

Verkeersveiligheid in regionale netwerkanalyses

Ing. G. Schermers (SWOV), ir. J. Drolenga (Grontmij) & ir. H.L. Tromp
(Goudappel Coffeng)

R-2007-12

Verkeersveiligheid in regionale netwerkanalyses

Verkenning van een kwantitatieve analyse in Zuid-Limburg en Stadsregio
Arnhem Nijmegen

R-2007-12

Ing. G. Schermers (SWOV), ir. J. Drolenga (Grontmij) & ir. H.L. Tromp
(Goudappel Coffeng)

Leidschendam, 2008

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV

Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2007-12
Titel:	Verkeersveiligheid in regionale netwerkanalyses
Ondertitel:	Verkenning van een kwantitatieve analyse in Zuid-Limburg en Stadsregio Arnhem Nijmegen
Auteur(s):	Ing. G. Schermers (SWOV), ir. J. Drolenga (Grontmij) & ir. H.L. Tromp (Goudappel Coffeng)
Projectleider:	Ing. G. Schermers
Projectnummer SWOV:	06.1.1
Trefwoord(en):	Risk assessment, traffic modelling, regional analysis, road network, accessibility, injury, accident rate, evaluation (assessment), sustainable safety, Netherlands.
Projectinhoud:	Regionale netwerkanalyses zijn bedoeld om de bereikbaarheid te verbeteren. Op basis hiervan kan men voor bepaalde bereikbaarheidsmaatregelen kiezen. Verkeersveiligheid is tot nu toe niet kwantitatief meegenomen in regionale netwerkanalyses, waardoor ze geen inzicht geven in de verkeersveiligheidseffecten van de bereikbaarheidsmaatregelen. Dit rapport presenteert een methode om verkeersveiligheid op een kwantitatieve manier te integreren in regionale netwerkanalyses. De methode wordt geïllustreerd door toepassing voor twee regio's: Zuid-Limburg en Stadsregio Arnhem Nijmegen.
Aantal pagina's:	40 + 9
Prijs:	€ 11,25
Uitgave:	SWOV, Leidschendam, 2008

De informatie in deze publicatie is openbaar.
Overname is echter alleen toegestaan met bronvermelding.

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV
Postbus 1090
2260 BB Leidschendam
Telefoon 070 317 33 33
Telefax 070 320 12 61
E-mail info@swov.nl
Internet www.swov.nl

Samenvatting

Naar aanleiding van het beleid dat is opgetekend in de *Nota Mobiliteit* zijn er in de afgelopen jaren regionale netwerkanalyses uitgevoerd in elf stedelijke gebieden. De netwerkanalyses zijn bedoeld om de regionale bereikbaarheid in kaart te brengen en na te gaan welke effecten bepaalde maatregelen waarschijnlijk zullen hebben op de bereikbaarheid.

Verkeersveiligheid is in regionale netwerkanalyses vaak alleen impliciet meegenomen. Hierdoor geven regionale netwerkanalyses hooguit een kwalitatief inzicht in de huidige verkeersveiligheidssituatie, of in de verkeersveiligheidseffecten van de te nemen maatregelen. Toch is het van belang om verkeersveiligheid ook kwantitatief in beeld te brengen. Dit biedt de mogelijkheid om verkeersveiligheid mee te nemen in kosten-batenanalyses en om rekening te houden met de bijdrage van de verschillende (bereikbaarheids)maatregelen aan de regionale verkeersveiligheidsdoelstellingen.

Deze studie presenteert een analysemethode om verkeersveiligheid structureel en kwantitatief mee te nemen in regionale netwerkanalyses, en test deze methode in twee regio's waar de netwerkanalyses reeds zijn toegepast: Zuid-Limburg en Stadsregio Arnhem Nijmegen.

Om de verkeersveiligheid op een kwantitatieve manier op te nemen in de regionale netwerkanalyses moet zowel de (duurzame) veiligheid van het netwerk zelf (en de toekomstige ontwikkelingen daarin) als de regionale veiligheid in termen van verkeersongevallen (en de toekomstige ontwikkelingen daarin) worden geanalyseerd.

Op netwerkniveau maakt de methode daartoe gebruik van een 'netwerktoets' op categoriseringsplannen. Daarmee wordt bepaald of de toegekende wegcategorieën in het regionale netwerk voldoen aan de Duurzaam Veilig-eis dat hun vorm en gebruik overeenstemmen met hun functie.

Op ongevallenniveau wordt voor berekening van de verkeersveiligheid gebruikgemaakt van regionale of landelijke risicocijfers per wegtype. De regionale risicocijfers worden bepaald aan de hand van het aantal letselongevallen en voertuigprestaties in de regio, per wegtype. De landelijke risicocijfers per wegtype zijn reeds beschikbaar op de SWOV-website.

Met verkeersmodellen worden bij regionale netwerkanalyses simulaties uitgevoerd om de ontwikkelingen en knelpunten in bereikbaarheid te bepalen. Met deze verkeersmodellen worden verschillende beleidsvarianten doorgerekend, waaruit prognoses volgen van voertuigprestaties (aantal gereden voertuigkilometers) op de verschillende delen van het wegennet. Met risicocijfers (bijvoorbeeld letselongevallen per aantal gereden voertuigkilometers) kunnen deze uitkomsten relatief eenvoudig worden vertaald naar verkeersveiligheidsprognoses (aantallen letselongevallen). Verkeersmodellen kunnen onderling sterk verschillen. Voor de kwantitatieve analyses van verkeersveiligheidseffecten zijn dynamische verkeersmodellen echter aan te bevelen. Dynamische modellen kunnen individuele voertuigen (microscopisch) of verkeersstromen (macroscopisch) in een netwerk modelleren, waardoor er veel meer detailgegevens over het verkeer beschikbaar komen.

Uit de test in de twee regio's blijkt dat het met de gebruikte methode relatief eenvoudig is om de verkeersveiligheidseffecten kwantitatief mee te nemen in regionale netwerkanalyses.

De gebruikte vorm van de netwerktoets is redelijk geschikt om de functionele indeling van het wegennetwerk te toetsen aan de Duurzaam Veilig-eisen. De toets begint ermee dat in een netwerk zogeheten 'kernen' worden onderscheiden, waartussen verbindingen bestaan. De typen kernen bepalen de gewenste DV-wegcategorie van de verbinding ertussen. Er dient echter een voor allen bruikbare definitie van 'een kern' te komen om de netwerktoets te optimaliseren voor gebruik bij regionale netwerkanalyses. Ook wordt aanbevolen om de netwerktoets aan te vullen met de zogeheten 'routetoets'. Hiermee kan worden bepaald of de snelste routes ook de veiligste routes zijn. Dit biedt de mogelijkheid om de categorisering van het wegennetwerk verder te optimaliseren.

Het gebruik van risicocijfers lijkt uitermate geschikt om de verkeersveiligheidseffecten van de verschillende beleidsvarianten inzichtelijk te maken. De voorkeur gaat uit naar het gebruik van regionale risicocijfers per wegtype; deze kunnen elk jaar opnieuw worden berekend op basis van de meest actuele verkeersongevallen- en mobiliteitsgegevens. Landelijke risicocijfers per wegtype kunnen ook worden toegepast, maar zijn geaggregeerd en minder actueel; ze maken vergelijkingen tussen regio's moeilijker.

Het verdient aanbeveling om van de gepresenteerde methode een handleiding 'verkeersveiligheid in regionale netwerkanalyses' te schrijven. Deze kan eventueel worden opgenomen in de *Handreiking Regionale Netwerkanalyses* (KpVV, 2005).

De SWOV beveelt aan dat alle regio's als onderdeel van hun regionale netwerkanalyses de verkeersveiligheidseffecten van de voorgestelde (mobiliteits)maatregelpakketten kwantitatief doorrekenen.

Summary

Road safety in regional network analyses; Exploration of a quantitative analysis in two Dutch regions

The policy as recorded in the Dutch Mobility Policy Document was the reason that during the last few years regional network analyses were carried out in eleven urban areas. These network analyses are intended to make an inventory of regional accessibility and to make an estimate of the effects that certain possible measures are likely to have on accessibility.

Road safety is often only an implicit part of the regional network analysis. Therefore, regional network analyses at best give only a qualitative understanding of the present state of road safety or in the road safety effects of measures which are to be taken. Nonetheless, it is important to also make a quantitative inventory of road safety. This gives us the opportunity to include road safety in cost-benefit analyses and to take into account the contribution of different (accessibility) measures to the regional road safety targets.

This study presents a method to structurally and quantitatively include road safety in regional network analyses. It tests the method in two regions where the network analyses have already been executed: the region South-Limburg and the Urban region Arnhem Nijmegen.

For a quantitative inclusion of road safety in the regional network analyses, both the (sustainable) safety of the road network itself (and its future developments) and the regional safety in terms of crashes (and their future developments) must be analysed.

At the network level, the method carries out a 'network test' on the categorization plans. This determines whether the road categories which have been assigned to the regional network meet the functional requirements of Sustainable Safety (e.g. their layout and use correspond with their function).

At the crash level, regional or national crash rates per road type are used to calculate road safety. The regional crash rates are calculated using the number of injury crashes and the vehicle kilometres driven, per road type. The national crash rates per road type are available on the SWOV website.

In regional network analyses, traffic simulations models are used to determine the developments and the bottlenecks in accessibility. These traffic models are used for a calculation of several policy variants, on the basis of which prognoses are made for the number of vehicle kilometres driven on different parts of the road network. Crash rates, e.g. the number of injury crashes per number of vehicle kilometres, can be used for a relatively simple translation into road safety prognoses (the number of injury crashes). There can be considerable differences between traffic models. However, dynamic traffic models are recommended for the quantitative analyses of road safety effects. Dynamic models can model individual vehicles (microscopic) or traffic flows (macroscopic) in a network, which gives much more detailed data about traffic.

The tests in the two regions show that the method that was used makes it relatively easy to quantitatively include the road safety effects in regional network analyses.

The type of network test that was used is reasonably suited to test the functional layout of the road network for meeting the Sustainable Safety requirements. The test begins with distinguishing so-called 'urban centres' in a network, which are connected by links. The types of centre determine the required Sustainable Safety road category by which they are linked. However, a practicable definition of a 'centre' is required to optimize the network test for use in network analyses. We also recommend adding the so-called 'route test' to the network test. A route test can determine whether the fastest routes are also the safest ones. This gives the possibility to further optimize the categorization of the road network.

Using crash rates seems extremely well suited for providing insight into the road safety effects of the different policy variants. The use of regional rates per road type is preferred; they can be recalculated each year, using the latest figures for each road type. These can be calculated based on the most recent road crash and mobility data. National rates per road type can also be used, but they are aggregated and less up-to-date; they make it more difficult to compare the regions.

It is advisable to write a manual on road safety in regional network analyses, based on the method described. The manual may possibly be included in the *Assistance for Regional Network Analyses* (KpVV, 2005).

SWOV recommends that all regions make a quantitative calculation of the road safety effects as a result of the proposed (mobility) measures as part of their regional network analyses.

Inhoud

1.	Inleiding	9
2.	Regionale netwerkanalyses tot nu toe	11
2.1.	Achtergrond	11
2.2.	Aanpak	11
2.3.	Verkeerssimulaties en modelinput	13
3.	Conceptueel model voor verkeersveiligheid in netwerkanalyses	16
3.1.	De netwerktoets	18
3.2.	Verkeersongevallen in beeld	19
3.3.	Andere relevante toetsen	20
4.	Verkeersveiligheid in netwerkanalyses Zuid-Limburg en Stadsregio Arnhem Nijmegen	21
4.1.	Netwerktoets	21
4.1.1.	Zuid-Limburg	21
4.1.2.	Stadsregio Arnhem Nijmegen (KAN)	23
4.1.3.	Discussiepunten netwerktoets	24
4.2.	Ongevallenanalyse en risicocijfers	25
4.2.1.	Toepassen geregistreerde letselongevallen in regio	25
4.2.2.	Regiospecifieke risicocijfers van wegen in het netwerk	28
4.2.3.	Landelijke risicocijfers	29
4.3.	Verkeersveiligheid in beeld	30
5.	Conclusies en bespreking	34
5.1.	Netwerktoets	34
5.2.	Risicobenadering	35
5.3.	Algemeen	36
5.4.	Verdere ontwikkeling en toepassing	36
	Literatuur	38
Bijlage 1	Netwerktoets Zuid-Limburg	41
Bijlage 2	Netwerktoets Stadsregio Arnhem Nijmegen	45
Bijlage 3	Koppeling van geregistreerde ongevallen aan het modelnetwerk	49

1. Inleiding

Naar aanleiding van het beleid dat is opgetekend in de *Nota Mobiliteit* zijn er de afgelopen jaren regionale netwerkanalyses uitgevoerd in elf stedelijke gebieden waar de verkeers- en vervoersproblemen op lokaal, regionaal en nationaal niveau groot zijn (KpVV, 2005). In deze stedelijke gebieden heeft de rijksoverheid een belangrijke rol op het hoofdwegennet en in het openbaar vervoer, en het Rijk heeft dan ook het initiatief voor deze elf regionale netwerkanalyses genomen. Het is de bedoeling dat ook de overige decentrale overheden (provincies en kaderwetgebieden) netwerkanalyses uitvoeren. Zij dienen daarvoor zelf het initiatief te nemen. In alle gevallen vindt het Rijk dat de netwerkanalyses gebiedsgericht aangepakt moeten worden (Rijkswaterstaat, 2007).

De regionale netwerkanalyses zijn bedoeld om de bereikbaarheid te verbeteren, met daarbij expliciet aandacht voor goederenvervoer. Ze brengen de ruimtelijke ontwikkeling en de mobiliteitsontwikkeling in een regio in kaart voor de jaren 2010 en 2020. Op zowel kwalitatieve als kwantitatieve gronden is men voor de elf regio's tot pakketten mobiliteitsmaatregelen gekomen voor de korte tot lange termijn. De keuzes en afwegingen daarin zijn voor een belangrijk deel gebaseerd op de 'Ladder van Verdaas' (VenW, 2007b), met aspecten als ruimtelijke visie en programma, Anders betalen voor mobiliteit, goederenvervoer, kansen voor mobiliteitsmanagement, optimalisatie van openbaar vervoer, benutting, en aanpassing of aanleg van infrastructuur.

In bijna alle gevallen zijn verschillende toekomstvarianten (combinaties van scenario's, maatregelpakketten en wegennetwerken) doorgerekend in een verkeersmodel, waardoor de knelpunten in bereikbaarheid, maar ook mogelijkheden voor verbetering inzichtelijk worden gemaakt. Deze verkeersmodellen geven voor alle gekozen varianten inzicht in de voertuigprestaties (aantal gereden voertuigkilometers) op de verschillende delen van het wegennet.

Omdat de regionale netwerkanalyse als doel heeft om de bereikbaarheid te verbeteren, en niet specifiek de verkeersveiligheid, is verkeersveiligheid tot nu toe meestal niet expliciet meegenomen. Hierdoor geven regionale netwerkanalyses geen, of slechts een kwalitatief inzicht in de huidige verkeersveiligheidssituatie, of in de ontwikkeling daarvan als gevolg van de te nemen mobiliteitsmaatregelen. Bovendien verschillen de regionale netwerkanalyses tot nu toe sterk in de precieze uitwerking, waardoor ook het detailniveau van de uitkomsten sterk varieert, inclusief een eventueel (kwalitatief) zicht op de verkeersveiligheid.

