



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Modellen referentiekader ambulancezorg

*Ontwikkeling van modellen voor spreiding
en capaciteit*

RIVM rapport 270412002/2013

G.J. Kommer | S.L.N. Zwakhals



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Modellen referentiekader ambulancezorg

Ontwikkeling van modellen voor spreiding en capaciteit

RIVM Rapport 270412002/2013

Colofon

© RIVM 2013

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave'.

G.J. Kommer (projectleider)
S.L.N. Zwakhals (onderzoeker)

Contact:
Geert Jan Kommer
Centrum Voeding, Preventie en Zorg
geertjan.kommer@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport, in het kader van modelontwikkeling referentiekader ambulancezorg

Rapport in het kort

Modellen referentiekader ambulancezorg

De spreiding en capaciteit van de ambulancezorg in Nederland wordt berekend met behulp van een zogeheten referentiekader. Dit referentiekader is gebaseerd op modellen die berekenen hoeveel ambulances op welke locatie moeten beschikbaar moeten zijn. Uit een analyse van het RIVM blijkt dat deze modellen niet helemaal aansluiten op de praktijk van de ambulancezorg. Zo blijken onder andere overdag op werkdagen meer ambulances te worden ingezet dan door het referentiekader is berekend. Tijdens weekend- en nachtdiensten is het juist andersom.

De oorzaak van deze verschillen is voor een deel technisch van aard en betreft enkele aannames in de modellen. Aanbevolen wordt de modellen op deze onderdelen te verbeteren zodat ze beter aansluiten bij de praktijk. Daarnaast is het van belang de modellen te laten aansluiten bij maatschappelijke ontwikkelingen die van invloed zijn op de vraag naar en het aanbod van ambulances. De laatste jaren is bijvoorbeeld de vraag naar ambulances voor eerste hulp ter plaatse die niet levensbedreigend is, sterk gegroeid. Dit komt door de toegenomen bekendheid van het alarmnummer 112. Ook is het door de opkomst van mobiele telefoons eenvoudiger geworden om op locatie het alarmnummer te bellen.

Voor de analyse zijn meerdere varianten uit de wetenschappelijke literatuur van het spreiding- en capaciteitsmodellen uitgewerkt voor de Nederlandse situatie. Voor het rijtijdenmodel, het derde model voor het referentiekader, zijn nieuwe gegevens over rijtijden verzameld om ambulancesnelheden te schatten. De nieuwe snelheden blijken hoger dan in het huidige model, waardoor de dekking van de ambulancezorg in Nederland volgens de berekeningen hoger is dan eerder is geschat.

Op basis van de resultaten van dit onderzoek kiest het ministerie van VWS welke modellen in de huidige actualisatie van het referentiekader zullen worden gebruikt.

Trefwoorden:

spreading en beschikbaarheid ambulancezorg, locatiemodellen, capaciteitsmodellen

Abstract

Models for the national ambulance plan in the Netherlands

The distribution and capacity of ambulance care in the Netherlands is calculated using a so-called reference framework. This framework is based on models that calculate how many ambulances should be available at a certain location. Analysis by RIVM has shown that these models do not fully suit the daily practice of ambulance care. Among others, it seems that more ambulances are employed than has been calculated by the reference framework. The reverse is the case during weekend and night shifts.

The cause of these differences is partly technical, and has to do with some assumptions within the models. It is recommended that these parts of the models are improved to better correspond with the daily practice. Also, it is important that the models are adapted to societal developments that influence the supply and demand of ambulances. The demand for ambulances for non-life-threatening first aid on location has strongly increased in the last couple of years, because of the growing awareness of the emergency number 112. Also, because of the rise of mobile phones, it has become easier to call the emergency number on location.

For this analysis, multiple variants of the distribution and capacity model in scientific literature have been formulated for the Dutch situation. In the driving times model, the third model in the reference framework, new data on driving times has been collected in order to estimate the speeds of ambulances. The new speeds appear to be higher than speeds in the current model, which would mean that according to the calculations, the coverage of ambulance care in the Netherlands is greater than previously estimated.

Based on the results of this research, the Ministry of Health, Welfare and Sport will select the models to be used in the current actualisation of the reference framework.

Keywords:

distribution and availability ambulance, location models, capacity models

Voorwoord

Dit rapport is tot stand gekomen met medewerking van onderzoekers van het RIVM, de Vrije Universiteit Amsterdam, de Technische Universiteit Delft en het Centrum voor Wiskunde en Informatica (CWI) te Amsterdam. Een aantal onderzoekers heeft grote bijdragen aan de modelontwikkelingen geleverd en verdienen daarom bijzondere vermelding: Pieter van den Berg en Daphne Looije van de TU Delft, Barbora Zuzáková van de VU Amsterdam, Martin van Buuren van het CWI en José Ferreira van het RIVM. Een bijzondere vermelding krijgt ook Fons van der Lucht van het centrum VTV van het RIVM voor zijn waardevolle redactionele hulp in de eindfase van het rapport. Dank is verschuldigd aan Maarten Mulder, Cindy Deuning en Annika Bijenhof van het centrum VTV en Ben Bom van het centrum EMI van het RIVM voor ondersteuning bij de geografische analyses en de kaarten en voor het samenvatten van het Engelstalige rapport van de NHS *Office of the Strategic Health Authorities*. Voor de statistische analyses worden Albert Wong en Arnold Dekkers bedankt, Adriaan van Kessel is dank verschuldigd voor het beheren van de grote databestanden voor het rijtijdenmodel. Dank is ook verschuldigd aan dr. Sandjai Bhulai en prof. Rob van der Mei van de Vrije Universiteit/CWI en prof. Karen Aardal voor de begeleiding bij het ontwikkelen van een aantal nieuwe modellen. De leden van Ambulancezorg Nederland, de RAV's en meldkamers, zijn wij zeer erkentelijk voor het beschikbaar stellen van gegevens voor het onderzoek. Het softwarebureau *CC Math* zijn wij erkentelijk voor het gebruik van de modules voor de Erlang-modellen, en Alex Roubos voor de ondersteuning en advies hierbij. Het bureau *CityGIS* zijn wij dankbaar voor het verzamelen, bewerken en leveren van gegevens voor het rijtijdenmodel en de doorrekening van de routeplanner. Voor het model voor de meldkamer heeft de Gemeenschappelijke Meldkamer Utrecht gegevens beschikbaar gesteld, hiervoor zijn wij dhr. Steeman en dhr. Bruins van de Veiligheidsregio Utrecht (VRU) erkentelijk.

Bijzondere dank gaat uit naar de leden van de klankbordgroep: Paul Martina en Jasper van Kuik (namens de zorgverzekeraars), Jaap Hatzenboer en Willem Botter (namen de ambulancesector), Gerard Wiggers, Wouter van de Sande en Fred Krapels (namens het ministerie van VWS).

Inhoud

Samenvatting—11

1 Inleiding—19

2 Vraagstelling—23

3 Het referentiekader ambulancezorg—27

3.1 Het globale concept van het referentiekader—27

3.2 Uitgangspunten en randvoorwaarden van het referentiekader—29

4 Huidige spreiding en beschikbaarheid—39

4.1 Spreiding—42

4.2 Paraatheid—48

4.3 Bijzondere gebieden—51

4.4 Trends in de vraag over de jaren—57

4.4.1 Productiecijfers 2006-2011—57

4.4.2 Geografische analyse trends over de jaren—59

4.4.3 Variatie van de vraag binnen een jaar—65

5 Inventarisatie van modellen voor spreiding en beschikbaarheid—69

5.1 Inventarisatie Nederland—71

5.2 Inventarisatie internationaal—73

5.3 Wetenschappelijke literatuur—74

6 Spreidingsmodellen—81

6.1 Location Set Covering Model (LSCM)—82

6.2 Maximum Covering Location Problem (MCLP)—86

6.3 Mixed model—89

7 Capaciteitsmodellen—91

7.1 Splitsen van spoedvervoer en besteld vervoer—94

7.2 Vervoersdifferentiatie—98

7.3 Erlang-verdeling—99

7.4 Prikkels tot doelmatigheid—102

7.5 Integrale spreiding en capaciteit—106

7.6 Capaciteitsmodel meldkamer—109

8 Rijtijdenmodel spoedeisende ambulancezorg—117

9 Conclusies en aanbevelingen—127

9.1 Conclusies—127

9.2 Aanbevelingen—131

Literatuur—137

Bijlage 1 Klankbordgroep en wetenschappelijke adviescommissie—141

Bijlage 2 Verslag wetenschappelijke adviescommissie—143

Bijlage 3 Begrippen en afkortingen—145

Bijlage 4 Spreiding van standplaatsen—151

Bijlage 5 Verklarend model voor de vraaggroei—157

Bijlage 6 'Best practices' en indicatoren—159

Bijlage 7 Resultaten capaciteitsmodel gescheiden vervoer—169

Samenvatting

Inleiding

Voor het bepalen van de benodigde ambulancecapaciteit in Nederland hanteert het ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS) het *Referentiekader spreiding en beschikbaarheid ambulancezorg*. Dit referentiekader, dat door de minister van VWS wordt vastgesteld, is een model voor de ambulancezorg waarin wordt berekend welke macrocapaciteit nodig is om te kunnen voorzien in een vooraf vastgesteld niveau van paraatheid en de vraag naar ambulancezorg in een samenhangend geheel op basis van een aantal uitgangspunten en randvoorwaarden. Doel hiervan is een benodigde macrocapaciteit te berekenen, gespecificeerd naar RAV-regio en in de tijd. Deze capaciteit dient als input voor de financiering van de ambulancesector. Het referentiekader wordt periodiek geactualiseerd. In 2008 heeft een expertteam, dat bestond uit vertegenwoordigers van VWS, Zorgverzekeraars Nederland (ZN) en Ambulancezorg Nederland (AZN), in samenwerking met het RIVM het referentiekader opgesteld. Bij deze actualisatie zijn een aantal aanbevelingen gedaan voor verdere verbeteringen en nader onderzoek. Het ministerie van VWS heeft het RIVM vervolgens gevraagd om die aanbevelingen nader uit te werken en te onderzoeken. Dit rapport geeft hiervan verslag.

Vraagstelling

Een klankbordgroep, bestaande uit experts uit de ambulancezorg, verzekeraars en het ministerie, heeft dit onderzoek begeleid. In samenspraak met het RIVM zijn de aanbevelingen uit 2008 verder uitgewerkt naar een zestal onderzoeksvragen.

1. Wat zijn de uitgangspunten van het referentiekader en mogelijke alternatieven hiervoor?
2. Wat is de huidige spreiding en beschikbaarheid in Nederland en zijn er mogelijke knelpunten?
3. Bestaan er andere modellen voor het referentiekader en zijn er toepassingsmogelijkheden in Nederland?
4. Gegeven een situatie waarin de spreiding van standplaatsen helemaal opnieuw zou kunnen worden vastgesteld (een 'greenfieldsituatie'), wat is dan de optimale spreiding van standplaatsen in Nederland?
5. Wat zijn de gevolgen van het hanteren van andere capaciteitsberekeningen? Deze vraag is onderverdeeld in zes deelvragen c.q. -opdrachten:
 - a. Wat is het effect van een gescheiden berekening van capaciteit voor spoedvervoer en besteld vervoer?
 - b. Wat is het effect op de capaciteit als rekening wordt gehouden met gedifferentieerd vervoer?
 - c. Kunnen prikkels tot doelmatigheid in het capaciteitsmodel worden meegenomen? Hoe dan en wat is het effect?
 - d. Wat is het effect van een andere modellering van de gelijktijdigheid van ritten?
 - e. Is het mogelijk om een model te construeren dat spreiding en beschikbaarheid integreert?
 - f. Kan een capaciteitsmodel voor de meldkamer ambulancezorg worden opgesteld waarmee het effect van schaalgrootte van de meldkamer op de benodigde capaciteit kan worden geschat?
6. Hoe kan het rijtijdenmodel voor de spoedeisende ambulancezorg worden verbeterd?

Het referentiekader en de uitgangspunten

Het referentiekader is gebaseerd op een conceptueel model dat de spreiding en capaciteit weliswaar in samenhang maar ook gescheiden van elkaar berekent. Een gevolg hiervan is dat er één doelstelling is voor de spreiding van standplaatsen en één voor de ambulancecapaciteit. Voor de spreiding geldt voor elke Regionale Ambulancevoorziening (RAV) dat 97% van de inwoners binnen een genormeerde rijtijd moet kunnen worden bereikt. De normrijtijd is gebaseerd op de norm van vijftien minuten responstijd voor het A1-urgente spoedvervoer, waarin in het referentiekader drie minuten voor het meldproces en het uitrukken van de ambulance is vervat en twaalf minuten voor de effectieve rijtijd. Voor de capaciteitsberekening wordt een 'faalkansmodel' gehanteerd waarbij geldt dat in 5% van de gevallen, op basis van de ritstatistiek, er geen ambulance beschikbaar is voor een spoedeisende inzet. Het referentiekader heeft een verschillende rekenmethodiek voor werkdagen overdag en voor andere dagdelen van de week. Het referentiekader omvat drie deelmodellen voor de berekening van de benodigde capaciteit. Voor de drie deelmodellen zijn zesendertig uitgangspunten geëxpliciteerd die onderverdeeld zijn in dertien thema's.

Huidige spreiding en paraatheid

Voor de analyse van de huidige spreiding en paraatheid is een inventarisatie gemaakt van de locaties van standplaatsen en de paraatheidsroosters van de ambulancezorg in Nederland. De respons van de RAV's was 100%. Hieruit bleek dat in werkelijkheid de spreiding van standplaatsen overdag en 's nachts anders is dan die van het referentiekader. In werkelijkheid worden overdag tot dertien minuten rijtijd meer mensen bereikt dan in het referentiekader. 's Nachts worden in werkelijkheid minder mensen bereikt dan in het referentiekader. Het verschil in de spreiding van standplaatsen in werkelijkheid in de dag- en nachtsituatie heeft te maken met de verschillen in vraag naar zorg. Deze is overdag hoger dan 's nachts. Gegeven de doelstelling van de ambulancezorg om een laag aantal overschrijdingen te realiseren, plus het feit dat nachtelijke paraatheid duurder is dan de paraatheid overdag, leidt ertoe dat de dekking van standplaatsen overdag hoger is dan 's nachts.

