de N50 tussen Ens en Emmeloord komen twee rijstroken per richting beschikbaar. Op de totale verbinding is een grotere capaciteit beschikbaar, vooral vanwege de bufferende werking.
4. Het zuidelijk gelegen traject van de N50 tussen Ramspol en knooppunt Hattemmerbroek heeft een wegprofiel met een zogenaamde alternerende derde rijstrook. Op vaste delen van dit traject zijn twee rijstroken in de ene richting beschikbaar en één rijstrook in de andere richting. De tweede rijstrook is daarom wisselend in noordelijke, dan wel in zuidelijke richting beschikbaar. Hoewel de enkelstrooks situatie maatgevend is (1800 mvt/h), zal de capaciteit op dit trajectdeel vanwege het alternerende dwarsprofiel een fractie hoger liggen (1900 mvt/h).

Uitgaande van bovenstaande gegevens is de opvangcapaciteit van de N50 indicatief berekend.

	A28 - A32 Maatgevend spitsuur	A6 Maatgevend spitsuur
Verbindingsbaan Noord → Zuid	900/1.800 = 50%	900/3.500 = 26%
Verbindingsbaan Zuid → Noord	800/1.900 = 42%	800/3.600 = 22 %

Tabel 3 Opvangcapaciteit in % (= restcapaciteit / maatgevend spitsuur A28 - A32 en A6)

Hoewel a priori geen normering van opvangcapaciteit voor handen was, bleken de berekeningen van de opvangcapaciteit boven verwachting hoog. De wegbeheerder stelde dat het verkeer op de A28-A32 en op de A6 dat te maken krijgt met stagnatie op de route, redelijk goed gebruik kan maken van de N50 als alternatieve verbinding. Dit leidde tot de slotsom dat de verbrede N50 voldoende kan functioneren als omleidingroute, zelfs als de verbindingsbanen in het knooppunt Emmeloord 1 rijstrook per richting hebben.

Aan bovenstaande analyse werd de volgende conclusie verbonden:

In het kader van robuustheid is geen noodzaak aanwezig om extra capaciteit van de verbindingsbanen toe te voegen in het Knooppunt Emmeloord door aanleg van een extra rijstrook.

De minister van Infrastructuur en Milieu beoordeelde de Verkenning en kwam tot de slotsom dat de problematiek in voldoende mate naar voren is gebracht en dat de voorkeursoplossing een sterke bijdrage zal leveren aan het behalen van de beleidsdoelstellingen van het Rijk. In januari 2012 besloot zij het project te promoveren naar de Planstudiefase. Rijkswaterstaat IJsselmeergebied heeft de uitvoering van deze fase op zich genomen.

2. Discussie kwaliteitsmaat

2.1 Terecht tevreden?

Deze conclusies uit de Verkenning zijn overgenomen en de voorgenomen investering wordt gerechtvaardigd geacht. De bijdrage aan de robuustheid van het wegennetwerk werd als redelijk gezien. De cijfers waren gebaseerd op een spitsuurberekening. Het is bekend dat de risico's op incidenten toeneemt naarmate de I/C-verhouding toeneemt. Buiten de spitsperioden zal de opvangcapaciteit van de N50 als alternatieve route daarom groter zijn dan in de spitsuren.

Er was geen aanleiding het effect van verdubbeling van de verbindingbanen in het knooppunt verder te onderzoeken. De extra investering is dan ook niet afgewogen. De uitwerking in de Planstudiefase en het bijbehorende onderzoek is nog niet gedefinieerd. Mogelijk dat het onderwerp robuustheid nader wordt onderzocht. Daar lijkt ook alle aanleiding voor te bestaan.