Toch is het van belang om de verkeersveiligheidseffecten van de verschillende toekomstvarianten ook kwantitatief in beeld te brengen. Bovendien is het relatief eenvoudig om kwantitatieve inschattingen te maken van de verkeers(on)veiligheid, aangezien de simulaties van verkeersmodellen uitkomsten geven in de vorm van voertuigprestaties. Met behulp van risicocijfers (verkeersonveiligheid per eenheid van voertuigprestatie) kunnen deze uitkomsten dus aan verkeersveiligheid gekoppeld worden.

Een kwantitatief zicht op de verkeersveiligheidseffecten van de verschillende toekomstvarianten biedt de mogelijkheid om deze effecten mee te nemen in kosten-batenanalyses. Daarnaast geeft een kwantificering van verkeersveiligheidseffecten (te verwachten aantallen verkeersslachtoffers) inzicht in de bijdrage van de verschillende toekomstvarianten aan de regionale verkeersveiligheidsdoelstellingen.

Het doel van deze studie is daarom om een methode te testen en uit te werken, waarmee verkeersveiligheid op een kwantitatieve manier is te integreren in de regionale netwerkanalyses (ook al zijn deze primair gericht op verbetering van de bereikbaarheid).

Om de verkeersveiligheid op een kwantitatieve manier op te nemen in de regionale netwerkanalyses moet zowel de (duurzame) veiligheid van het netwerk zelf (en de toekomstige ontwikkelingen daarin) als de regionale veiligheid in termen van verkeersongevallen (en de toekomstige ontwikkelingen daarin) worden beschouwd.

Een belangrijke onderzoeksvraag is daarom in hoeverre de zogenoemde 'netwerktoets' van Dijkstra (2003) geschikt is om de (duurzame) veiligheid van het netwerk mee te nemen in de regionale netwerkanalyses. Een andere belangrijke onderzoeksvraag is hoe verschillende risicocijfers kunnen worden gebruikt om de verkeersveiligheid in termen van ongevallen uit te drukken. Tot slot is het de vraag welke modelmatige en procesmatige aanpassingen er nodig zijn om verkeersveiligheid in de regionale netwerkanalyses mee te nemen.

Hiertoe beschrijft dit rapport om te beginnen hoe de regionale netwerkanalyses tot nu toe zijn aangepakt en uitgevoerd (*Hoofdstuk 2*). Vervolgens wordt in concept beschreven hoe de verkeersveiligheid kwantitatief mee kan worden genomen in regionale netwerkanalyses (*Hoofdstuk 3*). *Hoofdstuk 4* illustreert deze methode vervolgens aan de hand van twee casussen in de regio's Zuid-Limburg en Stadsregio Arnhem Nijmegen (Knooppunt Arnhem-Nijmegen - KAN). In *Hoofdstuk 5* volgt een nabeschuiving en een aantal aanbevelingen.

2. Regionale netwerkanalyses tot nu toe

2.1. Achtergrond

Het centrale thema van de *Nota Mobiliteit* is 'Naar een betrouwbare en voorspelbare bereikbaarheid'. Gezien de belangrijke rol die regionale bereikbaarheid daarin speelt, geeft de uitvoeringsagenda van de *Nota Mobiliteit* aan dat het Rijk en de decentrale overheden netwerkanalyses zullen uitvoeren. Concreet betekent dit dat provincies en kaderwetgebieden de uitgangspunten van de *Nota Mobiliteit* overnemen in hun regionale verkeers- en vervoersplannen voor de periode 2010-2020.

De *Nota Mobiliteit* kiest een gebiedsgerichte benadering voor zowel de bereikbaarheid over de weg als het openbaar vervoer. Hiermee wordt regionaal in beeld gebracht wat de langetermijntwikkelingen op het gebied van ruimtelijke ordening en van verkeer en vervoer zijn en welke knelpunten daarbij optreden. De gebruiker staat hierin centraal; het doel is dat reizigers een verbetering in de van-deur-tot-deureistijden gaan ervaren. Dit houdt in dat het idee van aparte vervoersnetwerken (voor auto en openbaar vervoer) wordt losgelaten.

De rijksoverheid vindt samenwerking tussen de verschillende partijen en verkeers- en vervoerssystemen een bijna essentiële voorwaarde bij de aanpak van bereikbaarheidsproblemen in de verschillende regio's. Dit heeft als voordeel dat problemen gezamenlijk worden geanalyseerd en opgelost. Daardoor worden de uiteindelijke oplossingsrichtingen en visies door alle partijen ondersteund en verlopen de besluitvorming en implementatietrajecten veel soepeler.

De regionale netwerkanalyse wordt als een geschikt instrument gezien voor een gezamenlijke, gebiedsgerichte aanpak van bereikbaarheidsproblemen. Bevorderend voor samenwerking is bovendien dat netwerkanalyses geen onderscheid maken naar beheersgrenzen. Hierdoor moeten de overheden gezamenlijke afspraken maken aan de hand van de netwerkanalyses en de daaruit voortvloeiende maatregelpakketten, om zodoende de bereikbaarheid van deur tot deur te verbeteren. Regionale bereikbaarheidsproblemen worden dus gezamenlijk door alle betrokken partijen aangepakt. Alle mogelijke investeringen in het regionale wegennetwerk worden daarbij beoordeeld op hun bijdrage aan de oplossing van deze problemen. De resultaten van de netwerkanalyses worden betrokken bij de herijking van de Brede Doeluitkering Verkeer en Vervoer (BDU; vooral bij de exploitatie van het openbaar vervoer en bij investeringen in infrastructuur) en bij de integrale verdeelsleutel voor BDU-middelen.

Aan de hand van de uitgevoerde netwerkanalyses hebben tot nu toe elf regio's verschillende maatregelpakketten uitgewerkt en getoetst. De resultaten daarvan zijn vastgelegd in een regionaal rapport.

2.2. Aanpak

Voor de netwerkanalyses is een denkmodel ontwikkeld dat hulp moet bieden bij alle vraagstukken die in de netwerkanalyse behandeld worden, van het

formuleren van doelen tot en met de keuze van maatregelen (KpVV, 2005). Het denkmodel (Afbeelding 2.1) bevat fasen en lagen waarin de kwaliteit van verbindingen centraal staat. Dit model is ontstaan vanuit de behoefte om de gebruiker centraal te stellen.



Afbeelding 2.1. Het denkmodel in lagen en fasen. Het model links helpt doelen te formuleren, het model rechts geeft de gefaseerde behandeling van vraagstukken weer (KpVV, 2005; MCA = multicriteria-analyse; KBA = kosten-batenanalyse).

Het proces van regionale netwerkanalyses doorloopt achtereenvolgens de volgende vier fasen:

Fase 1: Doelen formuleren en probleemverkenning

Alle belanghebbende partijen voeren een gezamenlijke probleemverkenning voor het gebied uit ten aanzien van de ontwikkelingen in ruimtelijke ordening en mobiliteit. Deze partijen zijn bijvoorbeeld het Rijk, de provincie, plus-regio's volgens de Wet Gemeenschappelijke Regelingen (WGR-plusregio's; voorheen kaderwetgebieden), gemeenten, openbaarvervoerbedrijven, Nederlandse Spoorwegen en dergelijke. Eén partij neemt het initiatief om de verschillende partijen bij elkaar te brengen voor een gezamenlijk overleg. De doelen van de netwerkanalyse worden geformuleerd, de rollen van de verschillende partijen worden vastgelegd en er worden afspraken gemaakt over het basismateriaal dat in de analyses gebruikt wordt. Ook wordt afgesproken hoe er in de analyse wordt omgegaan met bijvoorbeeld kennislacunes.

Fase 2: Signaleren knelpunten en analyse

Voor zover dat binnen de regio mogelijk is, worden de belangrijkste verkeers- en vervoersstromen aan de hand van daadwerkelijke cijfers en voorspellingen (prognoses) in kaart gebracht. Dit leidt tot inzichten in de gemeenschappelijke problemen op de verschillende netwerken en voor de verschillende modaliteiten, inclusief zaken die te maken hebben met leefbaarheid en veiligheid. De analyse wordt uitgevoerd voor de jaren 2010 en 2020, waarbij niet alleen ruimtelijke ontwikkelingen, maar ook demografische en sociaaleconomische ontwikkelingen zijn meegenomen. Het resultaat van deze fase is een door alle partijen gedragen beeld van alle verkeers- en vervoersproblemen in het gebied.

Fase 3: Ontwikkelen van een gemeenschappelijk beoordelingskader

In deze fase proberen de belanghebbenden overeenstemming te bereiken over de oplossingsrichtingen voor het verbeteren van de van-deur-tot-deurbereikbaarheid. Hierin worden de verschillende mogelijkheden tegen elkaar afgewogen, met de bereikbaarheid als belangrijkste criterium. Ook de wijze van afwegen is belangrijk. Het resultaat van Fase 3 is een gemeenschappelijk beoordelingskader en een prioritering van (typen) maatregelen.

Fase 4: Maatregelpakketten

In deze fase worden verschillende pakketten aan bereikbaarheidsmaatregelen ontwikkeld en wordt de kosteneffectiviteit hiervan in beeld gebracht. Het is hierbij essentieel dat de effecten samenhangen met het doel van de netwerkanalyse, en dat deze samenhang inzichtelijk is. Bij voorkeur zijn maatregelpakketten multimodaal, gezien het criterium van de van-deur-tot-deurverplaatsingen. Het resultaat van deze fase is een door alle partijen gedragen uitvoeringspakket aan maatregelen, afzonderlijk geprioriteerd naar urgentie, haalbaarheid en fasering in de tijd, en met duidelijkheid over de verantwoordelijkheid voor de verdere uitwerking.

De resultaten van de netwerkanalyses kunnen leiden tot een vervolg in verkenningen voor het Meerjarenplan Infrastructuur en Transport (MIT) of in planstudies, of tot het treffen van maatregelen gericht op benutting en verkeersmanagement (de zogenoemde 'quick wins'). Ook kunnen de resultaten van de netwerkanalyses worden betrokken bij het bestuurlijke overleg over het MIT. Het standpunt van de rijksoverheid is dat de bestedingsplannen van het Rijk en de decentrale overheden moeten zijn gebaseerd op gemeenschappelijk gedeelde problemen en oplossingen.

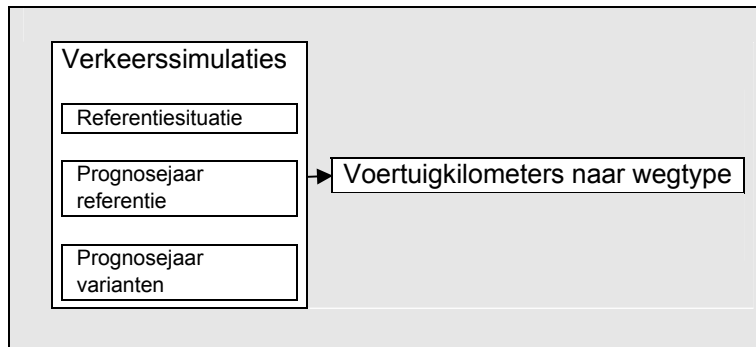
2.3. Verkeerssimulaties en modelinput

De netwerkanalyses worden ondersteund door output uit verkeerssimulaties. Om te beginnen gebruiken alle regionale netwerkanalyses het Nieuw Regionaal Model (NRM), een traditioneel vierstaps verkeersmodel, als basis om effecten op verkeersstromen door te rekenen. Het NRM is een tactisch model gericht op vooral planstudies en is afgeleid van het Landelijk Model Systeem (LMS). Het NRM-netwerk is fijnmaziger dan dat van het LMS, waardoor regionaal beleid (aanleg van nieuwe wijken, wegen, uitbreiding en dergelijke) onderzocht kan worden.

In grote lijnen is de aanpak van de netwerkanalyses voor alle regio's hetzelfde. Er wordt rekening gehouden met onder andere demografische en sociaaleconomische ontwikkelingen in de regio, relaties met omliggende regio's, modal split, en vervoerskeuze. Hieruit worden de verkeersstromen aan personen-, vracht- en ov-verkeer berekend tussen (economische) centra/kernen (het NRM kan niet rekenen met de modaliteiten lopen en fietsen). Ook worden de verhoudingen tussen verkeersintensiteit en -capaciteit (I/C) berekend om de knelpunten in bereikbaarheid aan te geven. In alle gevallen is de (van-deur-tot-deur)reistijd een zeer belangrijk criterium bij de beoordeling van het netwerk.

Leefbaarheid en veiligheid worden als randvoorwaarden bij regionale netwerkanalyses genoemd, hetgeen betekent dat de mogelijke bereikbaarheidsmaatregelen getoetst worden op gevolgen voor leefbaarheid en veiligheid, meestal aan de hand van kwalitatieve inschattingen door experts.

Meestal is het verkeersmodel in de regionale netwerkanalyses gebruikt zoals schematisch is weergegeven in *Afbeelding 2.2*. De regio's hebben eerst de bereikbaarheidsknelpunten bepaald voor een referentiesituatie. Vervolgens zijn deze knelpunten en files voor de referentie in het prognosejaar geschat – de zogeheten 'do nothing'-variant – waarbij rekening wordt gehouden met de eerdergenoemde ontwikkelingen. Aan de hand van deze uitkomsten zijn verschillende maatregelpakketten uitgewerkt en in het model toegepast. Vervolgens zijn de effecten van deze beleidsvarianten op de bereikbaarheid beoordeeld.



Afbeelding 2.2. Gebruik van het verkeersmodel bij regionale netwerkanalyse.

De regionale netwerkanalyses zijn per regio verschillend uitgewerkt. In sommige regio's is alleen gebruikgemaakt van het statische model NRM, en in andere regio's is dit aangevuld met verkeersgegevens uit simulaties met dynamische verkeersmodellen (variërend van micro- tot macroscopisch niveau). De meeste regio's focussen vooral op automobiliteit (en openbaar vervoer) terwijl er bij andere (bijvoorbeeld Brabantstad; Provincie Noord-Brabant, 2006) ook nadrukkelijk aandacht is voor fietsverkeer.

De dynamische verkeerskundige modellen worden toegepast om de vervoersstromen toe te delen aan het huidige (en toekomstige) wegennet. De dynamische modellen kunnen individuele voertuigen (microscopisch) of verkeersstromen (macroscopisch) in een netwerk modelleren, waardoor er veel meer detailgegevens over de verkeersstromen beschikbaar komen. Deze modellen zijn vooral gericht op afwikkelingsvraagstukken bij kruispunten en weefvakken en zijn daarom zeer geschikt voor ramingen van van-deur-tot-deurreistijden, waaruit ook reistijden van het openbaar vervoer kunnen worden afgeleid. De uitkomsten van de dynamische verkeerskundige modellen zijn vrij gedetailleerd en bevatten onder andere gegevens als I/C-verhoudingen en wachtrijvorming op kruispunt- en wegvakniveau. In vrijwel alle regio's, behalve Noord- en Zuid-Holland en Zuid-Limburg, is gebruikgemaakt van een dynamische macroscopische toedelingstechniek (MADAM) als onderdeel van het pakket Omnitrans. In Zuid-Limburg is gewerkt met Paramics als onderdeel van Cube (zie ook Morsink & Wismans, 2008).