Eenzelfde patroon zien we in de paraatheid. De werkelijk geleverde paraatheid is op werkdagen overdag hoger dan in het referentiekader. 's Avonds en 's nachts is dit lager. Over een gehele werkdag wordt 111 uur meer paraatheid geleverd. Dat is 1,3% meer dan in het referentiekader. In het weekend wordt in de praktijk minder paraatheid geleverd dan in het referentiekader, op zaterdag 659 uren en op zondagen 776 uren minder dan het referentiekader. Geconstateerd is dat er gebieden in Nederland zijn met relatief veel vraag naar ambulancezorg en die buiten de normrijtijd van twaalf minuten vanaf standplaatsen in het referentiekader liggen. Deze gebieden zijn onder te verdelen in twee soorten. Er zijn bevolkte gebieden die net buiten de bereikbaarheidsgrens liggen. De moeilijke bereikbaarheid is een gevolg van het uitgangspunt van 97% dekking, deze gebieden vallen in het ongedekte gebied. Gebieden van de tweede soort zijn (vrijwel) onbevolkte gebieden met een relatief hoge vraag. Industriegebieden en bedrijventerreinen, zoals de Maasvlakte en de Moerdijk zijn hiervan een voorbeeld.

Knelpunten in de uitvoering van de ambulancezorg uiten zich in overschrijdingen van de responstijd voor A1-inzetten. In veel gevallen ligt de oorzaak in een lange rijtijd. Anders is de oorzaak een lange uitruk- of meldtijd. Gebieden met gemiddeld lange rijtijden liggen aan de randen van Nederland of op grensgebieden van RAV's of standplaatsen. In veel gevallen hebben deze

gebieden door de lange rijtijden ook een hoge kans op overschrijdingen. Echter, de meeste overschrijdingen vinden plaats in het gebied dat – in de modelmatige berekeningen – binnen de normrijtijd kan worden bereikt. Mogelijk zijn capaciteitstekorten hiervan de oorzaak: als de dichtstbijzijnde standplaats geen ambulance beschikbaar heeft, moet die vanaf een nabijgelegen standplaats komen, met waarschijnlijk een te lange rijtijd als gevolg.

Op landelijk niveau is de groei in productie iets hoger dan op basis van de demografische ontwikkelingen kan worden verwacht. In sommige gemeenten zijn er wel onverklaarde verschillen. De analyses naar specifieke soorten vervoer geven dit ook aan; de productie van A2-inzetten of eerste hulp/geen vervoer (EHGV)-inzetten stijgt in bepaalde gebieden meer dan gemiddeld. Voor de betreffende RAV's is dit een aandachtspunt in verband met de planning van de productie. Voor het referentiekader kan dit resultaat worden meegenomen in de keuze om een productieonafhankelijk vraagmodel te hanteren. De analyse van seizoenseffecten laat zien dat er toeristische gebieden zijn waar de vraag in de zomermaanden driemaal zo hoog is als in de wintermaanden. Voor het referentiekader betekent dit dat het voldoende ambulancecapaciteit moet berekenen, zodat met deze piekmomenten kan worden omgegaan. Het huidige referentiekader rekent met jaargemiddelden.

Inventarisatie van modellen in de praktijk

Voor de inventarisatie is nagegaan of en welke planningsmodellen voor spreiding en beschikbaarheid in de dagelijkse praktijk in Nederland en het buitenland worden gebruikt. Ook is een literatuuronderzoek gedaan naar wetenschappelijke publicaties op dit gebied. In de praktijk worden simulatiepakketten gebruikt voor analyses en verkenningen van de spreiding en beschikbaarheid. De pakketten kunnen 'what-if'-situaties doorrekenen. De mogelijkheden voor een doelstellende of strategische capaciteitsberekening zijn echter beperkt. Dat wil zeggen dat niet kan worden berekend welke capaciteit nodig is, gegeven een aantal randvoorwaarden en uitgangspunten. Voorts rekenen de simulatiepakketten vanuit een gedetailleerd geografisch niveau dat voor het referentiekader minder relevant is. Deze aspecten samen maakt dat deze pakketten minder geschikt zijn voor gebruik in het referentiekader.

In de wetenschappelijke literatuur zijn diverse spreidingsmodellen beschreven. Deze modellen bieden inzicht in de gevolgen van bepaalde uitgangspunten voor de dichtheid van standplaatsen, bijvoorbeeld wat de spreiding van standplaatsen is bij twee verschillende soorten voertuigen met andere responstijden. In de literatuur zijn ook voorbeelden van spreidingsmodellen waarbij een capaciteitsberekening aan de spreiding is toegevoegd. Als hierbij bovendien gedetailleerde gelijktijdigheidstatistieken worden gebruikt, bieden wachtrijmodellen goede mogelijkheden voor capaciteitsberekeningen. Stochastische optimalisatiemodellen bieden goede mogelijkheden om rekening te houden met de onzekerheden in vraag naar en beschikbaarheid van ambulancezorg. In dit rapport zijn verschillende spreidingsmodellen uit de literatuur uitgewerkt voor de Nederlandse situatie om het effect van andere randvoorwaarden voor het referentiekader inzichtelijk te maken. Modellen waarin spreiding en capaciteit geïntegreerd worden berekend en die uitgaan van de onzekerheid in responstijden zijn veelbelovend en kunnen in de toekomst mogelijk gebruikt worden in het referentiekader.

Spreidingsmodellen

Er is een aantal greenfieldsituaties doorgerekend voor de spreiding van standplaatsen in Nederland. Hierbij is Nederland opnieuw en optimaal ingericht. Een dekking van 100% bij 12 minuten rijtijd kan in de optimale situatie worden bereikt bij 165 standplaatsen. Met 95 standplaatsen kan bij een optimale spreiding 95% van de inwoners van Nederland binnen 12 minuten rijtijd worden bereikt. De doorrekening met een extra doelstelling van 8 minuten normrijtijd in stedelijk gebied leidt tot 217 standplaatsen. De modellen kunnen gebruikt worden voor het berekenen van extra standplaatsen voor het referentiekader, of voor spreidingsberekeningen in de minimumvariant van het capaciteitsmodel. Ook bieden de modellen inzicht in de (on)mogelijkheden van andere uitgangspunten in het referentiekader. Bijvoorbeeld is inzichtelijk gemaakt wat de gevolgen zijn van differentiatie van de responstijd waarbij uitgegaan wordt van een kortere bereikbaarheidsnorm voor stedelijk gebied en een langere voor landelijk gebied.

Capaciteitsmodellen

In verschillende analyses zijn aanpassingen van het capaciteitsmodel verkend. Deze geven inzicht in de gevolgen van andere uitgangspunten op de berekende capaciteit. De aanpassingen van het capaciteitsmodel zijn ingedeeld naar drie klassen: structuur, algoritme en parameterdefinitie. Naast de modelvarianten met aanpassingen van het capaciteitsmodel is een model geconstrueerd voor de berekening van de benodigde capaciteit op de meldkamer. Dit model heeft een ander domein dan het capaciteitsmodel voor de ambulancezorg.

- *Modelstructuur* Het gescheiden berekenen van de benodigde capaciteit voor spoedvervoer en besteld vervoer leidt landelijk gezien tot ongeveer twintig extra benodigde ambulances. Er is hierbij geen rekening gehouden met vervoersdifferentiatie in de zin dat het besteld vervoer door een zorgambulance kan worden uitgevoerd.
- *Modelstructuur* Een modelmatige doorrekening van gedifferentieerd vervoer is niet mogelijk, omdat hiervoor de benodigde informatie in de ritgegevens ontbreekt.
- *Algoritme* Het hanteren van het Erlang-C-model in de faalkansberekening van het capaciteitsmodel leidt tot kleine verschillen in de berekende capaciteit, ten opzichte van het referentiekader-2008. Het toepassen van een model met wachtrijvorming voor de capaciteitsberekening van het spoedvervoer is voor A1-urgentie niet wenselijk. Voor A2-vervoer zou dit kunnen, maar dat veronderstelt een modeluitwerking waarbij het spoedvervoer is gedifferentieerd naar urgentie, eventueel met vervoersdifferentiatie.
- *Parameterdefinitie* Een model waarin voor elke RAV parameters worden gehanteerd voor de gemiddelde ritduur op basis van 'best practices' geeft op landelijk niveau een 14% lagere gemiddelde ritduur. Een doorrekening van de benodigde capaciteit leidt tot ongeveer één ambulance minder per RAV. Toepassing van 'best practices' voor andere regio's moet zorgvuldig worden afgewogen. Andere regio's kunnen te maken hebben met omgevingsfactoren die de gemiddelde ritduur bepalen.
- *Modelstructuur* Het model waarin de spreiding en capaciteit op een integrale manier worden berekend, op basis van minimalisatie van de kans op overschrijdingen, gaat uit van een ander model dan het huidige referentiekader. Dit nieuwe model sluit beter aan bij de praktijk, waarin de prestatienorm gedefinieerd is als het aantal overschrijdingen van de responstijd van vijftien minuten. In dit onderzoek is een prototype van een

integraal model ontwikkeld. In de huidige vorm is dat echter nog niet geschikt voor toepassing in het referentiekader. Het model heeft nog geen capaciteitsberekening voor besteld vervoer en moet nog verder worden doorontwikkeld voor het borgen van paraatheid in gebieden met een lage vraag naar ambulancezorg.

- *Domein* Het capaciteitsmodel voor de meldkamer berekent het benodigde aantal centralisten bij een gegeven aantal meldingen. De resultaten van dit (prototype)model geven inzicht in de momenten waarop het doelmatiger is om uit te gaan van differentiatie en de momenten waarop de wachtrijen te groot dreigen te worden en er een extra centralist ingezet moet worden. De resultaten van het capaciteitsmodel voor de meldkamer zijn op hoofdlijnen gevalideerd met roosters van twee meldkamers. Voordat het model in het referentiekader kan worden opgenomen, is het wenselijk dat het verder gevalideerd wordt en dat uitgangspunten en randvoorwaarden voor dit model worden geformuleerd.

Rijtijdenmodel spoedeisende ambulancezorg

Voor het rijtijdenmodel zijn nieuwe metingen verricht. Hierbij zijn gedurende een heel jaar, van oktober 2011 tot en met september 2012, logistieke gegevens van ambulances geregistreerd. Deze zijn bewerkt en er zijn nieuwe gemiddelde snelheden per wegtype geschat. De nieuwe gemiddelde snelheden zijn in de meeste gevallen iets hoger dan de snelheden uit 2007. Enkele uitschieters wijzen op een minder goede schatting van de gemiddelde snelheid in 2007. De representativiteit van het model is getoetst. Een andere indeling of keuze van dimensies levert geen beter model op dan de huidige indeling. Het model is representatief voor het hele jaar.

Conclusies

Spreading dekt niet alle incidenten

De dekking van het referentiekader is geanalyseerd. De dekking is het gebied dat binnen twaalf minuten rijtijd wordt bereikt vanaf een standplaats van het referentiekader. De analyse wijst uit dat er gebieden in Nederland zijn waarin wel spoedeisende incidenten plaatsvinden, maar die buiten de dekking vallen.

Variatie van de vraag in de tijd is groot

De vraag naar ambulancezorg is overdag groter dan 's nachts. Dit is reden voor een differentiatie in capaciteit, maar er is geen aanleiding om te differentiëren in spreading. Er is een seizoenspatroon waarbij voor de meeste gebieden in Nederland in de zomermaanden de vraag lager is dan in de winter. Uitzondering hierop zijn de toeristische kustgebieden die 's zomers tot driemaal zo veel vraag hebben als 's winters.

Opbouw van de paraatheid in kleine stappen

In de praktijk wordt de paraatheid van de Nederlandse ambulancezorg over de dag geleidelijk vanaf 7 uur 's ochtends verhoogd om rond 16 uur een piek te bereiken. Er zijn dan ruim 588 ambulances paraat, inclusief rapid responders en zorgambulances. Daarna wordt de paraatheid geleidelijk afgebouwd. De opbouw van de paraatheid is in kleinere stappen dan de blokken van 8 uur die het referentiekader hanteert.

Overdag meer ambulances dan in het referentiekader

Uit de vergelijking van de ingezette capaciteit en de berekende capaciteit in het referentiekader-2008 blijkt dat het referentiekader op werkdagen overdag minder benodigde ambulances berekent dan er in werkelijkheid worden ingezet. Dit verschil doet zich voor bij alle RAV's. Een mogelijke verklaring van het

verschil tussen de werkelijke paraatheid op werkdagen overdag en de door het referentiekader berekende capaciteit is dat de RAV de paraatheid concentreert op tijdsblokken waarin de vraag hoog is. Doelstelling van de RAV is om zo veel mogelijk inzetten binnen de normresponstijd te realiseren. Om op jaarbasis 95% van de inzetten binnen 15 minuten responstijd te realiseren, zal een RAV zich vermoedelijk eerst concentreren op de momenten van de dag met een hoge vraag: de dagperiode. Het is echter onduidelijk of dit fenomeen een voldoende verklaring is voor de verschillen tussen het referentiekader en de werkelijkheid.

Overschrijdingen vooral in bereikt gebied

Overschrijdingen van de responstijd van vijftien minuten gebeuren vooral in gebieden binnen twaalf minuten bereik van de spreiding van het referentiekader. Dit wijst op onvoldoende capaciteit in relatie tot de gelijktijdigheid van ritten. De overschrijdingspercentages zijn het hoogst in gebieden op grotere rijtijd van de standplaatsen. Het gaat hier vaak om lage aantallen ritten, maar door de hoge rijtijden mondt een inzet vaak uit in een overschrijding.