Het is een aanrader de incidentsituaties op de aangrenzende autosnelwegen nader onder de loep te nemen. De bestaande, eenvoudige berekeningen gingen namelijk uit van het slechtst denkbare scenario, namelijk dat op de bedoelde autosnelwegen een volledige stagnatie optreedt. En die situatie komt voor; een volledig geblokkeerde Ketelbrug in 2011 is daar een goed voorbeeld van; maar blijft sporadisch. Overigens staat de A28 op plaats 13 in de ranglijst van autosnelwegen die tot het grootste reistijdverlies per incident geleid (gemiddeld over de jaren 2007, 2008 en 2009). De A6 en A32 staan beduidend lager in de lijst. De optredende incidenten op autosnelwegen leiden doorgaans niet tot volledige afsluitingen en bovendien is de duur van een verkeersmaatregel ten gevolge van een incident bijna nooit meer dan 2 uur.

2.2 Incidentkenmerken

De robuustheid van een wegennetwerk wordt op hoofdlijnen bepaald door enerzijds de incidentkans, die aangeeft hoe groot de kans is dat er een probleem is en anderzijds de gevolgen van het incident die zich uit in reistijdverlies. In onderzoek naar incidenten die leiden tot substantiële reductie van de capaciteit van een weg⁶ is onderscheid gemaakt in incidenten die plaatsvinden zonder dat zij effect op de capaciteit hebben en incidenten die dat wel hebben. Hierbij is onderscheid gemaakt in incidenttype (pech- en ongeval) en voertuigsoort (personen- en vrachtauto). Bijvoorbeeld kijkend naar voertuigtype (personenauto versus vrachtauto) valt bij pechgevallen op dat het risico voor vrachtauto's ongeveer drie keer hoger is dan voor personenauto's. Dat ligt waarschijnlijk in het feit dat pechgevallen bij vrachtauto's vaker voorkomen dan bij personenauto's. Verder zullen er bij het merendeel van de pechgevallen bij vrachtauto's naar verwachting eerder maatregelen worden genomen dan bij pechgevallen met personenauto's

Verder blijkt dat het afsluiten van een rijstrook de meest genomen verkeersmaatregel is. Deze verkeersmaatregel komt in verschillende vormen voor (met afgerond percentage):

- Afsluiting rechter rijstrook of rijstroken (36%);
- Afsluiting linker rijstrook of rijstroken (30%);
- Afsluiting twee rijstroken (13%);
- Afsluiting rijbaan (8%).

De resterende ca 13% betreft een ander type maatregel.

De bovengenoemde frequentieverdeling van capaciteitsreductie van genomen verkeersmaatregelen verschilt aanzienlijk naar incidenttype (pech- en ongeval) en voertuigsoort (personen- en vrachtauto). Zo geldt bijvoorbeeld dat bij een pechgeval vrachtauto bij 80% van de gevallen de rechter rijstrook of rijstroken zijn afgesloten, terwijl dat voor pechgevallen personenauto veel lager ligt. Bij ongevallen met

⁶ De robuustheid van het Nederlandse wegennet, 2011, TNO, Delft

vrachtauto's is bij 29% van de gevallen de gehele rijbaan afgesloten, bij ongevallen met personenauto's ligt dit percentage veel lager, namelijk 7%.

Naast verschillen in de capaciteitsreductie verschilt ook de gemiddelde tijdsduur van de genomen verkeersmaatregelen naar incidenttype en voertuigsoort.

Incidenttype	Gemiddelde tijdsduur genomen verkeersmaatregel
Pechgeval auto	17 minuten
Pechgeval vracht	32 minuten
Ongeval auto	33 minuten
Ongeval vracht	108 minuten

Tabel 4 Gemiddelde tijdsduur genomen verkeersmaatregel naar incidenttype

Bij een ongeval is de tijdsduur van genomen verkeersmaatregelen beduidend langer dan bij een pechgeval. Bovendien is vastgesteld dat de tijdsduur van een verkeersmaatregel in de spits doorgaans enkele minuten minder is dan buiten de spits. Kennelijk leidt de noodzaak snel te handelen in de drukke perioden in de regel tot een effectieve lokale organisatie.