Alle verkeersmodellen worden opgebouwd uit data als het wegennetwerk (vaak gebaseerd op delen van het Nationaal Wegenbestand – NWB), herkomst-bestemmingsmatrices, verkeersintensiteiten, ov-gebruik, mobiliteitsgegevens (gebaseerd op Mobiliteitsonderzoek Nederland – MON),

en dergelijke. De output van de modellen levert inzicht in het aantal ritten, ritlengte, voertuigprestatie (uitgesplitst naar bijvoorbeeld wegtype of vervoerswijze), voertuigverliesuren en dergelijke. Deze output maakt het mogelijk om verschillende toekomstvarianten onderling te vergelijken en om te achterhalen wat de effecten zijn van verschillende maatregelen op bijvoorbeeld bereikbaarheid (van-deur-tot-deurreistijden) en congestie. Ook biedt deze output de mogelijkheid om (kwantitatieve) effecten op de verkeersveiligheid mee te nemen in de regionale netwerkanalyses. Tot nu toe is dat echter nog niet gebeurd.

3. Conceptueel model voor verkeersveiligheid in netwerkanalyses

Om de verkeersveiligheid op een kwantitatieve manier op te nemen in de regionale netwerkanalyses moet zowel het netwerk zelf (en de toekomstige ontwikkelingen daarin) als de regionale verkeersveiligheidssituatie (en de toekomstige ontwikkelingen daarin) geanalyseerd worden. Daarvoor zijn vier methoden denkbaar, twee op netwerkniveau en twee op verkeersongevallenniveau:

1. *De netwerktoets (Dijkstra, 2003)*
Aan de hand van verschillende toetsingscriteria wordt nagegaan in hoeverre een (regionaal) netwerk voldoet aan de eisen van Duurzaam Veilig (DV), wat betreft de functie van de verbinding, de oppervlakte van het (woon)gebied, en de maaswijdte van (hoofd)wegen en kruispunten.
2. *De routetoets/het routediagram (Dijkstra & Drolenga, 2007)*
Op basis van negen criteria worden routes getoetst en vergeleken om zeker te maken dat de snelste en veiligste routes overeenkomen en dat ze logisch verlopen (volgens de DV-hiërarchie of een andere).
3. *Verkeersongevallen aan de hand van landelijke risicocijfers*
Landelijke risicocijfers (in aantal slachtoffers per voertuigprestatie) voor de relevante wegcategorieën in het netwerk worden gekoppeld aan de regionale voertuigprestaties en het huidige of toekomstige ongevallenbeeld wordt in kaart gebracht. Ook kunnen de effecten van verkeersmaatregelen op veiligheid worden geprognosticeerd.
4. *Analyse van huidige verkeersongevallen in de regio*
In dit geval wordt gebruikgemaakt van de BRON-gegevens van de Dienst Verkeer en Scheepvaart (DVS) om een inzicht te krijgen in het aantal (letsel)ongevallen in de regio, eventueel uitgesplitst naar wegtype, wegvakken en kruispunten. Hieruit kunnen regionale risicocijfers worden bepaald door de geregistreerde ongevallengegevens te koppelen aan verkeersintensiteiten en wegvaklengte. Bovendien kunnen bijvoorbeeld gevaarlijke wegvakken en kruispunten geïdentificeerd worden.

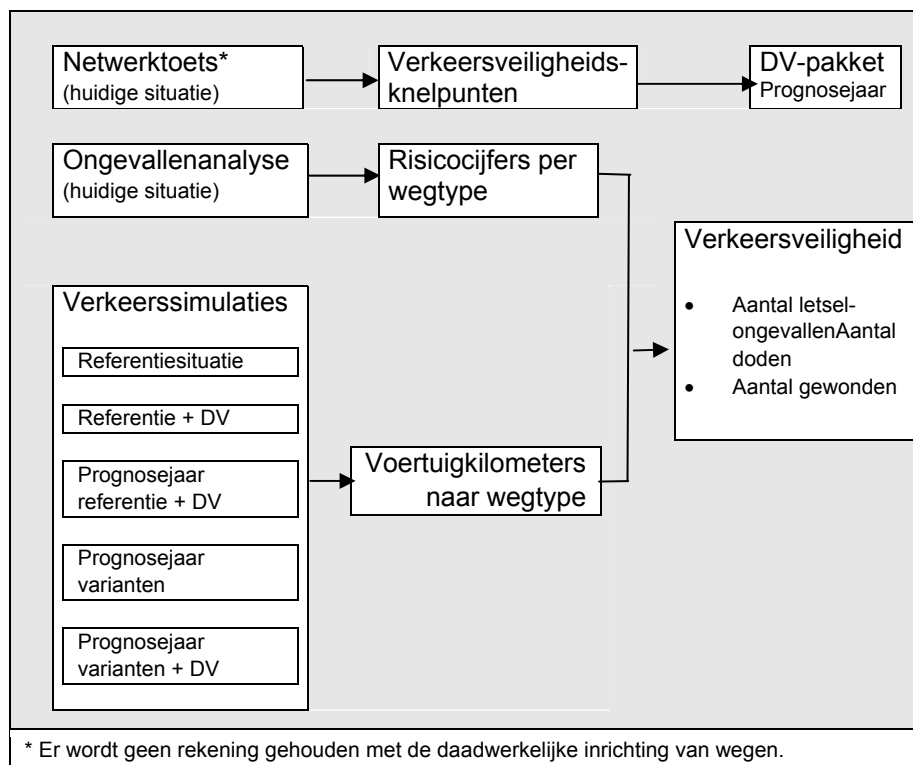
Gezien het feit dat de netwerkanalyses zich voornamelijk richten op het primaire wegennetwerk (gebiedsontsluitingswegen – GOW – en hoger) is er in deze studie voor gekozen om de netwerktoets in plaats van de meer gedetailleerde routetoets toe te passen. De routetoets wordt daarom in dit rapport ook niet verder toegelicht.

De netwerkanalyses zijn gericht op het netwerk als geheel met specifieke aandacht voor de hoofdroutes binnen het netwerk. In uitzonderlijke gevallen (alleen daar waar dynamische verkeersmodellen zijn gebruikt) wordt aandacht geschonken aan maatregelen op specifieke kruispunten of wegvakken. Door de verschillen in uitwerking van de netwerkanalyses, zijn er ook (grote) verschillen in het detailniveau van de uitkomsten. Dit detailniveau is ook bepalend voor de methode waarmee de verkeersveiligheidseffecten doorgerekend worden. Een aantal vragen is bij de bepaling van de methode van belang:

- Wat is de huidige verkeersveiligheidssituatie op netwerkniveau?
- Is het wegennet volgens Duurzaam Veilig gecategoriseerd?

- In hoeverre komen de gemodelleerde netwerken (de referentiesituaties) in de regionale analyses overeen met de huidige situatie en voldoen ze aan de eisen van Duurzaam Veilig? Indien er geen of nauwelijks overeenkomsten zijn, wat is nodig om ze aan te passen en wat zijn hierdoor de effecten op de bereikbaarheidsprognoses (verkeersstromen, reistijden, knelpunten enzovoort)?
- Wat is op zijn minst nodig om een inschatting te kunnen maken van de verkeersveiligheidseffecten op het niveau van netwerken/routes, wegvakken en kruispunten?

Afbeelding 3.1 geeft schematisch weer hoe verkeersveiligheid in de netwerkanalyse kan worden ingepast.



Afbeelding 3.1. Verkeersveiligheid in netwerkanalyse (Drolenga, 2007).

De veiligheidstoets op netwerkniveau (de netwerktoets) geeft aan welke wegvakken niet voldoen aan de DV-categoriseringseisen en op termijn heringericht en/of anders geïntegreerd dienen te worden. Een dergelijk maatregelenpakket (DV-pakket) kan als een extra variant doorgerekend worden in de verkeerssimulatie of geïntegreerd worden met één of alle toekomstvarianten. De netwerktoets wordt tevens gebruikt om te toetsen in hoeverre het gemodelleerde netwerk (de referentiesituatie) voldoet aan de functionele eisen van Duurzaam Veilig. Ook deze kunnen op basis daarvan worden aangepast.

De veiligheidsanalyse op ongevallenniveau geeft risicocijfers voor verschillende wegtypen, berekend op basis van landelijke risicocijfers (Janssen, 2005; www.swov.nl) of geregistreerde (huidige) ongevallen in de regio (zie ook de eerdere punten 3 en 4).

De verkeerssimulaties geven de huidige en toekomstige mobiliteit en verdeling van vervoersstromen over het netwerk (voertuigprestatie per wegtype) voor de referentiesituatie en voor verschillende varianten maatregelpakketten, waaronder het eventuele DV-pakket naar aanleiding van de netwerktoets.

Aan de hand van de berekende voertuigprestaties en de risicocijfers kunnen de verkeersveiligheidseffecten nu worden doorgerekend. Bij gebruik van dynamische modellen kunnen de verkeersveiligheidseffecten tot op kruispunt- of wegvakniveau worden geschat. De resultaten kunnen direct bij een integrale kosten-batenanalyse worden betrokken.

3.1. De netwerktoets

Sinds de conceptie en introductie van de visie Duurzaam Veilig (Koorstra et al. 1992; VNG et al., 1997) zijn veel wegen op het Nederlandse wegennet aangepast volgens de nieuwe vormgeving en inrichtingseisen (Wegman & Aarts, 2005). Voor het grootste deel ligt de basis voor de aanpassing in de categoriseringsplannen. Aan de hand van deze plannen worden wegen conform de nieuwe eisen vormgegeven. Hoewel de categoriseringsplannen gebaseerd zijn op de functionele verkeersveiligheidseisen, en uitgewerkt zijn in operationele eisen, zijn deze plannen nooit systematisch getoetst (Dijkstra, 2003).

De netwerktoets wordt ook wel de 'kernenmethode' genoemd en is ontwikkeld door Dijkstra (2003). Deze methode toetst DV-categoriseringsplannen en lijkt geschikt om te bepalen of de wegennetwerken van de verschillende regio's voldoen aan de criteria gesteld door Duurzaam Veilig. Bovendien geeft het instrument de mogelijkheid om de wegcategorieën in theorie (categoriseringsplan), praktijk (gerealiseerde categorisering) en in het verkeersmodel (toekomst) met elkaar af te stemmen.

De methode van Dijkstra (2003) begint bij het definiëren van verschillende typen kernen, bijvoorbeeld aan de hand van inwoneraantallen (maar ook andere definities zijn mogelijk). Deze kernenindeling geeft niet alleen een indicatie van het aantal verplaatsingen van en naar een kern, maar ook van het belang van de kwaliteit van de verbindingen tussen de kernen. Na het definiëren van de kerntypen worden de kernen die binnen een vastgesteld 'zoekgebied' liggen volgens een bepaalde hiërarchie met elkaar verbonden, waardoor er een matrix ontstaat van wegtypen tussen de kernen. In principe wordt onderscheid gemaakt naar vijf wegtypen, conform het *Handboek Wegontwerp* (CROW, 2002): stroomwegen typen I en II, gebiedsontsluitingswegen typen I en II en erftoegangswegen (*Tabel 3.1*).

De uitkomst van de netwerktoets moet kunnen aangegeven of:

1. regionale categoriseringsplannen voldoen aan de DV-eisen;
2. het huidige wegennet op wegvakniveau voldoet aan de eisen zoals verondersteld in de categoriseringsplannen;
3. de categorisering in het (referentie)verkeersmodel overeenkomt met de werkelijke situatie en/of het categoriseringsplan.

Kerntype	Kerntype				
	1	2	3	4	5
1	SWI	SWI	SWII	Via type 2/3	Via type 2/3/4
2		SWII	SWII	GOWI	Via type 3/4
3			GOWI	GOWI	GOWII
4				GOWII	GOWII
5					ETW

Tabel 3.1. *Mogelijke verbindingen tussen vijf voorbeeldkerntypen (Dijkstra, 2003).*

3.2. Verkeersongevallen in beeld

Risicocijfers worden vaak gebruikt als een maat om de verkeersveiligheid van verschillende wegen met elkaar te vergelijken; ze geven de mate van onveiligheid per eenheid van expositie. Een vaak gebruikte expositiemaat is voertuigprestatie; het risico wordt dan vaak uitgedrukt als het aantal verkeersslachtoffers per miljoen voertuigkilometers. Deze maat wordt ook in dit rapport gebruikt. Aangezien de verkeersmodellen de toekomstige (mobiliteits)situatie voor verschillende varianten prognosticeren en uitdrukken in voertuigprestatie, biedt een koppeling met de risicocijfers de mogelijkheid om het te verwachten aantal verkeersslachtoffers voor die verschillende varianten te ramen. Daarmee kan bijvoorbeeld worden beschouwd in hoeverre deze kunnen bijdragen aan de regionale verkeersveiligheidsdoelstellingen.

Om verkeersveiligheid kwantitatief mee te nemen in netwerkanalyses zijn er zoals gezegd twee alternatieven mogelijk:

- De geregistreerde ongevallen in die regio (uit BRON van DVS, bijvoorbeeld het gemiddelde van drie opeenvolgende jaren) toekennen aan het bestaande wegennet. Aan de hand van berekende mobiliteitscijfers (intensiteiten per wegvak x wegvaklengte) en het gemiddeld aantal ongevallen per wegvak per jaar kunnen risicocijfers voor de verschillende wegtypen worden berekend. Deze kunnen worden gebruikt om de effecten van de toekomstige mobiliteitsontwikkeling op de verkeersveiligheid in beeld te brengen.
- De landelijke risicocijfers voor de verschillende wegtypen (Janssen, 2005; SWOV Kennisbank: www.swov.nl) gebruiken en de regionale voertuigprestatie berekenen aan de hand van voertuigintensiteiten op de huidige (of toekomstige) wegvakken en wegvaklengtes. Hiermee kunnen de totale aantallen slachtofferongevallen en slachtoffers (doden en ziekenhuisgewonden) voor de referentie- en toekomstsituatie worden berekend.

De eerstgenoemde methode ('werkelijke' ongevalldata gebruiken om regionale risicocijfers te berekenen) is waarschijnlijk nauwkeuriger omdat ook ongevallenlocaties in beeld worden gebracht, maar vergt extra inspanning en tijd. Dit kan uiteindelijk de doorslag geven om bij regionale netwerkanalyses deze aanpak niet te volgen.

De laatstgenoemde methode met landelijke risicocijfers, biedt de mogelijkheid om verkeersveiligheidseffecten relatief snel te kwantificeren, door deze

risicocijfers (verkeersonveiligheid per verkeersprestatie) meteen te koppelen aan de mobiliteitsontwikkeling (ontwikkeling in verkeersprestatie), en aan de mobiliteitseffecten van bereikbaarheidsmaatregelen.

In het volgende hoofdstuk worden beide methoden uitgetest om inzicht te krijgen in de extra inspanning die nodig zou zijn bij het toepassen van de (nauwkeuriger) regionale cijfers. Daarnaast zal ook blijken in hoeverre de regionale en de landelijke aanpak verschillen in uitkomsten en nauwkeurigheid.

3.3. **Andere relevante toetsen**

Na beoordeling van de verbindingen (wegvakken) met de netwerktoets zoals beschreven in § 3.1, kunnen ook de aansluitingen tussen deze verbindingen en de gewenste kruispuntklassen worden beoordeeld.

Bovendien kan ook nog expliciet worden gekeken naar de kwaliteit van de daadwerkelijke inrichting op wegvak- en kruispuntniveau.

Deze toetsen zijn te gedetailleerd om toe te passen op het modelnetwerk en mee te kunnen nemen de verkeerssimulaties; daar worden ze dan ook verder niet in meegenomen. Wel is het aan te bevelen om de DV-kwaliteits-toetsen voor de inrichting van wegen (Dijkstra, 2003) uit te voeren op het bestaande netwerk en om deze resultaten te integreren bij de verdere uitwerking van de netwerkanalyses. Hiermee kunnen mogelijke verschillen tussen de functionele indeling volgens de categoriseringsplannen en de werkelijke vormgeving en inrichting van de desbetreffende wegen in kaart worden gebracht.