Productiegroei

De productiegroei over de periode 2006-2011 is gemiddeld 3,1% per jaar. Dit cijfer is iets hoger dan verwacht mag worden op basis van demografische ontwikkelingen, maar in lijn met de productiegroei in de meeste andere zorgsectoren.

Vervoersdifferentiatie

In het referentiekader wordt met één type ambulance gewerkt. In werkelijkheid zien we in een aantal regio's inzet van verschillende types ambulance, zoals de 'rapid responder ambulancezorg' en de 'zorgambulance', zogenaamd gedifferentieerd vervoer. Een capaciteitsmodel voor gedifferentieerd vervoer is op dit moment nog niet mogelijk, omdat de ritgegevens waar het capaciteitsmodel gebruik van maakt, geen informatie bevat voor een typering van de vraag naar ambulancezorg die aansluit bij de inzetcriteria voor gedifferentieerd vervoer.

Nieuwe metingen voor het rijtijdenmodel

De schattingen van de gemiddelde snelheden van ambulances voor het nieuwe rijtijdenmodel zijn gebaseerd op veel meer waarnemingen dan die uit 2007. De metingen zijn vrijwel landelijk dekkend gedurende een heel jaar. De nieuwe schattingen zijn representatief voor heel Nederland en voor een heel jaar. De nieuwe gemiddelde snelheden zijn voor de meeste wegtypes, periodes op de dag en regio's, hoger dan de snelheden in 2007. Er is onderzocht of andere dimensies en klassen van het rijtijdenmodel, zoals de indeling naar regiotype en naar tijd, de representativiteit van het rijtijdenmodel kan verbeteren. Dat is niet het geval; een andere indeling geeft geen verbetering van het rijtijdenmodel. De routeplanner is nog niet doorgerekend met de nieuwe snelheden, maar de verwachting is dat de rijtijden korter zullen zijn. Het bereik van standplaatsen zal groter worden. Het effect op de uitkomsten van het capaciteitsmodel zijn niet onderzocht. Naar verwachting zijn de gevolgen voor de maximumvariant van het capaciteitsmodel gering. Voor de minimumvariant van het capaciteitsmodel zal naar verwachting per RAV een lager aantal uitrukpunten worden berekend. Als gevolg hiervan wordt in deze variant een lagere capaciteit berekend.

Aanbevelingen

Het RIVM heeft de volgende aanbevelingen geformuleerd. De aanbevelingen zijn door de klankbordgroep beoordeeld waarbij er is getoetst of de onderbouwing van de aanbevelingen volgen uit het onderzoek.

Dekking op inwoners én incidenten

Doordat de spreiding van standplaatsen gebaseerd wordt op de dekking van de woonlocatie van inwoners, worden gebieden met weinig inwoners maar met een relatief grote vraag (industriegebieden, gevaarlijke wegen door dunbevolkt gebied) buiten de dekking gehouden. Aanbevolen wordt om ook de geografische verdeling van incidenten mee te nemen in de doelstelling van de spreiding van standplaatsen in het referentiekader. Het meenemen van tegelijkertijd dekking op inwoners en incidenten in het huidige referentiekader is technisch mogelijk.

Geen simulatie van dynamisch ambulancemanagement

De mogelijkheid bestaat dat het referentiekader op werkdagen overdag een onderschatting van de benodigde capaciteit geeft. In het referentiekader geldt op werkdagen overdag de minimumvariant waarin uitgegaan wordt van dynamisch ambulancemanagement. Dit uitgangspunt leidt tot een lagere berekening van capaciteit dan de maximumvariant die op andere tijdsblokken en dagen geldt. Aanbevolen wordt om het concept van dynamisch ambulancemanagement, zoals dat in het referentiekader op werkdagen overdag wordt gehanteerd, anders te modelleren.

Bepaling van de capaciteit voor het spoedvervoer op standplaatsniveau

In het referentiekader-2008 wordt voor het spoedvervoer het faalkansmodel op RAV-niveau toegepast. Voor het voorzien in de geografische paraatheid worden vervolgens meer ambulances toegevoegd. Ten slotte volgt een verrekening met de capaciteit voor spoedvervoer waarbij extra ambulancecapaciteit wordt toegevoegd om het aantal benodigde uren spoedvervoer te voorzien. Aanbevolen wordt om deze methode te vereenvoudigen door de faalkansmethode op standplaatsniveau toe te passen. Voldoende dekking wordt dan op voorhand bepaald en er hoeft dus geen extra capaciteit voor geografische paraatheid te worden toegevoegd. Het effect van ondoelmatigheid door overlap van standplaatsen kan vermeden worden door in het referentiekader uit te gaan van een greenfieldscenario voor een (optimale) spreiding van standplaatsen. De benodigde capaciteit van het B-vervoer wordt nog wel op RAV-niveau bepaald. Bij het bestelde vervoer kan ambulancecapaciteit uit de hele regio worden gebruikt. Verfijningen in dit model kunnen gezocht worden in de variatie van de bezettingsgraad van het spoedvervoer en het besteld vervoer.

Vervoersdifferentiatie in de toekomst

Geadviseerd wordt de beschikbaarheid van informatie in de ritgegevens uit te breiden met kenmerken over het gebruikte vervoerstype. Als deze informatie beschikbaar is, kunnen de productiecijfers worden ingedeeld naar gedifferentieerde vervoersvorm en kan een capaciteitsmodel worden ontwikkeld dat uitgaat van vervoersdifferentiatie.

Implementatie van het nieuwe rijtijdenmodel

De nieuwe rij snelheden voor het rijtijdenmodel zijn gebaseerd op een veel groter aantal waarnemingen dan in 2007. De snelheden zijn representatief voor heel Nederland en heel het jaar. Aanbevolen wordt dan ook om het nieuwe rijtijdenmodel te gebruiken, omdat het model de werkelijke rijtijden in de ambulancezorg beter benadert dan het vorige rijtijdenmodel.

1 Inleiding

Ambulancezorg is een belangrijke schakel in de acute zorg. Tijdigheid van zorgverlening is hierbij van groot belang. Een snelle hulpverlening kan levens redden en gezondheidsschade voorkomen. Een goede uitvoering van ambulancezorg vereist een aantal voorwaarden. Een adequate spreiding van voldoende ambulances is een van de noodzakelijke voorwaarden. Dat is het terrein van het referentiekader spreiding en beschikbaarheid.

De spreiding en beschikbaarheid van ambulances in een gebied valt onder verantwoordelijkheid van de Regionale Ambulancevoorziening (RAV). De RAV stemt deze af op de vraag naar ambulancezorg die varieert in plaats en tijd. De beschikbare middelen zijn daarbij een beperkende randvoorwaarde. Deze middelen worden vastgesteld in een regionaal overleg tussen de RAV en de zorgverzekeraars, waarbij het financiële kader is bepaald door de beleidsregels van de Nederlandse Zorgautoriteit (NZa) en het door het ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS) beschikbaar gestelde budget. Hierbij geldt als richtlijn dat de spreiding en beschikbaarheid minstens moet voldoen aan het niveau dat is vastgesteld in het *Landelijk referentiekader spreiding en beschikbaarheid ambulancezorg*. Het referentiekader is een model voor de spreiding en beschikbaarheid en wordt in opdracht van het ministerie van VWS opgesteld en doorgerekend door het RIVM. Het referentiekader wordt uiteindelijk vastgesteld door de minister van VWS. In zowel de ontwikkeling van het model als het opstellen van het referentiekader wordt het ministerie geadviseerd door een expertteam met vertegenwoordigers van Ambulancezorg Nederland (AZN) en Zorgverzekeraars Nederland (ZN).

In 2004 is voor het eerst het 'Referentiekader spreiding en beschikbaarheid ambulancezorg' opgesteld (PVAZ, 2004). Dit kwam tot stand na twee onderzoeken in de ambulancezorg. In 2001 was in een samenwerking tussen IGZ, het toenmalige CTG (overgegaan in de NZa), en het RIVM onderzoek gedaan naar de kwaliteit en doelmatigheid van de ambulancezorg. Het rapport *Niet zonder zorg* deed hiervan verslag en een van de conclusies was dat de spreiding en beschikbaarheid verbeterd kon worden (Van der Veen et al., 2001). In opdracht van het ministerie van VWS heeft het RIVM vervolgens een onderzoek naar de spreiding en beschikbaarheid van de ambulancezorg gedaan. In het rapport *Ambulances binnen bereik* is een aantal situaties (scenario's) geschetst met verschillende veranderingen van de spreiding en beschikbaarheid. Uit deze varianten heeft het ministerie van VWS een keuze gemaakt waarna het eerste referentiekader in 2004 is opgesteld. In 2008 is het referentiekader geactualiseerd (Kommer en Zwakhals, 2008). Het expertteam dat het referentiekader in 2008 opstelde, gaf een aantal aanbevelingen voor verdere ontwikkeling van het referentiekader. Aanbevolen werd om de modellen van het referentiekader verder te ontwikkelen en om onderzoek te doen naar meer gefundeerde uitgangspunten en randvoorwaarden van het referentiekader. Het referentiekader maakt gebruik van verschillende (reken)modellen, onder andere voor de berekening van de rijtijd van ambulances en de benodigde capaciteit per RAV of per standplaats. Als voorbereiding hierop heeft het RIVM in 2011 een technische achtergrondrapportage uitgebracht waarin de details van de modellen van het referentiekader zijn beschreven (Kommer en Zwakhals, 2011). In 2011 heeft het ministerie van VWS opdracht gegeven aan het RIVM om de aanbevelingen van het expertteam uit te werken en verschillende

modelvarianten te ontwikkelen. Die opdracht heeft geleid tot onderhavig rapport. Bij dit onderzoek is een klankbordgroep geformeerd die het RIVM heeft geadviseerd, een wetenschappelijke adviescommissie heeft de wetenschappelijke inhoud beoordeeld. De klankbordgroep bestond uit vertegenwoordigers van de ambulancezorg en van verzekeraars. Het ministerie van VWS was als opdrachtgever voorzitter van de klankbordgroep. De klankbordgroep adviseerde de onderzoekers in de uitwerking van de aanbevelingen uit 2008 en in de te ontwikkelen modelvarianten voor het referentiekader. Bijlage 1 geeft een overzicht van de leden van de klankbordgroep en de wetenschappelijke adviescommissie. Bijlage 2 geeft het verslag van de wetenschappelijke adviescommissie.

Dit rapport schetst achtergronden voor het referentiekader en beschrijft een aantal modelvarianten van het referentiekader. Deze achtergronden zijn zowel op praktisch gebied, met een beschrijving van de huidige stand van zaken in de Nederlandse ambulancezorg, als ook op academisch gebied, met een samenvatting van de wetenschappelijke stand van zaken op modelleergebied. Modelvarianten zijn uitgewerkt voor de spreiding en voor de capaciteit, op verschillende niveaus. Op conceptueel niveau zijn modelvarianten uitgewerkt, zoals een schets van het minimale aantal benodigde standplaatsen voor totale dekking van Nederland. Op het laagste detailniveau zijn modelvarianten uitgewerkt op basis van een andere definitie van parameters in het capaciteitsmodel.

Doel van het onderzoek is om modelvarianten te beschrijven waarmee in een vervolgstap een nieuw referentiekader kan worden opgesteld, met verwerking van de aanbevelingen van het expertteam van het referentiekader-2008.

Terminologie

In dit rapport worden een aantal termen gebruikt voor de capaciteit en paraatheid in de ambulancezorg. Bijlage 3 bevat een begrippenlijst en een afkortingenlijst. Ter verduidelijking volgt hier een korte toelichting op enkele veel gebruikte begrippen. Het begrip 'capaciteit' verwijst naar een aantal ambulances. De term 'paraatheid' gaat over de paraatheidsvorm van de ambulances (paraat, aanwezig of piket) of over het daadwerkelijk inzetbaar zijn voor een inzet. De term 'beschikbaarheid' combineert deze twee begrippen en gaat over het aantal ambulances in combinatie met de paraatheidsvorm. Hierbij is ook de vervoerssoort van belang (reguliere ambulance, rapid responder, zorgambulance). In het rapport is getracht deze begrippen zuiver te gebruiken, maar soms is voor de leesbaarheid, of vanwege een reeds bestaand taalgebruik, het gebruik minder strikt.

Leeswijzer

Dit rapport begint in hoofdstuk 2 met een uiteenzetting van de vraagstelling van dit onderzoek. Om de vraagstelling goed te begrijpen, begint dit hoofdstuk met een korte beschrijving van de hoofdlijnen van het referentiekader. Een gedetailleerde, diepgaande en technische beschrijving van het referentiekader volgt in hoofdstuk 3. Dit hoofdstuk licht toe hoe de benodigde ambulancecapaciteit wordt berekend en welke uitgangspunten en randvoorwaarden hierin een rol spelen. Hoofdstuk 4 geeft een verkenning van de vraag en het aanbod van de Nederlandse ambulancezorg. De huidige praktijk van de ambulancezorg wordt vergeleken met het referentiekader en mogelijke knelpunten in de spreiding en beschikbaarheid worden verkend. Hoofdstuk 5 geeft verslag van een literatuurstudie. Deze studie omvat een inventarisatie van het gebruik van modellen voor spreiding en beschikbaarheid in binnen- en

buitenland en een overzicht van de wetenschappelijke publicaties over deze modellen. De spreiding van ambulancezorg is onderwerp van hoofdstuk 6. In dit hoofdstuk is een aantal modellen voor de spreiding van standplaatsen voor de Nederlandse situatie uitgewerkt. Hierbij zijn greenfieldscenario's uitgewerkt, scenario's waarin Nederland op een optimale manier opnieuw wordt ingericht. Deze analyses van de uitkomsten van deze modellen geven inzicht in de – theoretisch – maximaal haalbare dekking. Hoofdstuk 7 heeft capaciteit als onderwerp. Dit hoofdstuk beschrijft vijf capaciteitsmodellen voor de berekening van het aantal benodigde ambulances voor het referentiekader. Ook presenteert dit hoofdstuk een capaciteitsmodel voor de meldkamer ambulancezorg. Hoofdstuk 8 geeft verslag van de ontwikkeling van het rijtijdenmodel voor de spoedeisende ambulancezorg, met beschrijving van de metingen waarop het nieuwe model is gebaseerd en schattingen van ambulancesnelheden. Het rapport sluit af met de conclusies en aanbevelingen in hoofdstuk 9.