2.3 Vermijdbaar reistijdverlies

Incidenten leiden tot (extra) reistijdverlies. Dit verlies wordt bepaald door de incidentkenmerken, maar ook door de restcapaciteit op het wegvak waar het incident plaatsvindt zelf en uiteraard de restcapaciteit op overige wegen in het netwerk. In de spitsperiode is de verkeersbelasting op het wegennet aanzienlijk hoger dan in de 'restdagperiode'. Voor de bepaling van het reistijdverlies en robuustheid wordt aanbevolen naast de spitsperiode ook te kijken naar de restdagperiode. In die periode zal een groter aandeel van het gestagneerd verkeer bediend kunnen worden. Daarnaast kan het reistijdverlies in financiële zin worden gewaardeerd. Hiermee kan bijvoorbeeld de mogelijke investering van de verdubbeling van de verbindingbanen in het knooppunt afgewogen worden tegen de baten (minder kwetsbaarheid – meer robuustheid) die deze maatregel oplevert. Het is niet uitgesloten dat dat tot de conclusie leidt dat het verdubbelen van de verbindingbanen in het knooppunt Emmeloord toch een nuttige investering is.

De bestaande, eenvoudige berekening in de Verkenning naar de beschikbare restcapaciteit ging uit van het slechts denkbare scenario, namelijk dat op de bedoelde autosnelwegen een volledige stagnatie optreedt. Dit geeft een eerste indruk, de bovenbeschreven aspecten over de incidentkans, type (capaciteitsreductie) van genomen verkeersmaatregelen en de gemiddelde tijdsduur van deze genomen verkeersmaatregelen laten zien dat een verdiepingsslag mogelijk is; door bijvoorbeeld een gewogen gemiddelde over alle genomen verkeersmaatregelen te nemen (in plaats van een volledige afsluiting) en onderscheid te maken in incidenttype en voertuigsoort. In vergelijking met de A6 is het aantal vrachtauto's op de A28 hoger, incidenten met vrachtauto's hebben een grotere impact op robuustheid. Door dit verschil in voertuigkilometers mee te nemen ontstaat een reëler beeld van de robuustheid.

2.4 Conclusie

Het aangehaalde onderzoek naar de robuustheid van het Nederlandse wegennet geeft duidelijk aan hoe de kwetsbaarheid van verbindingen en het totale netwerk op basis van voertuigprestaties, incidenttypes, risico's en verwacht reistijdverlies kan worden berekend. Dat een verbrede N50 leidt tot een verbeterde robuustheid van het wegennetwerk staat buiten kijf, door het toepassen van de methodiek in het aangehaalde onderzoek kan het begrip robuustheid daadwerkelijk worden geoperationaliseerd en ontstaat inzicht in de mate waarin een verbrede N50 bijdraagt aan de robuustheid van het wegennetwerk. Uitgedrukt in vermeden reistijdverlies leidt dat naar verwachting tot een nog gunstiger bijdrage aan de robuustheid.

3. Literatuurlijst

De betekenis van robuustheid. Robuustheid in kosten-batenanalyses van weginfrastructuur. Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM). Korteweg en Rienstra, 2010.

De robuustheid van het Nederlandse hoofdwegennet, TNO-060-DTM-2011-04228. Snelder (TNO) en Drolenga (Grontmij), 2011.

Capaciteitswaarden Infrastructuur Autosnelwegen, Handboek. Adviesdienst Verkeer en Vervoer, 2002.

Nota Mobiliteit Flevoland. Provincie Flevoland, 2006.

Nota Mobiliteit, naar een betrouwbare en voorspelbare bereikbaarheid, Ministerie van Verkeer en Waterstaat.

Omgevingsplan Flevoland. Provincie Flevoland, 2006.

De auteurs bedanken Johan Pruijm van de provincie Flevoland en Tim Schiereck van Rijkswaterstaat IJsselmeergebied voor hun reflectie.