Naast de netwerktoets kan ook de routetoets (Dijkstra & Drolenga, 2007) worden toegepast om te bepalen of de meest geschikte routes (de gemodelleerde routes) ook de veiligste routes zijn. Hierin bieden factoren als ritduur, omwegfactor en opbouw van de gekozen route (verloop naar wegtype) de mogelijkheid om de categorisering van het wegennetwerk verder te optimaliseren.

4. Verkeersveiligheid in netwerkanalyses Zuid-Limburg en Stadsregio Arnhem Nijmegen

Dit hoofdstuk illustreert de methode uit *Hoofdstuk 3* door verkeersveiligheid als een integraal onderdeel op te nemen bij de netwerkanalyses van twee casusregio's: Zuid-Limburg en Stadsregio Arnhem Nijmegen. Deze twee regio's maakten eerder deel uit van het elftal waar tot nu toe regionale netwerkanalyses zijn uitgevoerd:

- Regio Groningen-Assen
- Leeuwarden
- Noordvleugel
- Regio Stedendriehoek
- Regio Twente
- Stadsregio Arnhem Nijmegen
- Zuid-Limburg
- Brabantstad
- Zuidvleugel
- Bestuur Regio Utrecht
- Noord-Overijssel

4.1. Netwerктоets

In de beide regio's Zuid-Limburg en de Stadsregio (Knooppunt) Arnhem Nijmegen (KAN) zijn dynamische verkeersmodellen gebruikt voor de regionale netwerkanalyses (Das & Van Hout, 2006; Stadsregio Arnhem Nijmegen, 2006). Deze modellen maken gebruik van een vrij uitgebreid weggennetwerk en kunnen daardoor verkeersveiligheidseffecten nauwkeuriger doorrekenen. De verkeersmodellen voor Zuid-Limburg en Stadsregio Arnhem Nijmegen worden beheerd door twee adviesbureaus die bovendien ervaring hebben met ongevallenanalyses en risicocijfers.

4.1.1. Zuid-Limburg

Voor de regio Zuid-Limburg is ervoor gekozen om de kernen (*Tabel 4.1*) aan de hand van het aantal inwoners per gemeente te definiëren (Drolenga, 2007; Dijkstra, 2003). In 2001 zijn de gemeenten Sittard en Geleen gefuseerd; ze zijn daarmee de tweede grootste gemeente in Zuid-Limburg geworden. Voor de netwerктоets is er echter sprake van twee aparte kernen. De grenswaarden tussen de kerntypen 3, 4 en 5 zijn zo gekozen dat het aantal gemeenten gelijkelijk verdeeld is over deze drie kerntypen. Een aanname is dat deze indeling van kernen in de verschillende typen ook voor het prognosejaar 2020 geldt.

Kerntype	Gemeente	Aantal inwoners *
1	GEEN	
2	Maastricht Heerlen	119.148 90.399
3	Sittard* Geleen* Kerkrade Landgraaf Echt-Susteren	(* samen 96.275) 48.721 38.917 32.333
4	Brunssum Stein Maasgouw Meerssen Valkenburg Beek	29.583 26.325 24.508 19.733 17.180 16.710
5	Nuth Schinnen Voerendaal Simpelveld Onderbanken	15.844 13.456 12.856 11.307 8.365
* Peildatum 1 januari 2007		

Tabel 4.1. Kerntypen naar inwoneraantallen en gemeente – Zuid-Limburg (Drolenga, 2007).

De verbindingen met kernen van type 5 lopen via erftoegangswegen (ETW); omdat ETW nauwelijks voorkomen in het verkeersmodel is dit kerntype 5 verder buiten beschouwing gelaten.

Van de verbindingen tussen de verschillende kernen in Zuid-Limburg is vervolgens vergeleken hoe ze volgens Duurzaam Veilig zouden moeten zijn gecategoriseerd en hoe ze zijn opgenomen in het categoriseringsplan van de regio (zie *Bijlage 1* voor de details van de netwerktoets in Zuid-Limburg).

Hoewel de meeste wegen in de categoriseringsplannen conform de DV-eisen zijn ingedeeld, zijn er ook enkele verbindingen in de regio Zuid-Limburg niet conform de DV-eisen gecategoriseerd in de plannen (*Tabel 4.2*). Deze wegen zouden op termijn aangepast moeten worden in de categoriseringsplannen en vervolgens ook in praktijk gerealiseerd moeten worden.

Verbinding		Weg	Huidige type	Gewenste type
A2	Sittard	N294	GOW I	SW
Heerlen	Kerkrade	N300	GOW	SW
Heerlen	Landgraaf	Heerlenseweg	GOW	SW
Heerlen	Brunssum	Heerenweg	GOW II	GOW I
Maastricht	Valkenburg	N590	GOW II	GOW I
Geleen	Beek	Pr.Mauritslaan	GOW II	GOW I

Tabel 4.2. Wegen die niet conform de DV-eisen zijn gecategoriseerd.

In verkeersmodellen wordt verkeer vaak toegedeeld op basis van wegen/routes met de laagste weerstand (voldoende capaciteit of de kortste reistijd). Omdat alle verbindingen in *Tabel 4.2* eigenlijk lagereordewegen zijn, kan de foute categorisering de weerstand in het model beïnvloeden, waardoor het verkeer anders over het netwerk verdeeld kan worden. Daarom is in de verkeerssimulatie een variant opgenomen waarbij de verbindingen in *Tabel 4.2* conform de gewenste situatie zijn aangepast. Uit de hogere gewenste wegtypering volgt meestal ook een hogere maximumsnelheid, waardoor de verbinding in het model aantrekkelijker wordt.

4.1.2. Stadsregio Arnhem Nijmegen (KAN)

Ook voor de Stadsregio Arnhem Nijmegen is besloten om de kernen op basis van inwoneraantallen te definiëren (*Tabel 4.3*). Net als de regio Zuid-Limburg bevat de stadsregio geen kernen van type 1, maar wel twee kernen van type 2, drie kernen van type 3, elf van type 4 en acht van type 5. Ook in de Stadsregio Arnhem Nijmegen zijn de verbindingen met kerntypen 5 verder niet beschouwd.

Kerntype	Gemeente	Aantal inwoners
1	GEEN	> 150.000
2	Arnhem Nijmegen	50.000 – 150.000
3	Duiven Wijchen Zevenaar	20.000 – 50.000
4	Bemmel Beuningen Didam Doesburg Elst Groesbeek Huissen Malden Oosterbeek Velp Westervoort	10.000 – 20.000
5	Heteren Lobith Mook Millingen aan de Rijn Renkum Roosendaal Ubbergen Zetten	< 10.000

Tabel 4.3. Kerntypen naar inwoneraantallen en gemeente – Stadsregio Arnhem Nijmegen (Tromp, 2007).

In eerste instantie is de categorisering van de verbindingen in de stadsregio globaal vergeleken met die volgens Duurzaam Veilig (de netwerktoets; zie *Bijlage 2*). Hier is geen onderverdeling gemaakt van de hoofdcategorieën SW en GOW, maar wel of de verbinding een regionale of lokale functie had. Uit deze eerste verkenning blijkt dat slechts één verbinding niet aan de gestelde eisen voldoet. Het gaat om de verbinding tussen Didam en Doesburg, die momenteel is gecategoriseerd als ETW en eigenlijk GOW

Type II zou moeten zijn. Alle andere verbindingen horen tot de gewenste hoofdcategorie SW of GOW.

Waarschijnlijk is het onnodig is om vanwege één niet-conforme verbinding een aparte DV-variant in het verkeersmodel op te nemen.

4.1.3. *Discussiepunten netwerktoets*

De toepassing van de netwerktoets in Zuid-Limburg en Stadsregio Arnhem Nijmegen heeft een aantal discussiepunten naar voren gebracht; de belangrijkste hiervan worden hier toegelicht.

Een belangrijke bouwsteen voor de netwerkanalyses is het gemodelleerde wegennetwerk, dat voor een groot deel wordt gebaseerd op de werkelijke situatie. Dit wil nog niet zeggen dat het bestaande (of zelfs toekomstige) wegennet voldoet aan de DV-eis dat vorm en gebruik overeenstemmen met de functie. Met een netwerktoets is daarom bepaald of het wegennetwerk (bijvoorbeeld in categoriseringsplannen) overeenkomt met de eisen gesteld door Duurzaam Veilig. Daar waar de overeenkomst groot is, dient dit wegennetwerk de basis te zijn voor het verkeersmodelnetwerk. Dit is het geval in de Stadsregio Arnhem Nijmegen, waar slechts één verbinding niet juist is gecategoriseerd.

Waar de overeenkomst niet zo groot is, zoals in het geval van de regio Zuid-Limburg, is het de bedoeling (en verwachting) dat de wegbeheerder het wegennet op termijn conform de categorisering zal gaan aanpassen. Hier zou de netwerkanalyse ook rekening mee moeten houden, bijvoorbeeld door een aparte variant in het verkeersmodel op te nemen die de verkeers-effecten hiervan inzichtelijk maakt ('Referentie + DV' uit *Afbeelding 3.1*). Voor het inzichtelijk maken van de potentiële verkeersveiligheidseffecten wordt voor de regio Zuid-Limburg een aparte variant opgenomen (zie § 4.1.1).

Het toetsen van bestaande en toekomstige wegverbindingen en wegennetwerken aan bepaalde DV-eisen en -criteria wordt voor een groot deel gestuurd door de type verbindingen die mogelijk zijn tussen kernen. De definitie van een kern is hierbij bepalend en daarvoor zijn er verschillende criteria mogelijk, bijvoorbeeld het aantal inwoners, de inwonerdichtheid, ruimtelijke ordening/benutting en dergelijke. In dit project is het aantal inwoners naar gemeenten gebruikt, maar de resulterende verbindingstypen zijn ook sterk afhankelijk van de indeling in typen kernen die wordt gekozen. Door bijvoorbeeld de klassengrenzen (hier het aantal inwoners) te verleggen zou een andere kernindeling ontstaan, en daardoor een andere gewenste categorisering van verbindingen. Voor de verdere uitwerking van de netwerktoets in de regionale netwerkanalyses is het van belang om een uniforme definitie toe te passen. Welke definitie daarvoor het meest geschikt is moet nader uitgewerkt worden.

Naast de kerndefinitie, is ook de geografische begrenzing van kernen van belang. Het ligt voor de hand hiervoor gemeentegrenzen te kiezen, maar hier moet men pragmatisch te werk gaan, vooral als gemeentegrenzen tegen elkaar liggen, of als er deelgemeenten of andere soorten kernen zijn die relatief ver uit elkaar liggen maar die toch het aantal verplaatsingen binnen de (gemeente)grenzen sterk kunnen verhogen (denk aan recreatieve faciliteiten als de Efteling). Ook dit punt van de geografische begrenzing

moet nader uitgewerkt worden om onduidelijkheden tussen regio's te voorkomen.

Een ander aandachtspunt dat uit de pilot-netwerктоetsen naar voren komt betreft de verbindingen tussen kleinere kernen en aangrenzende grotere kernen. Vaak zijn deze ook onderdeel van alternatieve (en mogelijk kortere) routes voor verkeer tussen de grotere kernen. In een verkeersmodel (en ook in praktijk) wordt dit soort verbindingen via de kleinere kernen altijd benut, al is het gebruik dan niet in overeenstemming met de functie van de weg. In dit soort situaties moet men overwegen of de verbinding minder aantrekkelijk moet worden gemaakt en of de modellen hier rekening mee moeten houden door het ongewenste gebruik van deze routes te signaleren.

4.2. Ongevallenanalyse en risicocijfers

Binnen de netwerkanalyses kan verkeersveiligheid op twee manieren kwantitatief in beeld worden gebracht (zie ook § 3.2): 1) door een regiospecifieke analyse van geregistreerde ongevallen en een berekening van (regiospecifieke) risicocijfers voor de verschillende wegcategorieën, of 2) door het toepassen van landelijke risicocijfers per wegcategorie. De regiospecifieke aanpak heeft de voorkeur omdat ook ongevallenlocaties in beeld worden gebracht. Wel vergt dit extra inspanning, vooral de eerste keer wanneer ongevallen moeten worden toegekend aan het modelnetwerk.

De tweede methode is sneller maar minder nauwkeurig. De landelijke risicocijfers per wegcategorie zijn gebaseerd op ongevallen en voertuigprestaties uit 1997-1999 (Janssen, 2005; SWOV Kennisbank) waardoor over- of onderschattingen van de werkelijke regionale situatie op bepaalde wegcategorieën mogelijk is (bijvoorbeeld als er sinds 1999 veel maatregelen zijn getroffen op zekere categorieën wegen in de provincie). Desondanks geeft deze aanpak toch een redelijk inzicht in de relatieve verschillen tussen verschillende varianten en maatregelpakketten.

Om de verschillen van de aanpakken inzichtelijk te maken worden beide methoden toegepast voor Zuid-Limburg en Stadsregio Arnhem Nijmegen. Bij beide methoden spelen risicocijfers een belangrijke rol, of ze nu landelijk of regiospecifiek zijn. De risicocijfers worden in deze pilots bepaald door het aantal letselongevallen af te zetten tegen het totale aantal gereden voertuigkilometers (de expositie maat). De reden waarom alleen letselongevallen worden gebruikt, is dat deze beter en betrouwbaarder geregistreerd worden dan ongevallen met uitsluitend materiële schade.

4.2.1. Toepassen geregistreerde letselongevallen in regio

Voor het uitvoeren van de ongevallenanalyses in de regio's Zuid-Limburg en Arnhem-Nijmegen zijn geregistreerde ongevallendata (het BRON-bestand in beheer bij DVS) gebruikt om ten eerste de huidige verkeersveiligheids-situatie in beeld te brengen, en ten tweede om regiospecifieke risicocijfers te berekenen voor de verschillende wegcategorieën in elke regio. In beide regio's zijn ongevallendata uit minstens drie achtereenvolgende jaren benut.

Regionale risicocijfers zijn berekend door een koppeling van de ongevallenlocaties in het BRON-bestand aan de lijnstukken (wegvakken)

van het weggennetwerk in het verkeersmodel. Dit was geen eenvoudige koppeling en heeft veel tijd en inspanning gekost.

Hoewel de BRON-data met NWB-bestanden gekoppeld konden worden was een directe koppeling met de gemodelleerde netwerken niet mogelijk. Een eerste stap was om de verschillen tussen het modelnetwerk en het NWB inzichtelijk te maken (*Afbeelding B.1 in Bijlage 3*). Een tweede stap was om de ongevalgegevens aan het NWB te koppelen en daarna de ongevallen toe te kennen aan de juiste lijnstukken in het modelnetwerk (*Afbeelding B.2 in Bijlage 3*).

Het blijkt dat het weggennet in het verkeersmodel op sommige plaatsen afwijkt van het NWB. Bovendien zijn niet alle wegen in het NWB opgenomen in de verkeersmodellen (*Bijlage 3*). De afwijkingen zijn meestal klein, maar het is wel noodzakelijk dat ongevallen die duidelijk niet op de wegen in het modelnetwerk vallen ook buiten beschouwing worden gelaten. Hiervoor is een afstand van ongeveer 50 m aan te bevelen.