2 Vraagstelling

In 2004 is het referentiekader spreiding en beschikbaarheid ambulancezorg voor het eerst opgesteld; in 2008 is het geactualiseerd. In de actualisatie van 2008 heeft een expertteam met vertegenwoordigers van onder andere het ministerie van VWS, AZN en ZN, een discussie gevoerd over de uitgangspunten en randvoorwaarden van het referentiekader. Hierbij zijn de modellen van het referentiekader gebruikt voor verschillende doorrekeningen van het referentiekader. Bij het opstellen van het referentiekader heeft het expertteam een aantal aanbevelingen geformuleerd. De vraagstelling van dit onderzoek volgt uit die aanbevelingen.

Het expertteam heeft aanbevolen het capaciteitsmodel op een aantal punten verder te ontwikkelen en het rijtijdenmodel te actualiseren en verder te valideren. Doel van het onderzoek is te komen tot een verbeterd capaciteitsmodel dat representatief is voor het leveren van verantwoorde en doelmatige ambulancezorg per regio en in de tijd, waarbij de aanbevelingen van het expertteam van het referentiekader-2008 zijn verwerkt.

De aanbevelingen zijn door het RIVM verder uitgewerkt in de volgende punten:

- a) Verbeter de spreidings- en beschikbaarheidsmodellen aan de hand van (internationaal) (literatuur)onderzoek.
- b) Heroverweeg welke kansverdeling het best past bij het modelleren van meldingen voor spoedeisende ambulancezorg.
- c) Verbeter en actualiseer het rijtijdenmodel voor de spoedeisende ambulancezorg.
- d) Breid het referentiekader uit met het meldkamerdomein.

Bovenstaande punten zijn met de klankbordgroep van het onderzoek besproken en aangepast naar de volgende onderzoeksvragen:

1. Wat zijn de uitgangspunten van het referentiekader-2008 en eventuele verbeteropties?

Om een helder beeld te krijgen van het huidige referentiekader staan we in hoofdstuk 3 stil bij die uitgangspunten. Een eerste analyse geeft zicht op mogelijke verbeteropties die in de volgende hoofdstukken verder zullen worden uitgewerkt.

2. Wat is de huidige spreiding en beschikbaarheid van ambulances?

In hoofdstuk 4 zullen we de huidige spreiding en beschikbaarheid schetsen. Dit dient enerzijds als vergelijkingsmateriaal voor de verschillende modelvarianten, maar geeft ook zicht op relevante parameters voor het model.

3. Bestaan er andere modellen die toe te passen zijn in het referentiekader en wat zijn de mogelijkheden daarvan?

Er is geïnventariseerd welke modellen in de praktijk van de ambulancezorg in gebruik zijn voor spreiding en beschikbaarheid en er is een literatuuronderzoek naar capaciteitsmodellen in de ambulancezorg uitgevoerd. Dit geeft een overzicht van relevante publicaties in de nationale en internationale wetenschappelijke literatuur. Hoofdstuk 5 geeft hiervan een verslag.

4. Wat is de optimale spreiding van standplaatsen?

We onderzoeken en schetsen de optimale spreiding van standplaatsen. Daarbij gaan we uit van verschillende uitgangspunten. In de eerste plaats wordt gekeken naar een aantal greenfieldscenario's. Hierbij worden alle standplaatsen in Nederland opnieuw (optimaal) geplaatst. Dit is een (theoretisch) optimale spreiding van standplaatsen. Deze wordt doorgerekend bij verschillende dekkingsgraden en normrijtijden. In hoofdstuk 6 worden deze modellen beschreven.

5. Wat zijn de gevolgen van het gebruik van andere capaciteitsmodellen?

Voor de ontwikkeling van het capaciteitsmodel zijn er twee richtingen. In de eerste plaats worden varianten van het huidige rekenmodel ontwikkeld. Hierbij houden we in grote lijnen vast aan de structuur van het huidige rekenmodel voor de capaciteit. De tweede lijn gaat uit van een ander concept dat los staat van het huidige referentiekader. Hoofdstuk 7 beschrijft deze modellen als varianten van het capaciteitsmodel:

5a. Afzonderlijk modelleren van spoedvervoer en besteld vervoer

In de huidige versie van het capaciteitsmodel wordt uitgegaan van één soort ambulance die ingezet kan worden voor spoedvervoer en voor besteld vervoer. In de berekening is er overheveling van restcapaciteit van het spoedvervoer naar besteld vervoer. In paragraaf 7.1 ontwikkelen we een modelvariant waarbij de capaciteit voor spoedvervoer en voor besteld vervoer apart wordt bepaald. Achtergrond hierbij is het idee dat een deel van het besteld vervoer met een minder hoogwaardig uitgeruste ambulance kan worden uitgevoerd, zoals de zorgambulance. Deze ambulances zijn goedkoper in de operationele kosten. Aandachtspunt is wel het verlies aan doelmatigheid doordat geen uitruil van capaciteit kan plaatsvinden, omdat een minder geoutilleerde ambulance niet voor spoedvervoer kan worden ingezet.

5b Differentiatie van vervoer

Binnen het spoedvervoer kan ook gedacht worden aan vervoersdifferentiatie. Dat houdt in dat verschillende urgenties van inzetten door verschillende soorten ambulances kunnen worden uitgevoerd. De inzet van rapid responders of soloambulances kan in een dergelijk model worden meegenomen. Bij een dergelijke uitwerking kan ook de bij 5a genoemde zorgambulance als gedifferentieerd vervoerssoort worden beschouwd. In paragraaf 7.2 onderzoeken we de mogelijkheden voor een capaciteitsmodel op basis van gedifferentieerd vervoer.

5c. Prikkels voor doelmatigheid

Het huidige capaciteitsmodel gaat uit van de in de praktijk gerealiseerde gemiddelde ritduur, zowel voor de berekening van de capaciteit voor spoedvervoer als voor besteld vervoer. Op basis van de gemiddelde ritduur en het aantal inzetten wordt berekend hoeveel uren ambulancezorg nodig is en hoeveel ambulances hiervoor nodig zijn. Een hoge gemiddelde ritduur leidt dan ook tot meer benodigde ambulancecapaciteit. Op zichzelf is dat terecht en logisch, immers als ambulances lang bezig zijn met inzetten, zijn ook meer ambulances nodig voor deze inzetten. Deze berekeningswijze kan echter leiden tot een overschatting van de benodigde capaciteit. Als ambulances zich pas laat vrijmelden, gaat de gemiddelde ritduur omhoog en is de benodigde capaciteit hoger. De vraag is of dit effect kan worden vermeden. Anders gezegd: kan een model worden ontworpen met prikkels tot doelmatigheid? Dit is het onderwerp van paragraaf 7.3.

5d. Andere modellering van gelijktijdigheid van ritten

In de huidige modelversie is de gelijktijdigheid van spoedritten volgens een Poisson-verdeling gemodelleerd. In de literatuur wordt ook het Erlang-C-model genoemd voor het modelleren van wachtrijvraagstukken. In paragraaf 7.4 bekijken we of deze benadering toe te passen is in de modellering van de spoedeisende ambulancezorg in het referentiekader en of deze benadering betere uitkomsten levert.

5e. Een integraal model voor spreiding en capaciteit

Gevraagd wordt een model te ontwikkelen dat de spreiding en benodigde capaciteit integraal benadert, gegeven de variatie in meld-, uitruk- en rijtijden en de onzekere vraag naar ambulancezorg. In dit model is het afdekken van risico een beslisvariabele. Uit het meer of minder afdekken van risico volgt een andere spreiding en capaciteit. Dit model gaat uit van een ander concept dan het huidige referentiekader. In paragraaf 7.5 wordt dit capaciteitsmodel besproken.

5f. Capaciteitsmodel voor de meldkamer

Het referentiekader is tot nu toe beperkt tot het vervoerdersdeel van de ambulancezorg. Het meldkamerdomein is ook een belangrijk onderdeel van de ambulancezorg. Voor de benodigde capaciteit op de meldkamer zijn geen capaciteitsmodellen beschikbaar. In het kader van de schaalvergroting van meldkamers rijst de vraag hoeveel centralisten nodig zijn bij een bepaalde meldkamer grootte. Voor de meldkamer wordt in paragraaf 7.6 een capaciteitsmodel ontwikkeld waarmee berekend kan worden hoeveel centralisten nodig zijn bij een bepaald organisatiemodel en een bepaalde schaal grootte.

6. Hoe kan het rijtijdenmodel verbeterd worden?

Voor het nieuwe referentiekader is het doel te komen tot een nieuw rijtijdenmodel voor de spoedeisende ambulancezorg, waarbij het model representatief is voor regio en tijd. Hiertoe worden nieuwe metingen van ambulancesnelheden gedaan in heel Nederland gedurende een heel jaar. De nieuwe metingen zijn zodanig dat het uiteindelijke rijtijdenmodel representatief is voor heel Nederland en voor het hele jaar. In hoofdstuk 8 wordt ingegaan op deze actualisatie.

3 Het referentiekader ambulancezorg

In dit hoofdstuk worden het referentiekader-2008 en de daarbij gekozen uitgangspunten beschreven. Voor een goed begrip van het referentiekader is het van belang de gevolgen van de uitgangspunten goed te doorzien. Op basis van een analyse van deze uitgangspunten verkennen we mogelijke alternatieve keuzes en verbeteropties voor het model.

Het referentiekader wordt op verschillende niveaus beschreven. In paragraaf 3.1 wordt het globale concept besproken dat achter het referentiekader ligt. Het concept bepaalt in grote lijnen hoe de benodigde capaciteit voor de ambulancezorg wordt berekend. Vervolgens geeft paragraaf 3.2 meer detail. Dan worden de algemene uitgangspunten en randvoorwaarden van het referentiekader evenals de gekozen parameters besproken. Met de parameters, die uit de data worden geschat, zijn we op het diepste niveau van het referentiekader aangekomen.

In de rapportage van het referentiekader-2008 is een aantal uitgangspunten expliciet benoemd (Kommer en Zwakhals, 2008). In detail zijn het referentiekader en de gebruikte modellen beschreven in een technische achtergrondrapportage (Kommer en Zwakhals, 2011). Deze rapporten waren niet volledig, omdat een aantal uitgangspunten en randvoorwaarden impliciet waren verondersteld en daarom niet in de rapportage zijn genoemd. In de beschrijving van het referentiekader in deze paragraaf maken we alle uitgangspunten en randvoorwaarden uit het referentiekader-2008 expliciet. De in 2008 gemaakte keuzes worden toegelicht en tot slot worden mogelijke alternatieven voor deze keuzes gegeven.

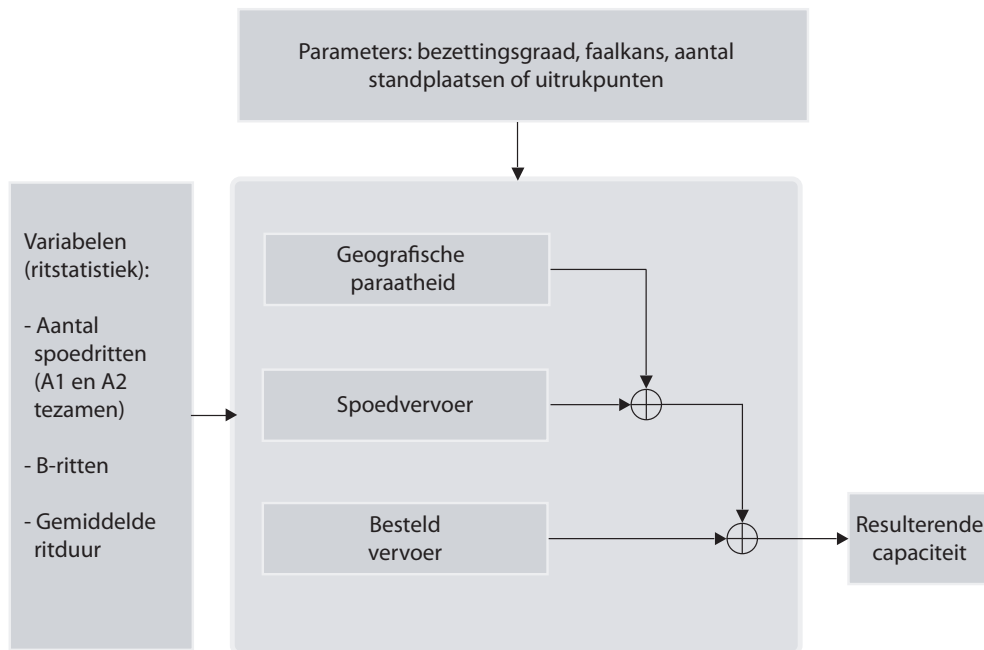
3.1 Het globale concept van het referentiekader

Het referentiekader berekent het benodigde aantal ambulances om aan de vraag naar spoedeisende en planbare ambulancezorg te voldoen, gegeven een aantal vooraf vastgestelde randvoorwaarden en uitgangspunten, zodat verantwoorde ambulancezorg mogelijk is. Planbare ambulancezorg is veelal besteld vervoer, waarbij patiënten van en naar ziekenhuizen of andere zorginstellingen worden vervoerd.

In het referentiekader-2008 werd de benodigde capaciteit in drie afzonderlijke deelmodellen berekend:

- 1 Een model voor de berekening van het benodigde aantal standplaatsen voor voldoende dekking van de regio (de 'geografische paraatheid');
- 2 Een model voor de berekening van het aantal ambulances dat gelijktijdig nodig is voor het spoedvervoer (A1- en A2-urgentie) en de benodigde capaciteit daarvoor in de regio;
- 3 Een model voor de berekening van de benodigde capaciteit voor het besteld vervoer (B-urgentie) in de regio.

Voor het bepalen van de benodigde capaciteit wordt eerst bepaald hoeveel standplaatsen er nodig zijn voor de dekking van de regio, de 'geografische paraatheid' (model 1). Aan elke standplaats wordt een ambulance toegekend. Vervolgens wordt berekend hoeveel ambulances gelijktijdig nodig zijn voor het spoedvervoer (model 2). Dat gebeurt met de zogenaamde faalkansmethode. Deze bepaalt het aantal ambulances dat tegelijkertijd nodig is in de RAV-regio

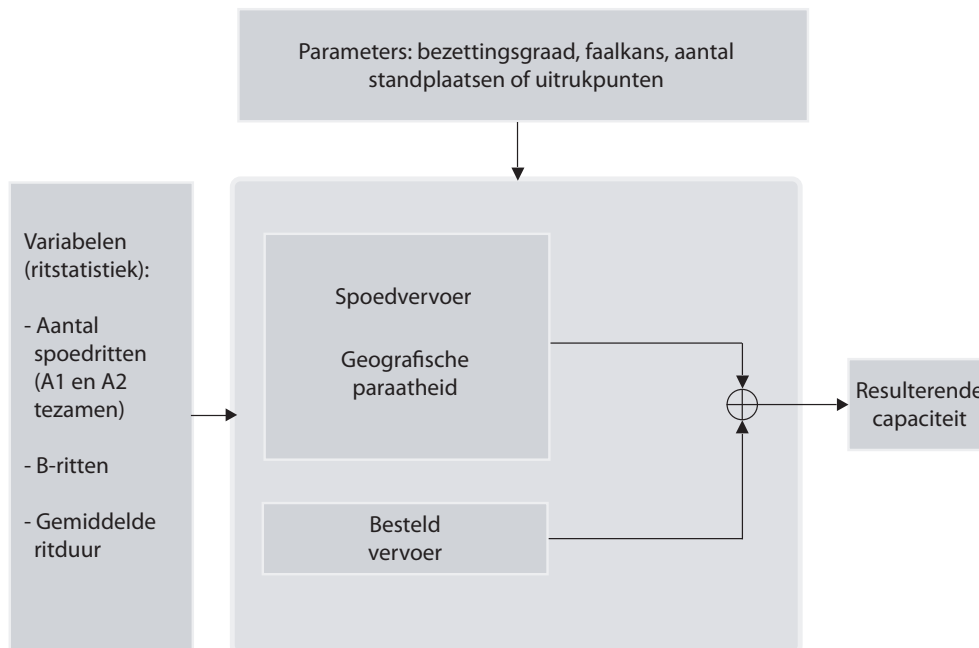


Figuur 1: Globaal concept achter het referentiekader-2008.

om aan de vraag naar spoedritten te voldoen. Dit aantal wordt vergeleken met de eerder berekende geografische paraatheid en er vindt een afweging plaats die afhangt van het maximum van deze twee aantallen ambulances. Als het aantal standplaatsen (uitrukpunten) kleiner is dan het aantal ambulances dat gelijktijdig nodig is voor het spoedvervoer, kan met de uitkomst van de faalkansmethode ook de geografische paraatheid worden geleverd. Er vindt dan geen ophoging van de capaciteit plaats. Als dit niet het geval is, wordt extra capaciteit bepaald om aan de geografische paraatheid en het spoedvervoer te kunnen voldoen. Als laatste stap wordt de capaciteit voor het besteld vervoer bepaald (model 3). Hierbij vindt ook een verevening plaats, omdat bepaald wordt hoeveel uren ambulancezorg nog beschikbaar zijn uit de berekening van spoed en geografische paraatheid. Deze restcapaciteit wordt gebruikt in het besteld vervoer. Er vinden dus twee vereveningen met restcapaciteit plaats: eerst tussen de geografische paraatheid en het spoedvervoer, vervolgens tussen het spoedvervoer en het besteld vervoer. Figuur 1 geeft een overzicht van het conceptueel model. De drie deelmodellen van het referentiekader worden in paragraaf 3.2 verder uitgewerkt.

Alternatief globaal concept

Er zijn alternatieven denkbaar voor het conceptueel model van figuur 1. Het spoedvervoer en de geografische paraatheid in de regio kan bijvoorbeeld *integraal* worden berekend. Figuur 2 geeft hiervan een schematische weergave. De onderlinge samenhang tussen de geografische paraatheid en het spoedvervoer kan dan op een andere manier worden bepaald in de zin dat het één niet zonder het ander wordt beschouwd. Dit biedt tevens de mogelijkheid om een doelstellingsfunctie te definiëren die boven beide elementen staat. Een voorbeeld hiervan is een model dat optimaliseert naar de prestatienorm, om 95% van het aantal A1-inzetten binnen vijftien minuten responstijd te realiseren. Met het in 2008 gebruikte model van figuur 1 is deze doelstelling benaderd met twee aparte elementen: 97% dekking van het verzorgingsgebied



Figuur 2: Alternatief globaal concept voor het referentiekader.

op inwoners en in 95% van de gevallen een auto beschikbaar voor het spoedvervoer.

Ten slotte is een volledig geïntegreerd model voorstelbaar waarbij de benodigde capaciteit van het spoedvervoer en het besteld vervoer integraal wordt berekend. Tot nu toe wordt in de theoretische modelontwikkeling niet ingezet op een dergelijk integrale aanpak. De belangrijkste reden hiervoor is dat de aard van besteld vervoer fundamenteel anders is dan die van spoedvervoer. Het ene is planbaar, het andere niet. Ook zijn de prestatienormen voor beide vervoerstypen anders. Deze verschillen zijn moeilijk verenigbaar in één model.

3.2 Uitgangspunten en randvoorwaarden van het referentiekader

De uitgangspunten en randvoorwaarden zijn belangrijke elementen van het referentiekader en worden voorafgaand aan de doorrekening van de modellen geformuleerd. De uitgangspunten en randvoorwaarden zijn gerelateerd aan de doelstelling van het referentiekader, namelijk het beschrijven van een minimumniveau van de capaciteit van de ambulancezorg, zodat kan worden voorzien in verantwoorde ambulancezorg. De uitgangspunten omvatten aannames over processen in de ambulancezorg, zoals hoe de responstijd is opgebouwd, en over dataselecties voor bijvoorbeeld de gemiddelde ritduur. Daarnaast zijn er ook algemene uitgangspunten en randvoorwaarden die door het wettelijk kader worden bepaald. In 2013 zijn er twee wetten waarmee de spreiding en beschikbaarheid van de ambulancezorg expliciet te maken hebben. In de eerste plaats is dit de Tijdelijke wet ambulancezorg (Twaz), waarin de vergunningverlening is vastgelegd voor het verzorgen van ambulancezorg en waarin ook is vastgelegd waaraan de organisatie en de zorgverlening moet voldoen. Daarnaast is de Wet toelating zorginstellingen (WTZi) een belangrijke randvoorwaarde voor de spreiding en beschikbaarheid. De WTZi definieert de toelating van organisaties om zorg te verlenen die wordt vergoed uit de Zorgverzekeringswet (Zvw) of de AWBZ. Voor details over de kaders voor het

referentiekader die door deze wetten worden gesteld, wordt verwezen naar publicaties van deze wetten.

Met de in paragraaf 3.1 beschreven drie deelmodellen wordt berekend welke capaciteit nodig is om aan de vraag naar ambulancezorg te voldoen: spreiding, spoedvervoer en besteld vervoer. Hieronder worden per deelmodel de uitgangspunten en randvoorwaarden gepresenteerd. Bij elk uitgangspunt of elke randvoorwaarde worden – ter illustratie – mogelijke alternatieven benoemd. De meeste keuzemogelijkheden voor het opstellen van een nieuw referentiekader liggen bij deze randvoorwaarden en uitgangspunten. Daarom staan we uitgebreid stil bij de punten op dit niveau van het referentiekader.

Na de bespreking van de uitgangspunten per deelmodel worden deze punten in een tabel samengevat. Tot slot wordt ook ingegaan op alternatieve uitgangspunten die in 2008 niet aan de orde waren, maar mogelijk in de toekomst betekenis kunnen hebben voor het referentiekader.

Spreiding

Voor de berekening van de benodigde capaciteit ten behoeve van de geografische paraatheid in het referentiekader zijn er uitgangspunten en randvoorwaarden op de volgende zes thema's:

A. Doelstelling van het spreidingsmodel

Doelstelling is de situatie waarbij in elke RAV minstens 97% van de inwoners binnen de bereikbaarheidsnorm (zie thema C) kan worden bereikt. Deze doelstelling heeft de volgende drie elementen:

1. De dekkingsgraad is 97%.
2. Het geografische niveau is dat van de RAV-regio.
3. De dekkingsgrootte is het aantal inwoners.

Er is geen differentiatie naar tijd: de spreiding is voor de dag en de nacht gelijk en er is geen seizoensdifferentiatie. De bereikbaarheidsnorm speelt een belangrijke rol in de doelstelling.

- *Alternatieve keuzes voor de drie elementen* zijn mogelijk door een hogere of lagere dekkingsgraad te kiezen of een dekkingsgraad te definiëren op een ander geografisch niveau, bijvoorbeeld nationaal niveau. Ook kan de dekking op het aantal incidenten worden gebaseerd (de locaties van incidenten zijn niet noodzakelijk de woonlocaties van inwoners), of er kan worden gespecificeerd naar tijd op de dag of periode in het jaar. Wel geldt dat wettelijke randvoorwaarden de alternatieve keuzes beperken.

B. Open RAV-grenzen

Voor de berekening van de dekkingsgraad wordt uitgegaan van open RAV-grenzen. Dat wil zeggen dat een melding wordt verzorgd vanuit de dichtstbijzijnde standplaats, ongeacht de ligging van de grenzen van de RAV-regio's.

- *Alternatieve keuze* is uit te gaan van gesloten RAV-grenzen, wat betekent dat de melding verzorgd wordt vanuit een standplaats van de RAV waar het incident plaatsvond. Dit hoeft dus niet de dichtstbijzijnde standplaats te zijn.

C. Bereikbaarheidsnorm A1-urgentie

De bereikbaarheidsnorm voor het A1-spoedvervoer is vijftien minuten. Dat wil zeggen dat een ambulance binnen vijftien minuten na melding ter plaatse van het incident moet kunnen zijn. Deze responstijd omvat de drie tijdsintervallen meldtijd, uitruktijd en rijtijd. Voor het referentiekader is het noodzakelijk om een aanname te doen over de verdeling van deze intervallen, omdat de (normatieve) dekking van het spreidingsmodel afhangt

van alleen de rijtijd. In 2008 is gekozen voor een meld- en uitruktijd van gezamenlijk drie minuten. De responstijd en de meld- en uitruktijd zijn landelijk uniform gehanteerd.

- *Alternatieve keuzes voor de bereikbaarheidsnorm* zijn niet zo relevant, omdat de norm van vijftien minuten responstijd in de Tijdelijke wet ambulancezorg (Twaz) is vastgelegd. In theorie zou van een andere bereikbaarheidsnorm kunnen worden uitgegaan, met een andere verdeling tussen meld- en uitruktijd en rijtijd. Bijvoorbeeld acht of achttien minuten responstijd met zeven of zeventien minuten rijtijd.

D. *Samenhang bereikbaarheid afdelingen spoedeisende hulp (SEH)*

Voor de spreiding van SEH's geldt een bereikbaarheidsnorm van 45 minuten. In het model dat hierbij wordt gehanteerd, speelt de spreiding van ambulancestandplaatsen een rol. Op dit moment is de bereikbaarheid van de SEH's geen randvoorwaarde in het referentiekader. Er kan voor gekozen worden om de bereikbaarheid van SEH's als randvoorwaarde op te nemen in het referentiekader.

- *Alternatieve keuze voor de samenhang met de bereikbaarheid SEH's* is om expliciet in de uitgangspunten van het referentiekader op te nemen dat inwoners binnen 45 minuten naar een SEH kunnen worden gebracht.

E. *Rijtijdenmodel spoedeisende ambulancezorg*

De basis van de berekening van de geografische dekking is een rijtijdenmodel. Deze is gedefinieerd op vierpositie-postcodeniveau en is berekend met behulp van een routeplanner waarin alle wegen zijn opgenomen waarop een ambulance mag rijden. Dat is inclusief speciale wegvakken voor ambulancediensten, zoals bus- en trambanen, bepaalde fietspaden en speciale afritten van snelwegen voor hulpdiensten. Voor de gehanteerde snelheden op de diverse wegtypes zijn metingen van ambulancesnelheden verricht. In 2007 zijn gedurende zes weken in acht RAV-regio's metingen gedaan van werkelijke snelheden van ambulances die met spoed naar een plaats van ongeval reden. Voor de diverse wegtypes is vervolgens een gemiddelde snelheid bepaald. Deze snelheid is in de routeplanner gehanteerd op alle wegen van het betreffende wegtype. Hierbij is onderscheid gemaakt naar tijdstip op de dag en regiotype (zie voor details het rapport met de technische modeldocumentatie (Kommer en Zwakhals, 2011)). Ten behoeve van het referentiekader-2008 is besloten om met het meest behoudende rijtijdenmodel te rekenen: het spitsmodel. Dit model houdt wel rekening met de verschillende regiotypen.

- *Een alternatief voor het rijtijdenmodel* voor de spoedeisende ambulancezorg is om te rekenen met een model voor regulier personenautovervoer, of door gebruik te maken van een wegenkaart zonder speciale wegen voor hulpdiensten. Nadeel van deze alternatieven is dat ze de werkelijkheid minder goed benaderen.