Een ander punt dat speelt bij de toekenning van ongevallen, zijn ongevallen op kruispunten. In de landelijke risicocijfers van de SWOV (Janssen, 2005; SWOV Kennisbank) zijn kruispuntongevallen toegekend aan de wegen van de hoogste categorie. In deze studie is dat ook zo veel mogelijk gebeurd, maar het is ook nog eens zo dat niet alle kruispunten in het modelnetwerk voorkomen. In dat geval worden de kruispuntongevallen alsnog toegekend aan het dichtstbijzijnde wegvak in het modelnetwerk (zie *Afbeelding 4.1* ter illustratie).



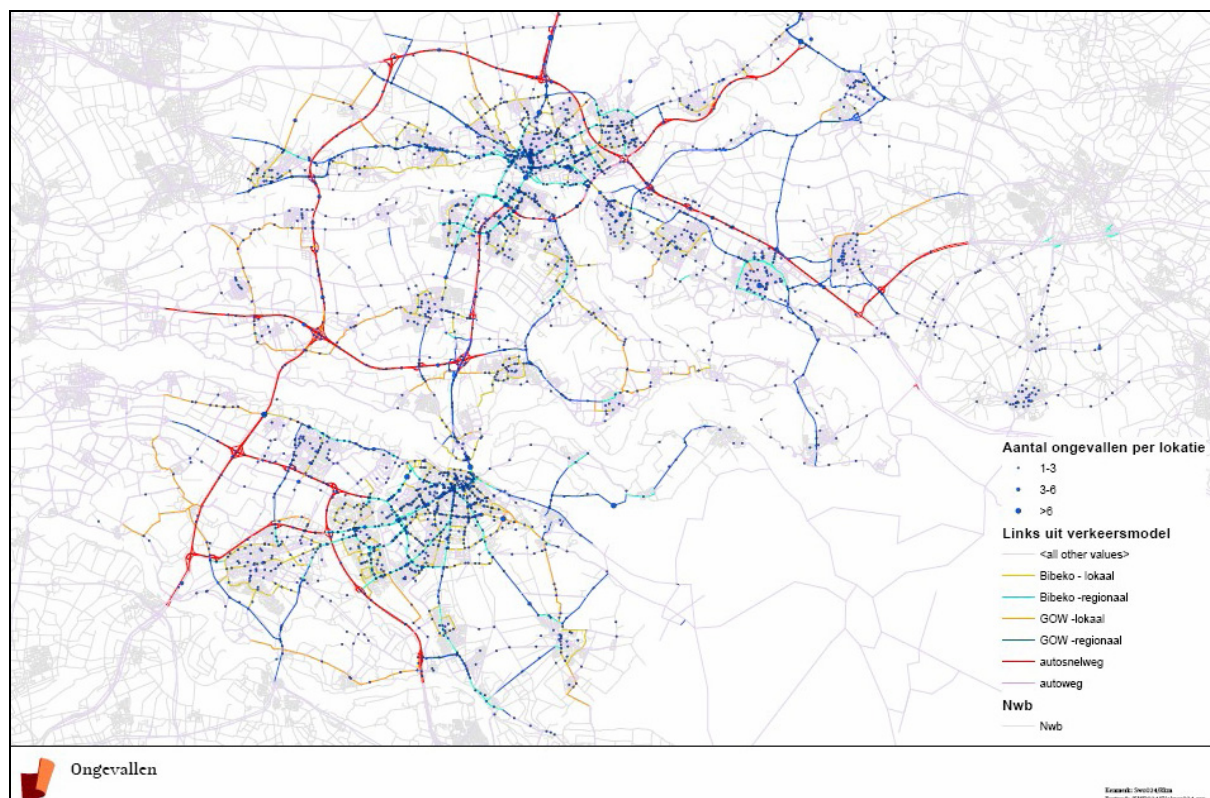
Afbeelding 4.1. Links een voorbeeld van een kruispunt (omcirkeld) in de huidige situatie, en rechts een ongeval op dat kruispunt in het NWB (lichtgrijze lijnen), dat is toegekend aan het modelnetwerk (donkere lijnen; Drolenga, 2007).

Belangrijk bij de toedeling van de ongevallen aan het modelnetwerk is dat een groot aantal ongevallen niet toegedeeld kon worden (bijvoorbeeld circa 38% van het totaal in de Stadsregio Arnhem Nijmegen; zie *Tabel 4.4*). Dit komt grotendeels doordat het weggennetwerk in de modellen onvolledig is (*Bijlage 3*).

Wegtype	Letselongevallen en slachtoffers (2001-2003)		
	Letselongevallen	Slachtoffers	Doden
Autosnelweg	354	496	18
Autoweg	51	69	3
GOW regionaal	351	454	24
GOW lokaal	118	160	4
<u>Totaal BUBEKO</u>	874	1179	49
Verkeersader regionaal	732	890	8
Verkeersader lokaal	695	818	7
<u>Totaal BIBEKO</u>	1427	1708	15
NIET TOEGEDEELD	1388	1685	34

Tabel 4.4. Geregistreerde ongevallen en slachtoffers toegedeeld aan het modelnetwerk van Stadsregio Arnhem Nijmegen (Tromp, 2007).

De (letsel)ongevallen die zijn toegekend aan het modelnetwerk zijn vervolgens als ongevallenconcentraties in beeld gebracht voor een visuele indruk (Afbelding 4.2). Ook zijn de regionale risicocijfers per wegtype berekend.



Afbelding 4.2. Letselongevallen (2001-2003) op het modelnetwerk van Stadsregio Arnhem Nijmegen (Tromp, 2007).

4.2.2. Regiospecifieke risicocijfers van wegen in het netwerk

Om (regionale) risicocijfers per wegtype te berekenen zijn niet alleen de aantallen letselongevallen (over minstens drie opeenvolgende jaren) uitgesplitst naar wegtype nodig, maar ook de voertuigprestaties op die wegtypen. De voertuigprestatie is het product van wegvaklengte en de verkeersintensiteit op dat wegvak. Omdat er verkeersprognoses worden gedaan is het belangrijk om het verkeersmodel te kalibreren met de werkelijke situatie. Hiervoor worden de gemodelleerde wegvakintensiteiten vergeleken met (steekproeven van) werkelijk gemeten intensiteiten, en waar nodig wordt het model aangepast en gevalideerd.

In de meeste netwerkanalyses is met het verkeersmodel een basisvariant doorgerekend die de huidige verkeerssituatie weergeeft (vaak ook de referentie genoemd). Deze variant dient dan ook om de (huidige) regionale risicocijfers te berekenen.

In het geval van de regio Zuid-Limburg is er geen basisvariant (anno 2007) doorgerekend. Vanwege de tijdsplanning voor de uitvoering van de netwerkanalyses heeft regio Zuid-Limburg ervoor gekozen (Das & Van Hout, 2006) om gebruik te maken van de 'NRM 2.4'-modeltoepassing waarin de European Coordination-scenario's voor 2020 zijn opgenomen. Dit betekent dat in dit geval het 2020-netwerk als referentienetwerk dient, en als basisvariant is gebruikt. Hoewel de intensiteiten in 2020 (waarschijnlijk) hoger liggen dan nu, waardoor het berekende risicocijfer lager zal liggen dan anno 2007, is het nog steeds acceptabel om hiermee de regiospecifieke risicocijfers te berekenen. De absolute hoogte van deze risicocijfers is immers niet zo belangrijk, omdat ze worden gebruikt om relatieve verschillen zichtbaar te maken tussen de toekomstvarianten (waarin de maatregelen vooral gericht zijn op het oplossen van doorstromings- en bereikbaarheidsknelpunten). Wel betekent dit dat de regionale risicocijfers voor Zuid-Limburg niet vergelijkbaar zijn met die van andere regio's of met landelijke cijfers; dit is alleen maar het geval als een herberekening plaatsvindt met voor alle regio's hetzelfde basisjaar als referentie.

De voertuigprestatie wordt berekend aan de hand van wegvaklengte en verkeersintensiteit op het wegvak. In de meeste gevallen maakt het verkeersmodel gebruik van (spits)intensiteiten die slechts een deel van een dag gelden. Vervolgens is het nodig de modelintensiteiten om te rekenen naar een jaarwaarde of een gelijke tijdsperiode als die van de ongevallen. Indien regionale omrekenfactoren niet voor handen zijn dienen de verdelingen van voertuigintensiteiten over de dagen en over de week volgens het CROW te worden toegepast (CROW, 2004).

De voertuigprestaties van alle wegvakken worden berekend en per wegcategorie gesommeerd. Het totale aantal letselongevallen per wegcategorie wordt gedeeld door de totale voertuigprestatie voor die categorie en het resultaat is een risicocijfer (zie *Tabel 4.5* en *4.6* voor voorbeelden; let wel, de cijfers zijn vanwege verschillende basisjaren niet onderling vergelijkbaar).

Wegtype		Voertuigkilometers (miljoen per jaar; huidige)	Onveiligheid (geregistreerde ongevallen) Totaal 2001-2003			Risicocijfers (letselongevallen per miljoen vtg-km)
DV	KAN		Letselongevallen	Gewonden	Doden	
ETW bi	N.v.t.					N.v.t.
GOW bi	VA regionaal VA lokaal	607 409	732 695	890 818	8 7	0,42 0,60
ETW bu	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.
GOW II bu	GOW lokaal	153	118	160	4	0,22
GOW I bu	GOW regionaal	712	351	454	24	0,18
SW II bu	Autoweg	146	51	69	3	0,09
SW I bu	Autosnelweg	2613	354	496	18	0,05

bi = binnen de bebouwde kom; bu = buiten de bebouwde kom; VA = verkeersader

Tabel 4.5. Voertuigprestatie en risicocijfers naar wegtype voor het referentiemodel 2005 voor Stadsregio Arnhem Nijmegen (KAN; Tromp, 2007).

Wegcategorie	Risicocijfers (letselongevallen per miljoen vtg-km)
ETW Bibeko	0,72
GOW Bibeko	1,12
GOW II Bubeko	0,38
GOW I Bubeko	0,17
AW (SW Type II)	0,04
ASW (SW Type I)	0,03

Tabel 4.6. Regionale risicocijfers voor Zuid-Limburg (referentiemodel 2020). Bovenvermelde risicocijfers zijn gebaseerd op het gemiddelde aantal ongevallen in de periode 1994-2004 en de intensiteiten in 2020. De risicocijfers zijn vanwege de hogere verkeersprestatie in 2020 dus onderschat ten opzichte van de huidige situatie.

4.2.3. Landelijke risicocijfers

Regio's kunnen ervoor kiezen om in plaats van specifieke regionale risicocijfers (op basis van regionale ongevallendata over minstens drie opeenvolgende jaren), landelijke risicocijfers te gebruiken om de verschillen in verkeersveiligheidseffecten van verschillende varianten zichtbaar te maken. Dit heeft als grootste voordeel dat de stappen die hiervoor zijn toegelicht in § 4.2.1 en § 4.2.2 niet nodig zijn, waardoor tijd en inspanning worden bespaard. Het grootste nadeel is het feit dat de werkelijke omvang van ongevallen op het regionale, dan wel modelnetwerk niet zichtbaar is waardoor mogelijke ongevallenconcentraties (black spots) er niet uit worden gelicht. Bovendien kunnen potentiële bereikbaarheids- en veiligheidsknelpunten niet over elkaar gelegd worden.

Ter illustratie worden de landelijke risicocijfers vergeleken met de regionale cijfers in Zuid-Limburg en de Stadsregio Arnhem Nijmegen (*Tabel 4.7*). Nogmaals moet opgemerkt worden dat deze cijfers niet onderling vergelijkbaar zijn. Bijvoorbeeld de cijfers voor Zuid-Limburg zijn berekend aan de hand van ongevallen in de periode 1994-2004 en geprojecteerde voertuigprestaties in 2020, en dus zijn de cijfers door de hogere voertuigprestatie in 2020 onderschat. Hier is ook te zien dat het verkeer op vooral autowegen en autosnelwegen toe zal nemen waardoor er een andere verhouding ontstaat tussen de risicocijfers in de verschillende wegcategorieën.

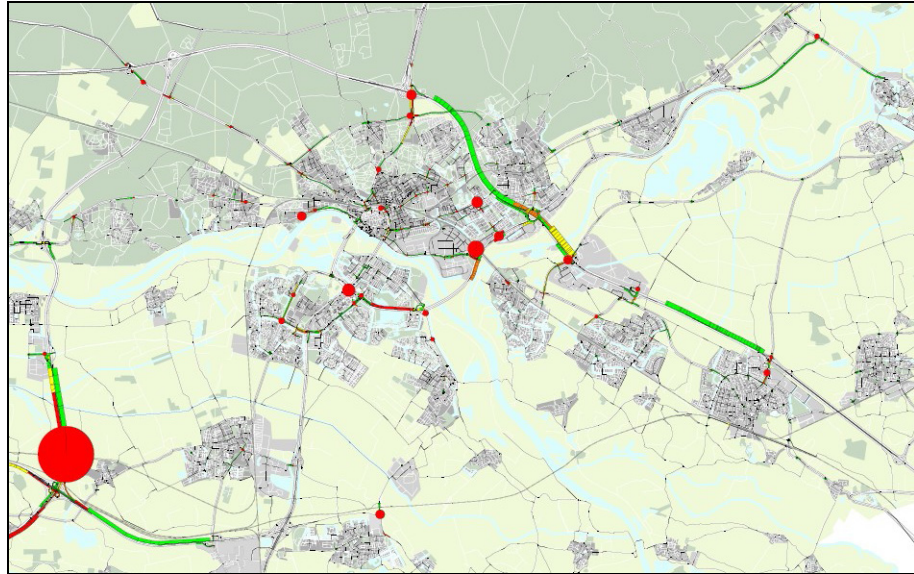
Wegcategorie	Risicocijfer (letselongevallen per miljoen vtg-km)		
	Landelijk	Zuid-Limburg*	KAN
ETW Bibeko	0,57	0,72	N.v.t.
GOW Bibeko	1,10	1,12	0,48
GOW II Bubeko (voor alle verkeer)	0,43	0,38	0,43**
GOW I Bubeko (met geslotenverklaring)	0,22	0,17	0,20
AW (SW Type II)	0,08	0,04	0,09
ASW (SW Type I)	0,06	0,03	0,05
* Vanwege hogere voertuigprestaties in het basisjaar 2020 waarschijnlijk onderschat ** Afgeleid uit landelijke cijfers			

Tabel 4.7. *Landelijke (Janssen, 2005) versus regionale (Drolenga, 2007; Tromp, 2007) risicocijfers.*

De landelijke risicocijfers zijn berekend met data uit de periode 1997-1999 (Janssen, 2005; SWOV Kennisbank), waardoor bij doorrekening naar regionaal niveau mogelijk een vertekend beeld van de huidige verkeersveiligheidssituatie ontstaat. Dit kan optreden in regio's waar de verkeersveiligheid (aantallen ongevallen in combinatie met de mobiliteit) in de afgelopen jaren sterk is veranderd. Vanwege deze onzekerheid wordt aanbevolen om de landelijke cijfers alleen te gebruiken om de relatieve verschillen tussen de varianten in kaart te brengen.

4.3. Verkeersveiligheid in beeld

Met het verkeersmodel hebben regio's de knelpunten en files voor de toekomstige situatie van de referentie – de zogeheten 'do nothing'-variant – in beeld gebracht (zie voor een voorbeeld *Afbeelding 4.3*). Aan de hand hiervan zijn maatregelpakketten uitgewerkt en zijn de effecten op de bereikbaarheid met het model berekend en getoond. Deze paragraaf illustreert hoe ook de verkeersveiligheidseffecten zichtbaar gemaakt kunnen worden.