F. *Minimum- en maximumvariant*

Het referentiekader-2008 hanteert twee varianten voor de geografische paraatheid. De maximumvariant gaat uit van paraatheid vanaf de standplaats, de minimumvariant gaat uit van dynamisch ambulancemanagement. Voor de paraatheid vanaf de standplaats is voortgebouwd op het referentiekader-2004. De spreiding van het referentiekader-2004 is in een aantal stappen aangepast. Hierbij is het aantal standplaatsen uitgebreid om aan de nieuwe doelstelling van de dekking te voldoen, zonder herallocatie (verplaatsen) van standplaatsen. Overweging hierbij was dat de beoogde dekking van 97% per regio kan worden gerealiseerd met een relatief beperkt aantal extra standplaatsen. De maximumvariant wordt in het referentiekader-2008 voor alle dagen en tijdsblokken gehanteerd, behalve voor werkdagen overdag.

Op werkdagen overdag werd in 2008 de minimumvariant gebruikt. De minimumvariant gaat uit van 'rijdende paraatheid', een begrip uit het dynamisch ambulancemanagement. Hierbij wordt verondersteld dat de ambulance na een inzet niet teruggaat naar de standplaats, maar naar een strategische locatie in de regio. Vanaf deze strategische locatie wacht het ambulanceteam op een volgende inzet. Er kan dan een kortere uitruktijd worden gerealiseerd. In het referentiekader is deze tijdswinst vertaald naar een minuut minder meld- en uitruktijd. De responstijd is dan opgebouwd uit twee minuten meld- en uitruktijd en dertien minuten rijtijd. Deze extra minuut rijtijd heeft gevolgen voor de geografische paraatheid. In de minimumvariant zijn hiervoor 'uitrukpunten' bepaald die de minuut tijdswinst inzetten voor de rijtijd. Om het aantal uitrukpunten te bepalen, is berekend hoeveel locaties nodig zijn om minstens de dekking van de RAV te behalen bij dertien minuten rijtijd. De dekking van de RAV is de dekking die in de maximumvariant geldt. Bij deze berekening wordt gewogen naar inwoneraantallen.

- *Alternatief voor de minimum- en maximumvariant* is om uit te gaan van één variant, of van meer dan twee varianten. Deze zijn gedefinieerd voor bepaalde tijdsblokken of dagsoorten. In de soort paraatheid, vanaf de standplaats of vanuit dynamisch ambulancemanagement, is minder keuzevrijheid, omdat dit de enige twee soorten paraatheid zijn. Hierbij is dynamisch ambulancemanagement een paraplubegrip voor dynamisch geleverde paraatheid. In plaats van een minuut meer rijtijd kan worden uitgegaan van een ander getal. Als alternatief kan bij paraatheid vanaf de standplaats worden verondersteld dat vanuit aanwezigheidsdiensten wordt gewerkt, met bijvoorbeeld een minuut meer benodigde uitruktijd.

Spoedvervoer

Bij de berekening van de benodigde capaciteit voor het spoedvervoer in het referentiekader zijn er uitgangspunten en randvoorwaarden op de volgende zes thema's. Per thema zijn er een of meer uitgangspunten.

G. Faalkansmethode

De benodigde ambulancecapaciteit van het spoedvervoer is per RAV-regio zodanig bepaald dat er bij maximaal 5% (de faalkans) van de spoedmeldingen geen ambulance beschikbaar is. Voor het referentiekader-2008 is gerekend met het capaciteitsmodel dat gedocumenteerd is in het achtergrondrapport (Kommer & Zwakhals, 2011). In de faalkansmethode wordt voor de gelijktijdigheidsstatistieken aangenomen dat het aantal spoedritten per blok van 8 uur verdeeld is volgens een Poisson-verdeling.

- *Als alternatief voor de Poisson-verdeling* kan een andere discrete verdeling worden gehanteerd. Alternatief voor de faalkansmethode is het gebruik van een ander model, bijvoorbeeld het Erlang-C-model.

H. Bezettingsgraad spoedvervoer

In de berekening van het aantal benodigde uren ambulancecapaciteit ten behoeve van het spoedvervoer en de verevening met de geografische paraatheid wordt uitgegaan van een bezettingsgraad van 100%. Dat betekent dat 100% van de beschikbare ambulance-uren wordt gebruikt voor het verzorgen van spoedvervoer.

- Alternatief* is om uit te gaan van een andere bezettingsgraad, bijvoorbeeld 80%.

Dataselectie en parameterdefinities

In het referentiekader-2008 wordt voor de capaciteitsberekening voor het spoedvervoer uitgegaan van de productiecijfers over 2006. Dat betekent het aantal spoedritten dat in 2006 is verreden. De selecties (filters) die worden

gebruikt om de productiecijfers te bepalen zijn dezelfde als AZN hanteert in hun jaarlijkse sectorrapporten *Ambulances in-zicht* (zie bijvoorbeeld AZN, 2011 en AZN, 2010), deze zijn conform de AZN meetplannen. Voor het schatten van parameters worden vervolgens extra filters gehanteerd, bijvoorbeeld om uitschieters in de tijdenregistraties eruit te filteren. Inzetten met foutieve of extreme tijdenregistraties tellen mee voor de productie maar verstoren parameterschattingen. Het totale aantal ambulance-uren voor het verzorgen van spoedvervoer is gedefinieerd als het totale aantal spoedritten vermenigvuldigd met de gemiddelde ritduur. Deze berekening is gespecificeerd naar urgentie van het spoedvervoer (A1- en A2-urgentie). De gemiddelde ritduur is gedefinieerd als de tijdsduur tussen het moment dat een ambulance vertrekt tot aan het moment van melding 'einde rit'.

- *Als alternatief voor de definitie van de ritduur* kan worden uitgegaan van het moment van vrijmelding als laatste tijdwaarde. Bij vrijmelding door een ambulance is deze beschikbaar voor een nieuwe inzet, maar nog niet teruggekeerd op de standplaats.

J. *Geografisch niveau van de capaciteitsberekening spoedvervoer*

De capaciteitsberekening is voor elke RAV afzonderlijk uitgevoerd, maar niet gedetailleerder. Het referentiekader doet geen uitspraak over het aantal ambulances per standplaats. De gedachte hierbij is dat het referentiekader het minimumniveau beschrijft waarmee verantwoorde ambulancezorg kan worden verzorgd. Binnen dit kader heeft de RAV de vrijheid de spreiding en beschikbaarheid naar eigen inzicht te organiseren, mits het minimumniveau van het referentiekader niet wordt overschreden. Dit betekent onder andere dat de RAV de ambulances naar eigen inzicht over standplaatsen kan verdelen.

Enkele RAV's hebben (schier)eilanden in hun verzorgingsgebied, die maken dat een capaciteitsbepaling voor de gehele RAV te weinig vrijheidsgraden oplevert binnen de capaciteitsbepaling. Om hieraan recht te doen zijn de (schier)eilanden als afzonderlijke regio's beschouwd. Dit heet de 'eilandbenadering'. Concreet betekent de eilandbenadering dat de capaciteit per eiland wordt berekend, niet per RAV. De eilandbenadering wordt toegepast op de Waddeneilanden (elk eiland apart), Goeree-Overflakkee en geheel Zeeland. Deze laatste regio is als vier afzonderlijke regio's benaderd: Schouwen-Duiveland, Tholen, Walcheren en de Bevelanden en Zeeuws-Vlaanderen.

- *Alternatief voor het geografische niveau van RAV* is om op het niveau van standplaatsen de benodigde paraatheid te berekenen, of van clusters van standplaatsen. Alternatief voor de eilandbenadering is om die niet te hanteren, of meer gebieden in aanmerking te laten komen voor de eilandbenadering.

K. *Open RAV-grenzen*

De aanname van open RAV-grenzen is al genoemd bij de uitgangspunten voor de geografische paraatheid. Deze aanname heeft ook gevolgen voor het berekenen van de benodigde capaciteit voor het spoedvervoer, daarom komt de aanname hier terug. Voor de berekening van het aantal benodigde ambulances voor spoedvervoer worden de spoedritten toegewezen aan de dichtstbijzijnde standplaats. Deze standplaats kan afwijken van de standplaats van waaruit in werkelijkheid de inzet verzorgd is. Onder meer omdat de spreiding van het referentiekader niet overeenkomt met de werkelijkheid. Na deze toewijzing van ritten aan standplaatsen volgt een aggregatie naar RAV-niveau. Op deze manier is het aantal spoedritten bepaald waarvoor de RAV capaciteit toegerekend krijgt.

- *Alternatieve keuze* is uit te gaan van gesloten RAV-grenzen. Dit betekent dat een inzet wordt toegewezen aan de RAV of standplaats die deze heeft uitgevoerd.

L. *Tijdsniveaus van de capaciteitsberekening spoedvervoer*

De capaciteitsberekening is in 2008 gedaan voor een geheel jaar. De impliciete aanname hierin is dat de vraag naar spoedeisende ambulancezorg gedurende het hele jaar uniform is. De capaciteitsberekeningen in het referentiekader-2008 zijn uitgevoerd in blokken van acht uur. Er is in 2008 een onderscheid gemaakt naar dagsoort (werkdagen, zaterdag, zondagen en feestdagen).

- *Alternatief voor deze tijdsniveaus* is om uit te gaan van andere tijdsperiodes. Bijvoorbeeld van een zomer en een winter capaciteitsberekening. Of uit te gaan van blokken van minder dan acht uur, of de capaciteit te berekenen voor de gehele week.

M. *Vervoersdifferentiatie*

Het capaciteitsmodel van het referentiekader-2008 berekent één soort ambulance, namelijk een reguliere ambulance, dat is een ambulance met vervoersmogelijkheid. Er is dus geen vervoersdifferentiatie.

- *Alternatief is om uit te gaan van vervoersdifferentiatie* en de capaciteit van meerdere soorten voertuigen te berekenen, zoals rapid responders en zorgambulances.

Besteld vervoer

Bij de berekening van de benodigde capaciteit voor het besteld vervoer in het referentiekader komen de uitgangspunten en randvoorwaarden voor een deel overeen met die van het spoedvervoer. Verschillen zijn er ook, bijvoorbeeld het niet hanteren van de faalkansmethode voor het besteld vervoer, of een andere bezettingsgraad, of dat de ritten niet worden herverdeeld maar toegewezen aan de RAV die de rit in zijn productie heeft uitgevoerd. Daarnaast is er een nieuw thema: het gebruik van restcapaciteit van het spoedvervoer. Bij de berekening van de benodigde capaciteit voor het besteld vervoer gaat het om de volgende zes thema's en uitgangspunten.

N. *Bezettingsgraad besteld vervoer*

Voor het referentiekader-2008 is de bezettingsgraad voor besteld vervoer 66%. Dit betekent dat er in het capaciteitsmodel een ambulance voor 66% van de tijd bezet is voor het verzorgen van besteld vervoer. Vertaald naar de benodigde tijd voor de capaciteitsberekeningen betekent dit dat ruim anderhalf keer zoveel ($1/0,66$) meer ambulancetijd gehanteerd wordt dan op basis van de ritgegevens bepaald is. De reden hiervoor is dat in de praktijk de planning van het besteld vervoer het niet toelaat dat ritten strak op elkaar gepland worden en dat de ambulance meestal niet meteen weer ingezet kan worden vanaf de plaats waar de vorige inzet is geëindigd.

- *Alternatief voor de bezettingsgraad* is om uit te gaan een ander cijfer voor de bezettingsgraad, dit kan hoger of lager zijn.

O. *Dataselectie en parameterdefinities*

De uitgangspunten, randvoorwaarden en parameter definities voor dit thema zijn gelijk aan die onder thema I voor het spoedvervoer, waarbij deze betrekking hebben op ritten voor besteld vervoer in plaats van spoedritten.

P. *Geografisch niveau van de capaciteitsberekening besteld vervoer*

De uitgangspunten, randvoorwaarden en parameter definities voor dit thema zijn gelijk aan die onder thema J voor het spoedvervoer, waarbij deze betrekking hebben op besteld vervoer ritten in plaats van spoedritten. Ook de eilandbenadering is voor het besteld vervoer toegepast.

Q. Eigen productie

De productie besteld vervoer ritten waarop de capaciteitsberekening wordt bepaald is gelijk aan de productie van de betreffende RAV. Er vindt geen herverdeling plaats naar dichtstbijzijnde standplaats.

- *Alternatief hiervoor is dat het besteld vervoer wordt toegewezen aan de RAV waarin de vervoerde patiënt woont.*

R. Tijdsniveaus van de capaciteitsberekening besteld vervoer

De uitgangspunten, randvoorwaarden en parameter definities voor dit thema zijn gelijk aan die onder thema L voor het spoedvervoer, waarbij deze betrekking hebben op besteld vervoer ritten in plaats van spoedritten. Ook de eilandbenadering is voor het besteld vervoer toegepast.

S. Gebruik restcapaciteit spoedvervoer

In de berekening van de benodigde capaciteit voor het besteld vervoer wordt gebruik gemaakt van de restcapaciteit in het spoedvervoer.

- *Alternatief voor het gebruik van restcapaciteit is een gescheiden berekening van capaciteit voor spoedvervoer en besteld vervoer.*

Uitgangspunten spreiding, keuzes in 2008 en alternatieven

In Tabel 1 zijn de uitgangspunten samengevat. De uitgangspunten en alternatieven van dit schema komen in dit rapport in verschillende modelontwikkelingen terug en zijn daarbij in meer of mindere mate expliciet uitgewerkt. In de conclusies en aanbevelingen van hoofdstuk 9 komen we terug op deze tabel. Dan worden aanbevelingen gedaan voor de alternatieve keuzes voor de uitgangspunten in Tabel 1 (spreiding), Tabel 2 (spoedvervoer) en Tabel 3 (besteld vervoer).

Tabel 1: Uitgangspunten spreiding, keuzes in 2008 en alternatieven.

#	Uitgangspunten spreiding	Keuzes 2008	Alternatieven
<i>Thema A: Doelstelling van het spreidingsmodel</i>			
1	Dekkingsgraad	97%	Van 0% - 100%
2	Geografisch niveau	RAV-regio	– landelijk
			– gemeente
3	Dekkingsgrootheid	Woonlocatie van inwoners	– incidenten
			– verblijfplaats van inwoners
			– geografisch gebied
4	Differentiatie over tijd	Geen differentiatie in tijd, geen dag/nacht onderscheid, geen onderscheid naar seizoenen	– differentiatie van spreiding naar dag en nacht
			– differentiatie naar seizoen, zomer/winter
<i>Thema B: Open RAV-grenzen</i>			
5	Een melding wordt verzorgd vanaf de dichtstbijzijnde standplaats	Ja	Gesloten RAV-grenzen, de melding wordt verzorgd vanaf de dichtstbijzijnde standplaats in de RAV van de melding

Thema C: Bereikbaarheidsnorm A1-urgentie

6	Bereikbaarheidsnorm A1-urgentie	15 minuten	X minuten
7	Meld- en uitruktijd	3 minuten	X minuten
8	Landelijk uniforme hantering	Ja	Regionaal verschillend

Thema D: Bereikbaarheid SEH

9	Toepassing bereikbaarheidsnorm SEH	Nee	Geen toepassing
---	------------------------------------	-----	-----------------

Thema E: Rijtijdenmodel spoedeisende ambulancezorg

10	Geografisch niveau rijtijdenmodel	Vierpositie postcodes	– vijfpositie postcodes – adresniveau
11	Wegenkaart	Specifiek voor ambulances	Reguliere wegenkaart (voor personenauto's)
12	Gehanteerde snelheden	Gemeten bij ambulances met spoed	– gemeten bij reguliere auto's – gemeten bij alle ambulances ongeacht de status
13	Duur van de snelheidsmetingen	Zes weken	– hele jaar – andere periode
14	Spreiding van de snelheidsmetingen	Acht RAV-regio's	Alle RAV-regio's
15	Regio-differentiatie in snelheidsmetingen	Drie regiotypen	– heel Nederland gelijk – RAV-regiospecifiek
16	Differentiatie in snelheidsmetingen naar tijdstip op de dag	Meest behoudend model (spits)	Daggemiddelde

Thema F: Minimum- en maximumvariant

16	Hanteren van simulatie van dynamisch ambulancemanagement (DAM) door middel van een minimum variant	DAM op werkdagen overdag. Alle andere situaties paraatheid vanaf de standplaats	– geen DAM simuleren – DAM simuleren voor andere situaties
17	Maximum variant: locatie standplaatsen bij paraatheid vanaf standplaats	Uitgangspunt 2004 en opplussen per RAV om tot de gewenste dekkingsgraad per RAV te komen	– greenfieldscenario landelijk – greenfieldscenario per RAV – actuele situatie en ophogen naar de gewenste dekkingsgraad
18	Minimum variant: locatie standplaatsen bij dynamisch ambulancemanagement	Greenfieldscenario per RAV	– greenfieldscenario landelijk
19	Meld- en uitruktijd bij DAM	Eén minuut minder dan bij paraatheid vanaf standplaats	– x minuten minder dan bij paraatheid vanaf standplaats

Tabel 2: Uitgangspunten spoedvervoer, keuzes in 2008 en alternatieven.

#	Uitgangspunten spoedvervoer	Keuzes 2008	Alternatieven
<i>Thema G: Faalkansmethode</i>			
1	Faalkans	5%	X%
2	Kansverdeling voor de gelijktijdigheidsstatistieken	Poisson	Een andere discrete verdeling
<i>Thema H: Bezettingsgraad spoedvervoer</i>			
3	Bezettingsgraad in het aantal uren voor de berekening van de capaciteit van het spoedvervoer	100%	X%
<i>Thema I: Dataselectie en parameterdefinities</i>			
4	Basis voor de capaciteitsberekening	De productie spoedritten in 2006	Een ander peiljaar
5	Filters in de selectie	Conform AZN-meetplannen	Een ander filter
6	Totale tijdsduur spoedvervoer	Aantal spoedritten maal de gemiddelde ritduur	Genormeerde totale ritduur aan de hand van een norm ritduur
7	Gehanteerde gemiddelde ritduur van spoedritten	Gemiddelde ritduur bepaald aan de hand van het klokmoment 'einde rit'	Gemiddelde ritduur bepalen aan de hand van aankomst ziekenhuis + x minuten
<i>Thema J: Geografisch niveau van de capaciteitsberekening spoedvervoer</i>			
8	Capaciteitsberekening op geografisch schaalniveau	RAV-regio	– standplaats
9	Eilandbenadering	Voor de Waddeneilanden, Zuid-Hollandse eilanden en Zeeland	– landelijk – geen eilandbenadering
<i>Thema K: Open RAV-grenzen</i>			
10	Een inzet wordt toegewezen aan de dichtstbijzijnde standplaats	Ja	Nee, productie blijft bij de RAV die deze heeft verzorgd in de productiecijfers

Thema L: Tijdsniveau van de capaciteitsberekening spoedvervoer

11	Capaciteitsberekening op basis van de productie over een jaar	Een geheel jaar	– zomer / winter – seizoen – maand
12	Capaciteitsberekening over de dag	Detailtering per blok van 8 uur (dag, avond, nacht)	– uitsplitsing naar tijdsblokken (van 2 uur) – geen uitsplitsing over de dag
13	Capaciteitsberekening per dagsoort	Uitsplitsing naar werkdagen, zaterdag en zon- en feestdagen	– geen uitsplitsing naar dagsoort – andere uitsplitsing

Thema M: Vervoersdifferentiatie

14	Differentiatie in soort ambulance	Geen vervoersdifferentiatie	Onderscheid naar soorten ambulances (zorgambulance, rapid responder)
----	-----------------------------------	-----------------------------	--

Tabel 3: Uitgangspunten besteld vervoer, keuzes in 2008 en alternatieven.

#	Uitgangspunten besteld vervoer	Keuzes 2008	Alternatieven
---	--------------------------------	-------------	---------------

Thema N: Bezettingsgraad besteld vervoer

1	Bezettingsgraad voor de berekening van de capaciteit van het besteld vervoer	66%	X%
---	--	-----	----

Thema O: Dataselectie en parameterdefinities: zie thema I voor het spoedvervoer

Thema P: Geografisch niveau van de capaciteitsberekening besteld vervoer: zie thema J voor het spoedvervoer

Thema Q: Eigen productie

2	Een inzet wordt toegewezen aan de RAV die deze in de productiecijfers heeft verzorgd	Ja	Nee, productie wordt herverdeeld op basis van adres patiënt
---	--	----	---

Thema R: Tijdsniveau van de capaciteitsberekening besteld vervoer: zie thema L voor het spoedvervoer

Thema S: Gebruik restcapaciteit spoedvervoer

3	Gebruik van restcapaciteit van het spoedvervoer in het besteld vervoer?	Ja	Nee
---	---	----	-----

4 Huidige spreiding en beschikbaarheid

Kernbevindingen

Doel

Doel van dit hoofdstuk is te bepalen in hoeverre het referentiekader aansluit bij de praktijk.

Methode

Hiertoe beschrijven we de werkelijke spreiding en paraatheid, met peildatum mei 2012, en vergelijken deze met het referentiekader. In de analyse van de huidige situatie kijken we naar het aantal inzetten in de tijd en hoe dit varieert in de tijd en naar regio. Tot slot kijken we naar een aantal gebieden waar de dekking van het referentiekader niet helemaal aansluit bij de realiteit.

Conclusies

De resultaten van dit hoofdstuk geven aanknopingspunten voor de ontwikkeling van het referentiekader en voor de verschillende modelvarianten in dit rapport.

- De werkelijke spreiding van ambulancestandplaatsen verschilt van het referentiekader. In het referentiekader wordt met 206 standplaatsen voor elke RAV 97% van de inwoners binnen 12 minuten rijtijd bereikt. In werkelijkheid zijn er overdag 225 standplaatsen en wordt niet in elke RAV deze dekking gehaald. 's Nachts zijn er 203 standplaatsen en is de dekking nog iets lager dan overdag.
- Ook de paraatheid is in werkelijkheid anders dan in het referentiekader. Overdag wordt de paraatheid geleidelijk opgebouwd tot een maximale capaciteit om 16.00 uur. Op werkdagen overdag worden ruim 588 ambulances ingezet, inclusief rapid responders en zorgambulances. Op werkdagen tussen 8-16 uur wordt in werkelijkheid in heel Nederland 111 uur meer ambulancezorg geleverd dan dat het referentiekader aangeeft. 's Nachts en in het weekend is de werkelijke paraatheid vrijwel altijd lager dan in het referentiekader. Verder is de indeling van het referentiekader in drie gelijke dagdelen niet terug te zien in de werkelijke paraatheidsroosters.
- Het verschil in paraatheid moet gezien worden in relatie tot de peiljaren waarop de twee grootheden gebaseerd zijn. Het referentiekader is gebaseerd op productiecijfers over 2006. De huidige paraatheid gaat uit van de situatie in mei 2012. Deze paraatheid is enerzijds sinds 2006 toegenomen in verband met de toegenomen productie en de extra middelen uit de beleidsmaatregelen volgend op het referentiekader-2008. Anderzijds zijn er beperkingen omdat niet alle middelen beschikbaar zijn gekomen en er bovendien sinds 2011 een efficiencykorting op de budgetten is geweest. Hierdoor is de relatie van de werkelijke paraatheid met de vraag naar ambulancezorg in 2012 niet helemaal scherp.
- Het referentiekader maakt geen onderscheid in de inzet naar ambulancesoort en paraatheidsvorm. In werkelijkheid zien we differentiatie in paraatheidsvormen en type ambulances. Het aandeel parate dienstsoort varieert van bijna 65% 's nachts tot bijna 91% op werkdagen overdag. Overdag wordt de paraatheid aangevuld met rapid responders en zorgambulances.
- In de gebieden met meer dan 12 minuten rijtijd vanaf een standplaats van het referentiekader vinden jaarlijks gemiddeld ruim 10.000 spoedinzetten plaats. Dit is 1,4% van het totale aantal spoedinzetten in 2011. De gebieden waar het hier om gaat zijn veelal woonkernen net buiten de grens van 12 minuten

rijtijd, maar er zijn ook industriegebieden met een lange rijtijd, tot meer dan 20 minuten (Maasvlakte).

- Overschrijdingen van de 15 minuten responstijd gebeuren vooral in gebieden binnen 12 minuten bereik van standplaatsen in het referentiekader. Dit wijst op onvoldoende capaciteit in relatie tot de gelijktijdigheid van ritten. Omdat de ingezette capaciteit in de realiteit afwijkt van het referentiekader is een directe relatie met de berekende capaciteit van het referentiekader niet zonder meer te leggen. De overschrijdingspercentages zijn het hoogst in gebieden op grote rijtijd van de standplaatsen. Het gaat hier vaak om lage aantallen ritten, maar door de hoge rijtijden mondt een inzet vaak uit in een overschrijding.
- De productiegroei over de periode 2006-2011 is gemiddeld 3,1% per jaar. Dit cijfer is iets hoger dan de gemiddelde groei van de bevolking (0,5% per jaar) en de groei in het aantal ouderen (2,4% per jaar, bevolkingsgroei over de periode 2009-2011) samen. Binnen de productie zijn er verschuivingen. Het aantal besteld vervoerritten is in 2011 gedaald, na een jarenlange positieve groei. Het aantal A2-inzetten neemt met gemiddeld 6% per jaar (fors) toe en ook het aantal EHGV-ritten en loze ritten groeide bovengemiddeld. Geografische analyses laten zien dat deze groeicijfers niet gelijk over Nederland zijn verdeeld. Per gemeente in Nederland varieert het aantal spoedritten van 20 tot meer dan 60 per 1.000 inwoners. De groei van het aantal ritten per gemeente kan voor de meeste gemeenten verklaard worden door veranderingen in de bevolking. Voor 50 gemeenten kan dat niet.

Betekenis voor het referentiekader

- Het feit dat de werkelijke spreiding afwijkt van het referentiekader is voor het referentiekader geen probleem. Dat wordt het wel wanneer hierdoor knelpunten in de ambulancezorg ontstaan. De praktijk is dynamischer dan het referentiekader, met de praktische doelstelling om zoveel mogelijk inzetten binnen 15 minuten responstijd te realiseren.
- De verschillen in spreiding van standplaatsen overdag en 's nachts is gering. Een verfijning van het nieuwe referentiekader naar verschillende spreiding overdag en 's nachts voegt weinig toe.
- Er zijn gebieden waar weinig of geen mensen wonen maar waar wel vraag naar ambulancezorg is, zoals de industriegebieden Maasvlakte en Moerdijk. De focus op inwoners bij de berekening van de spreiding standplaatsen kan leiden tot een slechte dekking van dergelijke gebieden. Aanbevolen wordt om dit op te lossen door de dekking in het referentiekader te baseren op zowel incidenten als inwoners. In het referentiekader kan een doelstelling toegevoegd worden om bovengenoemde probleemgebieden additioneel mee te nemen in de dekking. Deze doelstellingsfunctie wordt dan '... 97% van de inwoners en 97% van de incidenten binnen de normtijd bereikt...'. De kans bestaat dan nog steeds dat een gebied met relatief veel incidenten niet bereikt wordt. Overwogen kan worden om toe te voegen dat gebieden met meer incidenten dan een drempelwaarde, binnen de normtijd bereikt moeten kunnen worden. Dit vraagt om een additionele definitie van een 'probleemgebied'.
- Het feit dat een aantal probleemgebieden in de praktijk wel wordt bereikt is voor het referentiekader geen argument om niets met deze gebieden te doen. In de praktijk worden andere financieringsbronnen ingezet voor deze standplaatsen. Het wegvallen van deze bronnen maakt deze gebieden kwetsbaar. Dit pleit voor een structurele oplossing binnen het referentiekader.
- Er is een verschil in de hoogte van de vraag tussen zomer en winter. Vooral in toeristische kustgebieden zien we een hogere vraag in de zomer vergeleken met de winter. Dit pleit ervoor om een apart capaciteitsmodel voor de zomer en de winter te maken. Dit is een oplossing voor de toeristische gebieden die