Afbeelding 4.3. *Bereikbaarheidsknooppunten en files in Nijmegen en omgeving voor de referentiesituatie in 2020 (Tromp, 2007).*

Voor de illustratie is de regio Zuid-Limburg gekozen en zijn de volgende vijf toekomstvarianten zijn in het verkeersmodel gesimuleerd:

1. *Referentie 2020*

Deze basisvariant komt direct uit de netwerkanalyse voor Zuid-Limburg (Das & Van Hout, 2006). Hierin zijn enkele maatregelen opgenomen die tussen nu en 2020 gerealiseerd moeten worden. In deze variant zijn verkeersintensiteiten in het model gebaseerd op geprognosticeerde waarden voor 2020.

2. *Referentie 2020 plus DV-pakket*

Dit is een verfijning van variant 1, waarbij de knooppunten die zijn gebleken uit de netwerktoets conform de eisen zijn aangepast, met andere woorden het totale modelnetwerk voldoet in deze variant aan de functionele eisen van Duurzaam Veilig, zie § 4.1.1).

3. *Beprijzing 2020*

Ook deze beprijzingsvariant komt direct uit de netwerkanalyse (Das & Van Hout, 2006) en gaat uit van een platte heffing van 3,4 cent/km op het netwerk 'Referentie 2020'.

4. *Beprijzing 2020 plus DV-pakket*

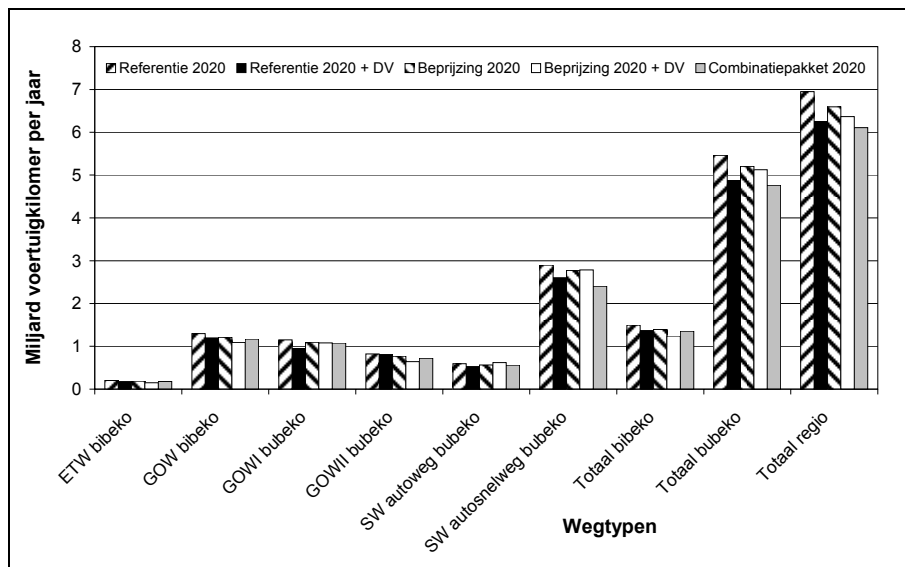
Dit is een combinatie van varianten 2 en 3.

5. *Oplossingsrichting 2020: Combinatiepakket*

Deze variant komt ook uit de regionale netwerkanalyse waarin destijds drie verschillende oplossingspakketten zijn doorgerekend. Het combinatiepakket ('pakket 3' uit Das & Van Hout, 2006) bevat maatregelen op het gebied van mobiliteitsmanagement – inclusief de bovengenoemde beprijzing uit varianten 3 en 4 – en capaciteitsuitbreidingen uit de 'pakketten 1 en 2' (Das & Van Hout, 2006).

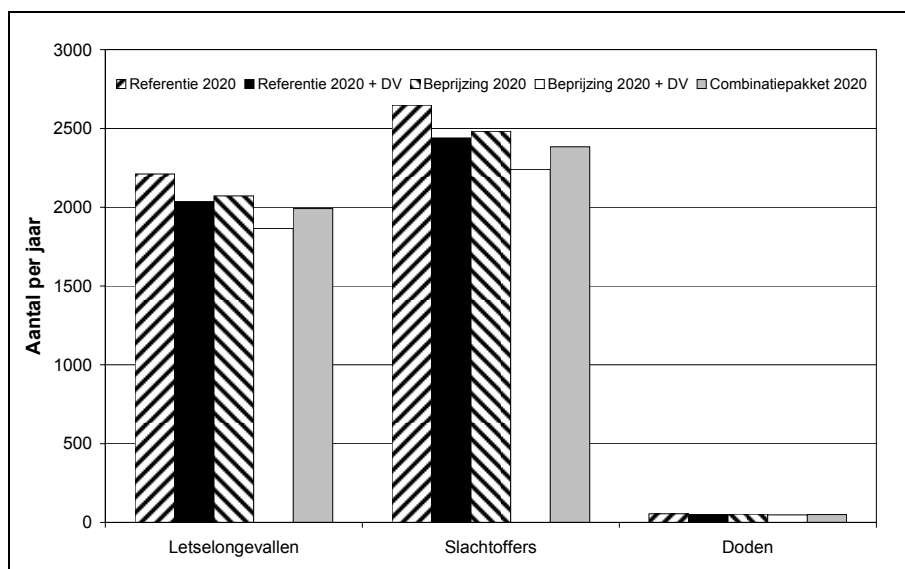
Voor iedere beleidsvariant is de voertuigprestatie per wegtype bepaald (verkeersintensiteit x wegvaklengte; zie *Afbeelding 4.4*). Het blijkt duidelijk dat, ongeacht de variant, de meeste voertuigkilometers op de wegen van de hoogste orde worden gemaakt. Voor de verkeersveiligheid is dit het

gewenste beeld, aangezien de autosnelwegen relatief gezien de veiligste wegen zijn, en zijn bestemd voor de langere verplaatsingen. Wel zijn er verschillen tussen de varianten zichtbaar. Bij vooral het DV-pakket is het aantal voertuigkilometers wat lager dan bij de referentie en de andere varianten; dit komt doordat met dit pakket een aantal kortere routes wordt aangeboden. Datzelfde is het geval voor de variant 'Combinatiepakket'.



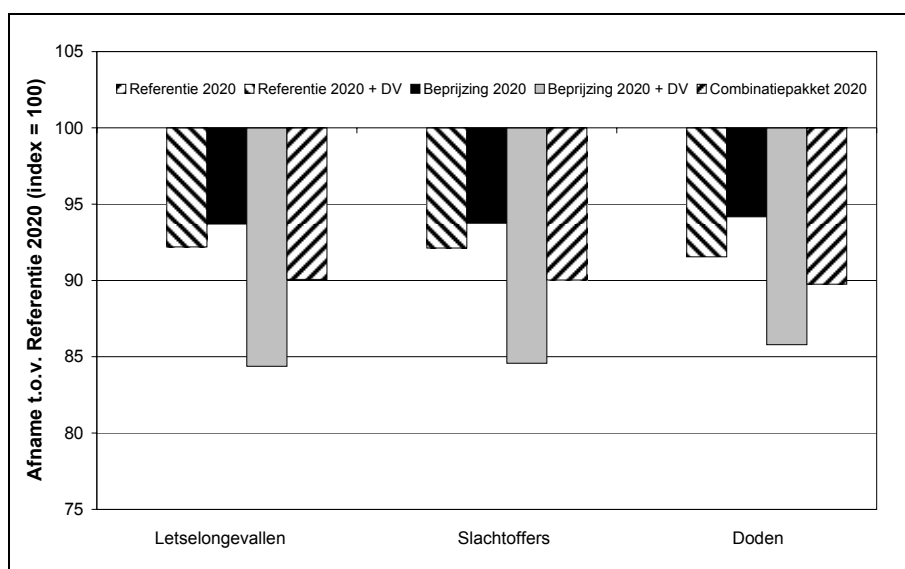
Afbeelding 4.4. Voertuigprestatie naar wegtype en variant (Drolenga, 2007).

Door de voertuigprestaties in Afbeelding 4.4 te vermenigvuldigen met de risicocijfers zijn de (verwachte) letselongevallen voor ieder wegtype bepaald. In dit voorbeeld is gekozen voor de regio-specifieke risicocijfers. Daarna zijn voor het gehele netwerk het aantal letselongevallen, het aantal letselsslachtoffers en het aantal doden per toekomstvariant uitgerekend (Afbeelding 4.5).



Afbeelding 4.5. Geschatte letselongevallen, letselsslachtoffers en doden op het netwerk Zuid-Limburg naar toekomstvariant (Drolenga, 2007).

In het voorbeeld in *Afbeelding 4.5* is duidelijk te zien dat de variant 'Beprijzing 2020 plus DV' de grootste besparingen in termen van letselongevallen en slachtoffers met zich meebrengt (ook bij doden). Het is opvallend dat de afname van het aantal letselongevallen en letsel-slachtoffers van de variant 'Beprijzing 2020 plus DV' zelfs groter is dan de som van de varianten 'Referentie 2020 plus DV' en 'Beprijzing 2020'. Deze verschillen zijn nog beter te zien wanneer de cijfers worden geïndexeerd naar de referentievariant, dat wil zeggen wanneer de cijfers uit de variant 'Referentie 2020' op 100 worden gesteld (zie *Afbeelding 4.6*).



Afbeelding 4.6. Afname in letselongevallen, -slachtoffers en doden (referentie 2020 = index 100; Drolenga, 2007).

Afbeelding 4.6 laat duidelijk zien dat verkeersveiligheid bij netwerkanalyses relatief eenvoudig in beeld te brengen is. Op basis van een dergelijke analyse en overwegingen op het gebied van milieu, ruimtelijke ordening, openbaar vervoer en dergelijke, kunnen keuzes worden gemaakt voor te nemen beleidsplannen en -maatregelen.

5. Conclusies en bespreking

De regionale netwerkanalyses zijn vooral gericht op het in kaart brengen van regionale bereikbaarheid op korte tot lange termijn. Hierbij is verkeersveiligheid nog niet prominent ingebed maar wordt deze soms wel als randvoorwaarde opgenomen in de doelstellingen. Hoewel de beginselen voor het uitvoeren van de regionale netwerkanalyses in een handreiking uiteen zijn gezet (KpVV, 2005), zijn deze per regio verschillend uitgewerkt. In sommige regio's is alleen gebruikgemaakt van het Nieuw Regionaal Model (NRM); in andere zijn ook dynamische verkeersmodellen gebruikt om de bereikbaarheidsproblematiek in kaart te brengen. Aan de hand van de uitgevoerde netwerkanalyses heeft iedere regio verschillende maatregel-pakketten uitgewerkt en getoetst, en zijn de resultaten vastgelegd in een regionaal rapport. Hoewel verkeersveiligheid in veel gevallen wel kwalitatief is meegenomen, kan deze ook kwantitatief en op een structurele manier opgenomen worden in regionale netwerkanalyses. Deze studie verkent daarvoor een methode die bestaat uit een netwerktoets (gericht op de functionele wegindeling van het netwerk zelf) en een risicobenadering (gericht op het aantal ongevallen op de wegen van dat netwerk). Deze methode is met twee pilots gedemonstreerd en beoordeeld.

5.1. Netwerktoets

De netwerktoets (Dijkstra, 2003) is ontwikkeld om de functionaliteit van een wegennetwerk te toetsen aan Duurzaam Veilig-eisen. De toets is vooral gericht op het toetsen van de zogeheten categoriseringsplannen, maar is ook geschikt om te beoordelen of de wegennetwerken in het verkeersmodel van de regionale netwerkanalyses voldoen aan de gestelde categoriserings-eisen. De netwerktoets geeft een eerste indruk of de huidige, gemodelleerde en toekomstige netwerken voldoen aan de functionele eisen van Duurzaam Veilig. Bovendien geeft de toets aan welke aanpassingen aan het netwerk er eventueel opgenomen kunnen worden in de maatregel-pakketten die zijn gericht op bereikbaarheidsproblemen.

De netwerktoets is in twee proefgebieden (regio Zuid-Limburg en Stadsregio Arnhem Nijmegen) toegepast. De toets geeft aan dat een aantal wegen in vooral de regio Zuid-Limburg niet zijn gecategoriseerd volgens de eisen gesteld vanuit Duurzaam Veilig. Aan de hand van dit resultaat is een (nieuwe) variant doorgerekend waarin aanpassingen conform de DV-eisen zijn meegenomen. Slechts één verbinding in de Stadsregio Arnhem Nijmegen voldeed niet aan de functionele DV-eisen. Het was niet nodig om hiervoor een aparte of nieuwe variant door te rekenen.

Het resultaat van de netwerktoets is afhankelijk van de gehanteerde definitie van 'een kern' (zie ook Dijkstra, 2003). Om te voorkomen dat iedere regio een eigen definitie hanteert wordt aanbevolen om voorlopig het aantal inwoners per gemeente te hanteren. Een voor allen bruikbare definitie van kernen zou in vervolgonderzoek verder moeten worden uitgewerkt.

Hoewel de netwerktoets een meerwaarde heeft in netwerkanalyses, is de toets niet geschikt om het gebruik van een netwerk inzichtelijk te maken. In deze opzet bepaalt de toets alleen of een bepaalde verbinding voldoet aan

de gestelde categoriseringseisen. Hierin schuilen twee problemen. Ten eerste mag een weg op papier wel van een bepaalde categorie zijn, maar het kan toch zijn dat deze niet zo is ingericht of niet functioneert zoals bedoeld. Een tweede probleem blijft dat er in de praktijk meer routes/verbindingen tussen kernen mogelijk zijn dan er zijn gemodelleerd, en dat niet al deze verbindingen voldoen aan de categoriseringseisen. Dit pleit ervoor dat functie, vorm en gebruik van al deze verbindingen moeten worden afgestemd, en dat de netwerktoets aangevuld moet worden met bijvoorbeeld de routetoets die op dit moment verder wordt ontwikkeld (Dijkstra & Drolenga, 2007).

De verkeersmodellen bevatten niet alle details over bijvoorbeeld weg-inrichting, en ze zijn ook niet bedoeld voor gedetailleerde verkeerskundige analyses van bijvoorbeeld de inrichting van kruispunten en wegvakken. Het toetsen van weginrichting en dergelijke aan Duurzaam Veilig-eisen valt buiten het bereik van de netwerkanalyse en van deze studie.

5.2. Risicobenadering

In de pilots zijn twee manieren getest om de verkeersveiligheid van het netwerk op ongevalleniveau mee te nemen. De eerste methode schat regionale risicocijfers, die gebaseerd zijn op een regionale analyse van ongevallen op de verschillende wegtypen, en op de voertuigprestaties. De tweede methode maakt gebruik van landelijke risicocijfers en (landelijke) voertuigprestaties.

Voor de regionale analyses is een koppeling van de geregistreerde letselongevallen en het modelnetwerk noodzakelijk. Dit is een taak die nauwkeurigheid vereist en eenmalig veel tijd in beslag neemt maar die wel zijn voordelen kent. (Bijvoorbeeld kunnen binnen de regio risicocijfers van geselecteerde wegtypen van verschillende wegbeheerders worden vergeleken.) Bovendien levert de analyse naast een regionaal beeld van de mobiliteitsontwikkeling, ook een beeld van de regionale verkeersveiligheidsontwikkeling en risicocijfers. Regionale risicocijfers zijn uitermate geschikt om de verschillen in verkeersveiligheidseffecten van toekomstscenario's, maatregelpakketten en mobiliteitsontwikkelingen inzichtelijk te maken. Hiermee kunnen deze verkeersveiligheidseffecten in eventuele kosten-batenanalyses mee worden genomen en kan de bijdrage van de verschillende varianten aan de regionale verkeersveiligheidsdoelstellingen worden bepaald. Wel is het belangrijk om één referentieperiode te kiezen voor het berekenen van risicocijfers (bijvoorbeeld het gemiddeld aantal letselongevallen over de laatste drie jaar en de voertuigprestatie over het laatste jaar).

De tweede optie is om de landelijke risicocijfers per wegtype te koppelen aan voertuigprestaties op het modelnetwerk, en om de letselongevallen hieruit af te leiden. Ook hier worden de relatieve verschillen tussen de toekomstvarianten inzichtelijk gemaakt en kunnen deze worden meegenomen in de keuze van maatregelpakketten. Belangrijk hierbij is dat het gaat om geaggregeerde risico's en dus niet om gedesaggregeerde, regionale risico's waarbij slachtoffers per regio wordt gecorrigeerd voor de regionale mobiliteit.

Hoewel de uitkomsten van de regionale en landelijke aanpak even bruikbaar zijn in de netwerkanalyses (relatieve verschillen tussen varianten en maatregelpakketten), zijn er ook belangrijke verschillen tussen de landelijke en regionale risicocijfers. Behalve dat ze niet regiospecifiek zijn, zijn de landelijke cijfers per wegtype ook enigszins verouderd (Janssen, 2005). Bij gebruik van landelijke cijfers zouden deze daarom opnieuw berekend moeten worden. Hiervoor zijn wegvakintensiteiten nodig en wellicht is het een haalbare optie om deze gegevens te verkrijgen met de bestaande verkeersmodellen uit de netwerkanalyses.

De voorkeur gaat uit naar het gebruik van regionale risicocijfers. Het voordeel hiervan is dat ongevalgegevens elk jaar bijgewerkt kunnen worden, en omdat verkeersintensiteiten in de modellen altijd voorhanden zijn, blijven de risicocijfers altijd actueel. Bovendien kunnen aan de hand van deze cijfers vergelijkingen tussen regio's/gebieden gemaakt worden en kan ook worden gekeken naar toekomstige ontwikkelingen en hun effect op de verkeersveiligheid op langere termijn.

5.3. Algemeen

Het is praktisch goed mogelijk gebleken om de verkeersveiligheid kwantitatief mee te nemen in de regionale netwerkanalyses voor twee van de elf regio's waar al netwerkanalyses waren uitgevoerd. Bovendien heeft het inzichtelijk maken van de verkeersveiligheidseffecten van bepaalde mobiliteitsmaatregelen meerwaarde voor uiteindelijke beleidskeuzes. In een van de pilots bleek bijvoorbeeld dat het duurzaam veilig maken van een netwerk in combinatie met beprijzen, een groter effect heeft op mobiliteit en veiligheid dan beprijzen alleen. Verkeersveiligheid heeft vaak een dominante invloed op de uitkomsten van kosten-batenanalyses en door het op deze manier te kwantificeren kan het uiteindelijk van doorslaggevend belang zijn in de besluitvorming.

In het algemeen zijn de (statische en dynamische) modelinputs (wegennetwerk) en -outputs (voertuigprestatie) geschikt voor het toepassen van de netwerktoets en de risicobenadering. Het berekenen van regionale risicocijfers vergt extra inspanning, maar dit heeft wel de voorkeur gezien de voordelen die in de vorige paragraaf al zijn genoemd.

De beschreven methoden kunnen alleen toegepast worden wanneer er deskundigheid op het gebied van verkeersmodellen en verkeersveiligheidsanalyses en -systemen (BRON/LMS enzovoort) beschikbaar is. Deze deskundigheid is vooral vereist bij het koppelen van verkeersongevallendata aan modelnetwerken. Ook moet naar aanleiding van de netwerktoets rekening worden gehouden met de mogelijkheid dat er extra simulaties gedraaid moeten worden om varianten met een aangepast DV-netwerk door te rekenen.

5.4. Verdere ontwikkeling en toepassing

Hoewel verkeersveiligheid in de regionale netwerkanalyses opgenomen kan worden, verdienen de volgende punten nog aandacht:

- *Definitie van kernen en kerngrenzen in de netwerktoets*
Kernen en daarbij kerngrenzen kunnen op verschillende manieren

worden gedefinieerd en dit kan leiden tot verschillende uitkomsten en uiteindelijke wegcategorysering van wegennetwerken in de verkeersmodellen. De SWOV doet op dit moment onderzoek naar mogelijkheden voor een uniforme definitie van kernen en kerngrenzen.

– *Aanvullen netwerktoets met routetoets*

De netwerktoets toetst niet het gebruik van een netwerk, en dient aangevuld te worden met een toets die ook de optimale routes wat betreft veiligheid en reistijd kan evalueren. De SWOV onderzoekt of de routetoets hiervoor een geschikt instrument is.

Naast deze punten is het aan te bevelen om de pilots te vervolgen met 1) de ontwikkeling van een handleiding verkeersveiligheid in regionale netwerk-analyses (eventueel op te nemen in de *Handreiking Regionale Netwerk-analyses*; KpVV, 2005), en 2) regionale bijeenkomsten om kennis over te dragen op het gebied van verkeersveiligheid in regionale netwerk-analyses

Om de regio's in staat te stellen de netwerktoets en risicobenadering op een uniforme manier aan te pakken wordt aanbevolen een handleiding samen te laten stellen met daarin beschrijvingen van onder andere het toepassen van de netwerktoets, het toedelen van ongevallen aan het regionale model-netwerk, het berekenen van regionale risicocijfers, wegennetwerken in het model, en doorrekening van verkeersveiligheidseffecten van verschillende maatregelpakketten. De handleiding dient gezamenlijk door de SWOV en het KpVV gemaakt te worden.

De SWOV beveelt aan dat alle regio's als onderdeel van hun regionale netwerk-analyses de verkeersveiligheidseffecten kwantitatief doorrekenen van voorgestelde (mobiliteits)maatregelpakketten, aan de hand van regionale risicocijfers.

Literatuur

CROW (2004). *Aanbevelingen voor verkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom (ASVV) 2004*. Publicatie 110. CROW kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, Ede.

Dijkstra, A. (2003). *Kwaliteitsaspecten van duurzaam-veilige weginfrastructuur; Voorstel voor een stelsel van DV-eisen waarin alle DV-principes zijn opgenomen*. R-2003-10. SWOV, Leidschendam.

Dijkstra, A. & Drolenga, J. (2007). *Verkeersevaluaties van routekeuze; Bouwstenen voor een methode gebaseerd op het gebruik van microsoluties*. R-2006-19. SWOV, Leidschendam.

Das, W. & Hout, R. van (2006). *Netwerkanalyse Zuid-Limburg; Een gezamenlijk product van de Tripool-gemeenten Maastricht, Sittard-Geleen en Heerlen, Rijkswaterstaat Limburg en de Provincie Limburg*. Grontmij, De Bilt.

Drolenga, J. (2007). *Verkeersveiligheid in regionale netwerkanalyses*. Grontmij, De Bilt.

KpVV (2005). *Handreiking Regionale Netwerkanalyses*. Kennisplatform Verkeer en Vervoer KpVV, Rotterdam.

Koornstra, M.J., Mathijssen, M.P.M., Mulder, J.A.G., Roszbach, R. & Wegman, F.C.M (1992). *Naar een duurzaam veilig wegverkeer; Nationale Verkeersveiligheidsverkenning voor de jaren 1990/2010*. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Janssen, S.T.M.C. (2005). *De Verkeersveiligheidsverkenner gebruikt in de regio; De rekenmethode en de aannamen daarin*. R-2005-6. SWOV, Leidschendam.

Ministerie Verkeer en Waterstaat (2005). *Netwerkanalyses – op weg naar regionale bereikbaarheid*. Ministerie Verkeer en Waterstaat, Den Haag.

Morsink, P.L.J. & Wismans, L.J.J. (2008). *Verkeersmodellen en verkeersveiligheid*. SWOV, Leidschendam. [In voorbereiding.]

Provincie Noord-Brabant (2006). *Netwerkanalyse Brabantstad; Hoofdrapport*. Provincie Noord-Brabant, Samenwerkingsverband Regio Eindhoven; Gemeenten Breda, Eindhoven, Helmond, 's-Hertogenbos en Tilburg; Prorail; Nederlandse Spoorwegen en het Ministerie van Verkeer en Waterstaat.

Rijkswaterstaat (2007). *Gebiedsgericht Benutten plus Duurzaam Veilig; aanvulling op het Werkboek Gebiedsgericht Benutten*. Rijkswaterstaat, Rotterdam.

Stadsregio Arnhem Nijmegen (2006). *Netwerkanalyse: Mobiliteitsagenda voor een aantrekkelijke, bereikbare en concurrerende stadsregio*. College van Bestuur, Stadsregio Arnhem Nijmegen, Nijmegen.

Tromp, H. (2007). *Verkeersveiligheid in NWA – Analyses in KAN*. Presentatie gehouden op 27 september 2007, Goudappel Coffeng.

VenW (2007a). *Starten met de kilometerprijs; Anders betalen voor mobiliteit*. Projectteam Anders Betalen voor Mobiliteit, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 's-Gravenhage.

VenW (2007b). *Ketenbenadering in de netwerkaanpak; Een hulpmiddel bij de uitwerking*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 's-Gravenhage.

VNG, IPO, VenW & UVW (1997). *Intentieverklaring van de Minister van Verkeer en Waterstaat, het Interprovinciaal Overleg IPO, de Vereniging van Nederlandse Gemeenten VNG en de Unie van Waterschappen UVW over het Startprogramma Duurzaam Veilig*. 's-Gravenhage.

Wegman, F. & Aarts, L. (red.) (2005). *Door met Duurzaam Veilig; Nationale Verkeersveiligheidsverkenning voor de jaren 2005-2020*. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Bijlage 1 Netwerктоets Zuid-Limburg

Onderstaande resultaten van de netwerктоets voor Zuid-Limburg komen uit (Drolenga, 2007).

Netwerктоets verbindingen tussen kerntypen 2

Kerntype 2	Kern	Kerntype 2	
		Maastricht	Heerlen
	Maastricht	X	SW
	Heerlen	SW	X

X = niet van toepassing

Tabel A.1. *Verbindingen tussen de kerntypen 2 en 2.*

De verbinding tussen Maastricht en Heerlen is de A79: een stroomweg van het type I, de kwaliteit is hoger dan strikt noodzakelijk.

Onder de gemeente Heerlen valt onder meer Hoensbroek (Heerlen-Noord). Voor de relatie Maastricht–Hoensbroek is de binnendoorroute via de N298 een reëel alternatief. Een volgens de theorie gewenste aanwezige verbinding tussen kernen betekent niet automatisch dat het merendeel van de voertuigen deze verbinding ook daadwerkelijk gebruikt. Het aanbod van reële alternatieve routes en de aantrekkelijkheid van deze routes bepalen in hoeverre de voertuigen de gewenste route volgen. Uit de simulaties blijkt dat de meeste voertuigen die van Maastricht naar Hoensbroek reizen, dit via de A79 doen. Mocht, in algemene zin, blijken dat het grootste deel van het verkeer tussen kernen geen gebruik maakt van de gewenste verbinding, dan kan de gewenste verbinding aantrekkelijker en de ongewenste route minder aantrekkelijk gemaakt worden en zo het verkeer op een verkeersveilige manier te sturen zoals ook genoemd wordt in § 4.1.3.

Verbindingen tussen de kerntypen 2 en 3

De verbinding tussen kerntypen 2 en 3 moet tenminste van het type SWII zijn. In een straal van ongeveer 20 km (afstand tussen de kerntypen 1 Maastricht en Heerlen) is vanuit de kerntypen 2 naar kernen van het type 3 gezocht. *Tabel A.2* geeft inzicht in de aanwezige verbindingen.

Kerntype 2	Kern	Kerntype 3				
		Sittard	Geleen	Kerkrade	Land-graaf	Echt-Susteren
	Maastricht	SWI/GOWI	SWI	---	---	---
	Heerlen	SWI/GOWI	SWI	SWII/GOWI	GOWI	---

--- = buiten zoekgebied

Tabel A.2. *Verbindingen tussen de kerntypen 2 en 3.*

De A2 tussen Maastricht en Sittard is een SWI en voldoet ruimschoots. De A2 en A76 tussen Maastricht en Geleen zijn SWI en voldoen. De A76, A2 tussen Heerlen en Sittard zijn van de categorie SWI en voldoen aan de eis. De A76 tussen Heerlen en Geleen is een SW en voldoet aan de eis. De N281 tussen Heerlen en Kerkrade is een SW en voldoet.

De cursief weergegeven verbindingen in *Tabel A.2* voldoen niet aan de gestelde eis. Dit zijn het gedeelte vanaf de A2 tot aan Sittard (de N294 is een GOWI), de N300 (Hamstraat, is een GOWI) en de Heerlenseweg tussen Heerlen en Landgraaf (GOWI).

Verbindingen tussen de kerntypen 2 en 4

De verbinding tussen kerntypen 2 en 4 moet ten minste van het niveau GOWI zijn. In een zelfde straal van 20 km als in de vorige paragraaf is vanuit de kerntypen 2 naar kernen van het type 4 gezocht. In *Tabel A.3* zijn de aanwezige verbindingen weergegeven.

Kerntype 2	Kern	Kerntype 4					
		Brunssum	Stein	Maasgouw	Meerssen	Valkenburg	Beek
	Maastricht	---	SW	---	SW	<i>GOWII</i>	SW
	Heerlen	<i>GOWII</i>	SW	---	SW/GOWI	SW/GOWI	SW/GOWI

X = niet van toepassing, --- = buiten zoekgebied

Tabel A.3. *Verbindingen tussen de kerntypen 2 en 4.*

De A2/A76 tussen Maastricht en Stein is een SW en voldoet ruimschoots aan de eis. Ook de A2 tussen Maastricht en Meerssen en tussen Maastricht en Beek is een SW en voldoet ruimschoots. De N281 en A76 tussen Heerlen en Stein zijn SW en voldoen aan de eis. De N281, de Welterlaan en de A79 tussen Heerlen en Meerssen zijn SW en GOWI en voldoen aan de eis. De N281, de Welterlaan, de A79 en de N98 tussen Heerlen en Valkenburg zijn SW en GOWI en voldoen aan de eis. De A76 en Prins Mauritslaan tussen Heerlen en Beek zijn SW en GOW, en voldoen aan de eis.

De cursief weergegeven verbindingen in *Tabel A.3* voldoen niet aan de gestelde eis. Dit zijn de N590 tussen Maastricht en Valkenburg en de Heerenweg tussen Heerlen en Brunssum. Beide wegen zijn GOWII.

Verbindingen tussen de kerntypen 3 en 3

De verbinding tussen kerntypen 3 onderling moeten ten minste van het niveau GOWI zijn. Gezocht is met een straal van ongeveer 10 km, bepaald door de afstand Geleen/Sittard naar Echt-Susteren. In *Tabel A.4* zijn de verbindingen zoals ze aanwezig zijn tussen de kernen, weergegeven.

	Kern	Kerntype 3				
		Sittard	Geleen	Kerkrade	Landgraaf	Echt-Susteren
Kerntype 3	Sittard	X	GOWI	---	---	GOWI
	Geleen	GOWI	X	---	---	GOWI
	Kerkrade	---	---	X	SW	---
	Landgraaf	---	---	SW	X	---
	Echt-Susteren	GOWI	GOWI	---	---	X
	X = niet van toepassing, --- = buiten zoekgebied					

Tabel A.4. *Verbindingen tussen de kerntypen 3 en 3.*

Alle verbindingen tussen de kerntypen 3 onderling voldoen aan de eis. De Westelijke Randweg tussen Sittard en Geleen is een GOWI en ook de N295 tussen Sittard en Echt-Susteren is een GOWI. De N276 en de N295 tussen Geleen en Echt-Susteren zijn GOWI. De N299 tussen Kerkrade en Landgraaf is een SW en voldoet ruimschoots.

Verbindingen tussen de kerntypen 3 en 4

De verbinding tussen kerntypen 3 en 4 moeten tenminste van het niveau GOWI zijn. Vanaf kernen van het type 3 is met een straal van 10 km gezocht naar kernen van het type 4. *Tabel A.5* laat de aanwezige verbindingen tussen de kernen zien.

	Kern	Kerntype 4					
		Brunssum	Stein	Maasgouw	Meerssen	Valkenburg	Beek
Kerntype 3	Sittard	SW	SW/GOWI	---	---	---	SW/GOWI
	Geleen	SW	SW	---	SW	---	GOWII
	Kerkrade	Via Landgraaf	---	---	---	Via Heerlen	---
	Landgraaf	GOWI	---	---	---	---	---
	Echt-Susteren	Via Sittard	SW	GOWI	---	---	---
	X = niet van toepassing, --- = buiten zoekgebied						

Tabel A.5. *Verbindingen tussen de kerntypen 3 en 4.*

De N276 tussen Sittard en Brunssum en tussen Geleen en Brunssum, de A76/A2 tussen Geleen en Stein en tussen Geleen en Meerssen, en de A2 tussen Echt-Susteren en Stein zijn SW en voldoen aan de eis. De N294 en de A2 tussen Sittard en Stein en tussen Sittard en Beek zijn GOWI en SW en voldoen aan de eis. De N291 tussen Landgraaf en Brunssum is een GOWI en voldoet. De N295 tussen Echt-Susteren en Maasgouw is een GOWI en voldoet.

De cursief weergegeven verbinding in *Tabel A.5* voldoet niet aan de gestelde eis. Dit is de Prins Mauritslaan tussen Geleen en Beek (GOWII).

Verbindingen tussen de kerntypen 4 en 4

De verbinding tussen kerntypen 4 onderling moet ten minste van het niveau GOWII zijn. De aanwezige verbindingen staan aangegeven in *Tabel A.6*

	Kern	Kerntype 4					
		Brunssum	Stein	Maasgouw	Meerssen	Valkenburg	Beek
Kerntype 4	Brunssum	X	SW/GOW	---	---	---	SW/GOW
	Stein	SW/GOW	X	---	SW	---	SW
	Maasgouw	---	---	X	---	---	---
	Meerssen	---	SW	---	X	GOW	SW
	Valkenburg	---	---	---	GOW	X	SW
	Beek	SW/GOW	SW	---	SW	SW	X
	X = niet van toepassing, --- = buiten zoekgebied						

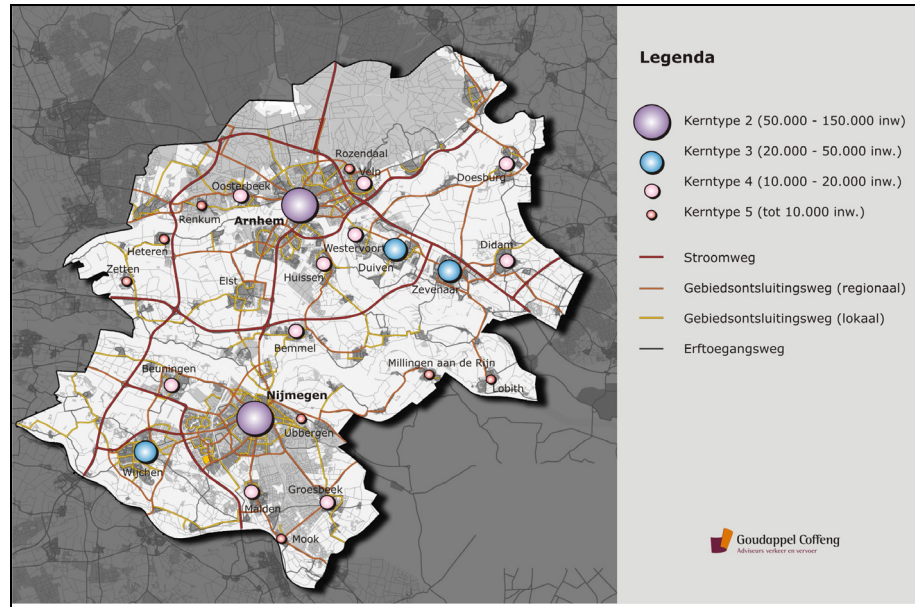
Tabel A.6. *Verbindingen tussen de kerntypen 4 en 4.*

Alle verbindingen tussen de kerntypen 4 onderling voldoen aan de eis. De N298 en de A76 tussen Brunssum en Stein zijn GOW en SW. De N298, de A76 en de Prins Mauritslaan tussen Brunssum en Beek zijn GOW en SW. De A76 en A2 tussen Stein en Meerssen zijn SW en voldoen ruimschoots. De A2 tussen Stein en Beek en tussen Meerssen en Beek is SW en voldoet eveneens ruimschoots. De N587 deels buiten deels binnen de bebouwde kom tussen Meerssen en Valkenburg is een GOW. A79 en de A2 tussen Valkenburg en Beek hebben de titel SW en voldoen meer dan ruimschoots.

Bijlage 2

Netwerktoets Stadsregio Arnhem Nijmegen

Onderstaande resultaten uit de netwerktoets voor Stadsregio Arnhem Nijmegen komen uit (Tromp, 2007).



Kerntypen naar inwoneraantallen en gemeente – Stadsregio Arnhem Nijmegen (Tromp, 2007).

Netwerktoets
Stadsregio Arnhem Nijmegen
Kerntypen

Kerntype	kern
2	Arnhem, Nijmegen
3	Duiven, Wijchen, Zevenaar
4	Bemmel, Beuningen, Didam, Doesburg, Elst, Groesbeek, Huissen, Malden, Oosterbeek, Velp, Westervoort
5	Heteren, Lobith, Mook, Millingen aan de Rijn, Renkum, Rozendaal, Ubbergen, Zetten

Verbindingen

Tussen kerntype 2 onderling en tussen typen 2 en 3

Kern		Kerntype 2	
		Arnhem	Nijmegen
Kerntype 2	Arnhem	X	SW
	Nijmegen	SW	X

Eis: SW

Kern		Kerntype 3		
		Duiven	Wijchen	Zevenaar
Kerntype 2	Arnhem	SW	SW	SW
	Nijmegen	SW	SW	SW

Eis: SW

Verbindingen

Tussen kerntypen 2 en 4

Kern		Kerntype 2	
		Arnhem	Nijmegen
Kerntype 4	Bemmel	SW	SW
	Beuningen	GOW reg.	GOW reg.
	Didam	GOW reg.	GOW reg.
	Doesburg	GOW reg.	GOW reg.
	Eist	SW	GOW reg.
	Groesbeek	GOW reg.	GOW reg.
	Huissen	GOW reg.	GOW reg.
	Malden	GOW reg.	GOW reg.
	Oosterbeek	GOW reg.	GOW reg.
	Velp	SW	SW
	Westervoort	SW	SW

Eis: GOW regionaal

Verbindingen

Tussen kerntype 3 onderling

Kern		Kerntype 3		
		Duiven	Wijchen	Zevenaar
Kerntype 3	Duiven	X	SW	GOW reg.
	Wijchen	SW	X	SW
	Zevenaar	GOW reg.	SW	X

Eis: GOW regionaal

Verbindingen

Tussen kerntypen 3 en 4

Kern		Kerntype 3		
		Duiven	Wijchen	Zevenaar
Kerntype 4	Bemmel	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.
	Beuningen	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.
	Didam	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.
	Doesburg	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.
	Eist	GOW reg.	SW	SW
	Groesbeek	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.
	Huissen	SW	GOW reg.	GOW reg.
	Malden	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.
	Oosterbeek	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.
	Velp	GOW reg.	SW	SW
	Westervoort	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.

Eis: GOW regionaal

Verbindingen

Eis: GOW lokaal

Tussen kerntype 4 onderling

Rood: voldoet niet

Kern		Kerntype 4										
		Bemmel	Beu-ningen	Didam	Does-burg	Elst	Groes-beek	Huis-sen	Mal-den	Ooster-beek	Velp	Westerv-oort
Kern-type 4	Bemmel	X	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	GOW lok.	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	SW	GOW reg.
	Beu-ningen	GOW reg.	X	GOW reg.	GOW reg.	SW	GOW reg.	GOW reg.	SW	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.
	Didam	GOW reg.	GOW reg.	X	Erf	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.
	Does-burg	GOW reg.	GOW reg.	Erf	X	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.
	Elst	GOW lok.	SW	GOW reg.	GOW reg.	X	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	SW	SW
	Groes-beek	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	X	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	GOW lok.
	Huis-sen	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	X	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.
	Malden	GOW reg.	SW	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	X	GOW reg.	SW	GOW reg.
	Ooster-beek	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	X	GOW reg.	GOW reg.
	Velp	SW	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	SW	GOW reg.	GOW reg.	SW	GOW reg.	X	SW
	Wester-voort	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	SW	GOW lok.	GOW reg.	GOW reg.	GOW reg.	SW	X

Knelpunten verkeersveiligheid

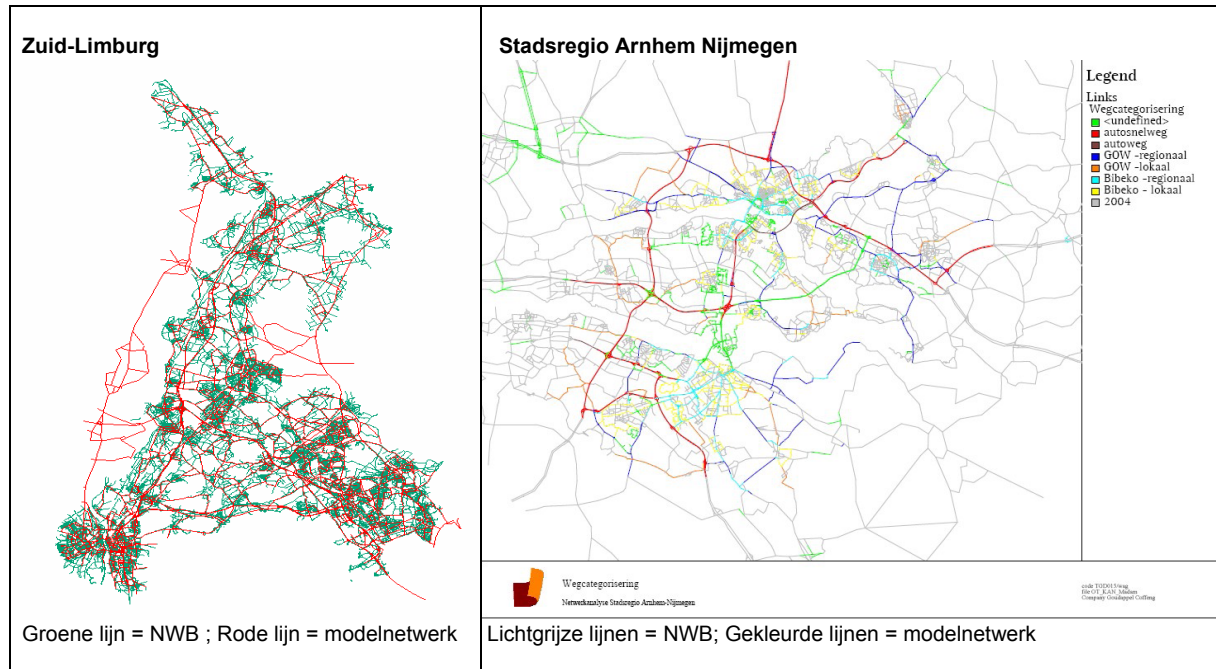
Verbinding tussen		weg	Status	Eis
Didam	Doesburg	Doesburgseweg	Erftoegangs-weg	GOW lok.

Slechts 1 verbinding voldoet niet.
Dit is onvoldoende om modelrun met een netwerkaanpassing te doen.

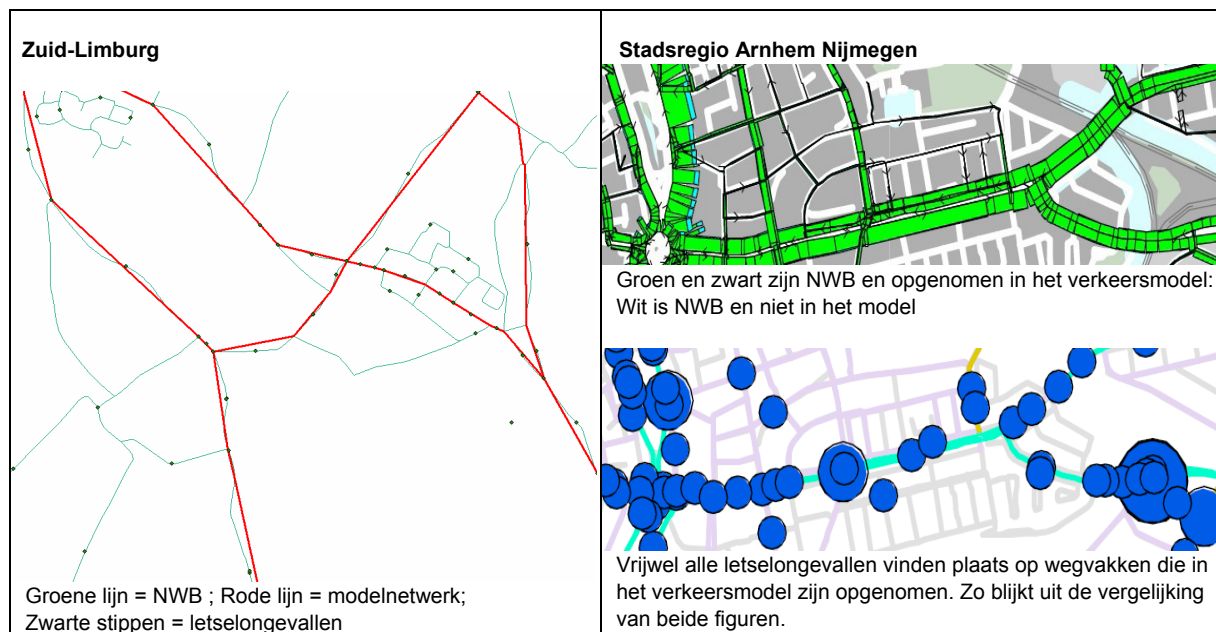
Leerpunt: Resultaat is afhankelijk keuze kerntypen, zie volgende sheets

Bijlage 3

Koppeling van geregistreeerde ongevallen aan het modelnetwerk



Afbeelding B.1. *Het NWB versus de modelnetwerken in de twee bestudeerde regio's (Drolenga, 2007; Tromp, 2007).*



Afbeelding B.2. *Detailniveau van het NWB en de modelnetwerken plus de ongevallen (Drolenga, 2007; Tromp, 2007).*