- in delen van het jaar een hogere vraag hebben. Het seizoenseffect is een typisch capaciteitsprobleem, niet zozeer een spreidingsprobleem. De dekking is er wel, het is de vraag die in het seizoen varieert. Door verkeersdruk in het toeristisch seizoen kunnen er wel bereikbaarheidsproblemen ontstaan vanwege volle toegangswegen naar de kust. Deels is het ondervangen van deze problemen regionaal maatwerk dat bijvoorbeeld opgelost kan worden met extra uitrukposten. Deels houdt het referentiekader al rekening met deze problemen omdat de lagere ambulancesnelheden zijn meegenomen in het rijtijdenmodel, dat gebaseerd is op metingen in alle regio's in alle perioden van het jaar.
- Om het aantal overschrijdingen terug te dringen kan onderzocht worden in hoeverre overschrijdingen hun oorzaak hebben in capaciteitsproblemen door gelijktijdigheid van inzetten. De resultaten hiervan kunnen aanleiding zijn voor een hogere capaciteit van het referentiekader. Dit kan door de benodigde capaciteit te berekenen vanaf standplaatsen in plaats van RAV, of door in de capaciteitsberekeningen uit te gaan van parameters die gebaseerd zijn op een hoge werkdruk in plaats van een gemiddelde werkdruk. Bij de analyse van de overschrijdingen moet ook worden gezocht naar verklaringen voor de huidige verschillen in prestaties tussen de RAV's, gezien het feit dat alle een capaciteit volgens het referentiekader berekend krijgen.
 - De indeling in drie dagdelen van ieder acht uur in het referentiekader komt niet overeen met de realiteit. Aanbevolen wordt om de dagdelen beter aan te laten sluiten bij de werkelijkheid. Hierbij hoeven de dagdelen ook niet even lang te zijn.
 - In het referentiekader wordt slechts met één type ambulance gewerkt. In werkelijkheid zien we inzet van gedifferentieerd vervoer. Er zijn bepaalde voordelen van gedifferentieerd ambulancevervoer en in de praktijk heeft een aantal RAV's goede ervaringen hiermee. Een capaciteitsmodel voor gedifferentieerd vervoer is op dit moment echter nog niet mogelijk vanwege het ontbreken van essentiële informatie in de ritgegevens om de inzetcriteria toe te passen op de ritgegevens. Hierdoor kan de vraag naar ambulancezorg niet worden toegedeeld naar gedifferentieerde vervoerstypes. Voor het referentiekader is er op dit moment alleen een mogelijkheid om op een meer globale manier gedifferentieerd vervoer mee te nemen door bijvoorbeeld een deel van de benodigde capaciteit als rapid responder of zorgambulance te oormerken. Gezien de verwachte groei in de vraag naar ambulancezorg, vooral in het licht van de toekomstige vergrijzing, en gezien de beperkte financiële middelen, is vervoersdifferentiatie voor de praktijk een mogelijke oplossing om toch tegemoet te komen aan de vraag naar ambulancezorg. Een toekomstig referentiekader zal hiernaar toe moeten groeien.

In dit hoofdstuk gaan we in op de vraag en aanbod van ambulancezorg in Nederland. We doen dat door eerst een vergelijking te maken van de werkelijke spreiding en paraatheid met die van het referentiekader. Vervolgens kijken we verder naar gebieden in Nederland waar het referentiekader minder goed lijkt aan te sluiten bij de praktijk. We sluiten het hoofdstuk af met een analyse van de trends en enkele analyses van de geografische patronen in het gebruik van ambulancezorg.

Voor de vergelijking van het referentiekader met de werkelijke spreiding en beschikbaarheid is in het voorjaar van 2012 een inventarisatie gedaan bij alle RAV's in Nederland. Alle RAV's is gevraagd naar hun spreidingsplan en paraatheidsroosters. De inventarisatie had 100% respons en resulteert in een volledig overzicht van de actuele spreiding en paraatheid met peilmoment mei

2012. Bijlage 4 geeft de details van de locaties van standplaatsen in het referentiekader in werkelijkheid. Voor de andere analyses in dit hoofdstuk is gebruik gemaakt van de rittendatabase van de ambulancezorg welke in opdracht van AZN door het RIVM wordt beheerd. Deze database bevat logistieke informatie van de ambulancezorg in Nederland over de jaren 2006-2011.

4.1 Spreiding

Spreiding in het referentiekader

De oorsprong van de spreiding in het referentiekader stamt uit 2004, toen voor de eerste maal een referentiekader is opgesteld (PVAZ, 2004). Voor het referentiekader-2004 is uitgegaan van de spreiding in 2002 en de resultaten van een aantal analyses van deze spreiding in het onderzoeksrapport *Ambulances binnen bereik* (Kommer et al., 2003). De spreiding van 2002 is voor het referentiekader-2004 op een aantal punten aangepast. In de eerste plaats is een aantal standplaatsen niet in het referentiekader opgenomen. Daarbij is het uitgangspunt gehanteerd dat een stad maximaal twee standplaatsen zou mogen hebben. Ten tweede is een aantal locaties 'verplaatst', of 'geheralloceerd'. Feitelijk is hierbij een aantal werkelijke standplaatsen niet in het referentiekader opgenomen en zijn nieuwe, andere, standplaatsen daarvoor in de plaats gekomen. De standplaatsen die niet in het referentiekader waren opgenomen waren locaties met relatief veel overlap in de dekking. De overlap betrof vooral standplaatsen in steden met een ziekenhuis met een afdeling spoedeisende hulp. Een iteratief proces, waarvan de technische details zijn beschreven in het rapport van het referentiekader-2004 (PVAZ, 2004), resulteerde erin dat 14 standplaatsen verplaatst werden. Na deze 14 herallocaties is de doelstelling gehaald dat op landelijk niveau 95% van de inwoners binnen 13 minuten rijtijd bereikt kon worden. Het referentiekader-2004 had 195 standplaatsen.

Toen in 2008 het referentiekader werd herzien zijn de locaties van het eerste referentiekader overgenomen en zijn standplaatsen toegevoegd om de dekking te verhogen. De locaties voor de toegevoegde standplaatsen waren gebaseerd op de hoogste toegevoegde waarde voor de regionale dekking. Ten opzichte van het referentiekader-2004 is in 2008 de dekkingsgraad verhoogd naar een bereik van 97% van de inwoners per RAV bij 12 minuten rijtijd. Het perspectief veranderde dus van landelijk naar regionaal en er is een minuut minder rijtijd gehanteerd. Na toevoegen van 11 standplaatsen is de doelstelling van het referentiekader-2008 gehaald. Het referentiekader-2008 telde 206 standplaatsen.

De spreiding van standplaatsen in het referentiekader-2008 maakt geen onderscheid tussen de dag- en de nachtsituatie maar hanteert één standplaatsvorm die geldt voor alle tijdsblokken, zowel overdag als 's nachts. Er is dus geen onderscheid naar tijdsblokken of dagdelen.

Voor de capaciteitsberekening is er een 'minimumvariant' die het uitgangspunt van 'dynamisch ambulancemanagement' hanteert. In dit uitgangspunt wordt verondersteld dat paraatheid niet vanaf standplaatsen wordt geleverd maar 'rijdend', of vanaf strategische (uitruk)punten van waaruit kan worden uitgerukt. De uitrukpunten in de minimumvariant worden niet in kaart gebracht en niet gebruikt voor analyses van de dekking.

Werkelijke spreiding

In de praktijk zijn er verschillende soorten standplaatsen, uitrukpunten en locaties van waaruit voorwaardescheppend paraatheid wordt geleverd. In de

meeste gevallen wordt paraatheid vanaf standplaatsen geleverd. Standplaatsen zijn uitgerust met middelen voor ambulancepersoneel en -materieel. Additioneel wordt gebruik gemaakt van uitrukpunten, deze kunnen genoemde voorzieningen hebben maar dit hoeft niet. Uitrukpunten zijn toegevoegd aan de reguliere standplaatsen zodat vanuit deze punten paraatheid geleverd kan worden als de situatie hierom vraagt. Het kan zijn dat bijvoorbeeld in een stedelijk gebied in drukke tijden uitrukpunten gebruikt worden naast de reguliere standplaatsen. Het kan ook zijn dat in een regio uitrukposten worden gehanteerd, afhankelijk van het aantal beschikbare ambulances. Deze uitrukposten lijken dan op voorwaardenscheppende locaties. Het verschil is dat uitrukposten een vaste locatie hebben, eventueel met voorzieningen, terwijl voorwaardenscheppende locaties (in onze definitie) geen voorzieningen hebben. Tot slot zijn er ook 'opkomstplaatsen'. Dit zijn locaties waar de ambulances hun dienst beginnen en eindigen. In sommige gevallen is de opkomstplaats tevens standplaats, maar dit hoeft niet zo te zijn.

Deze dynamische spreiding van standplaatsen en uitrukpunten geldt vooral in de drukke uren van de dag en in drukke, sterk stedelijke, gebieden. Als het minder druk of minder stedelijk is, wordt meer paraatheid vanaf standplaatsen geleverd. Sommige standplaatsen zijn een deel van de dag operationeel en 's nachts gesloten. Soms zijn 's nachts twee standplaatsen samengenomen tot één locatie tussen deze twee in. In de werkelijke spreiding is er dus een verschil tussen de spreiding overdag, 's avonds en 's nachts. De dekking overdag is dan hoger dan 's nachts. Overdag zijn er in werkelijkheid in Nederland 225 standplaatsen en 's nachts zijn dit er 203.

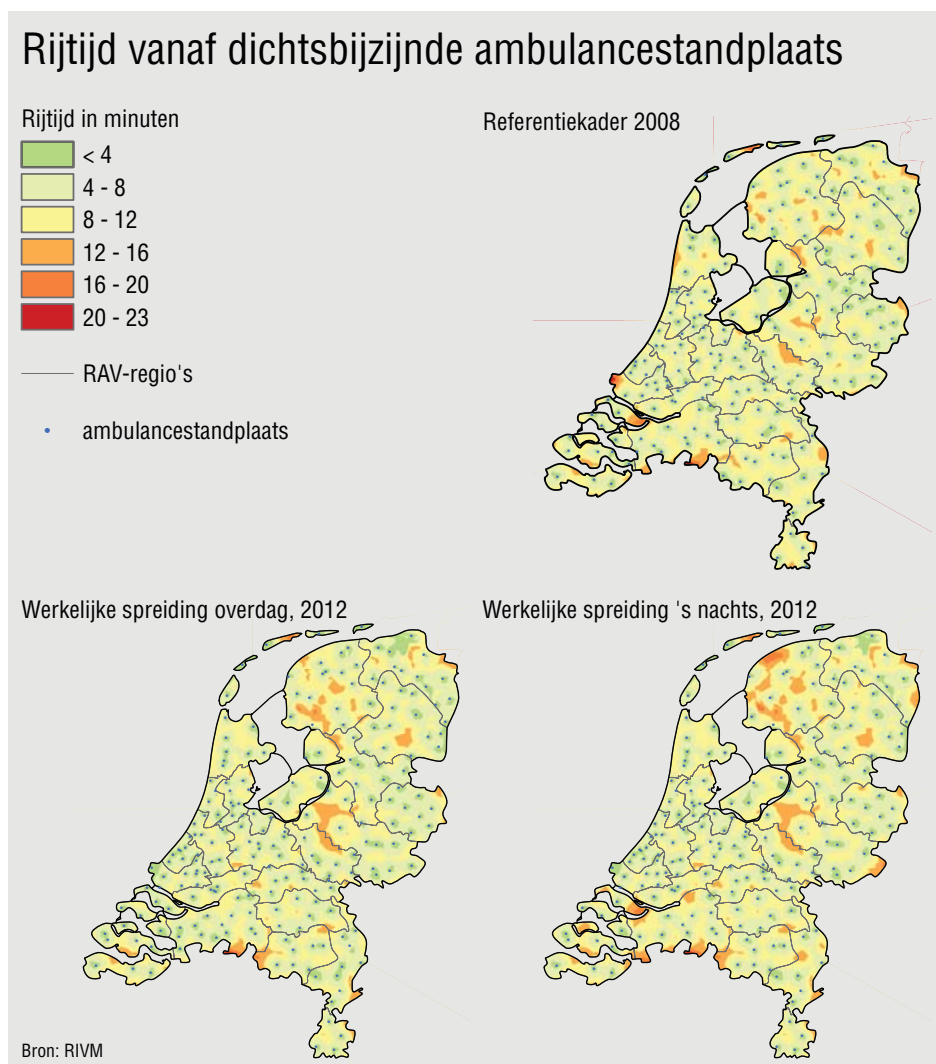
Voor de vaststelling van de werkelijke spreiding hanteren we de volgende uitgangspunten:

1. In veel RAV's, zeker in minder stedelijke gebieden, zijn standplaatsen dag en nacht operationeel, deze zijn meegenomen.
2. In een aantal gevallen is een standplaats een deel van de dag operationeel. De parate uren van deze standplaatsen verschillen tussen regio's. Sommige standplaatsen zijn van 8-17 uur overdag operationeel, anderen van 7-23 uur. Voor de analyses van de spreiding is ervoor gekozen om twee tijdstipmomenten te kiezen. De spreiding overdag is dan die waarop alle dagstandplaatsen operationeel zijn, bijvoorbeeld om 12 uur 's middags, en de spreiding 's nachts geldt voor het moment waarop de nachtelijke situatie geldt, bijvoorbeeld 12 uur 's nachts. Op die manier is het probleem van verschillende paraatheidsuren omzeild. Naast het selectie criterium in punt 1 zijn ook de dagstandplaatsen en de nachtstandplaatsen meegenomen in de inventarisatie.
3. In een aantal regio's zijn veranderingen in de spreiding gaande. Veranderingen in standplaatslocaties zijn meegenomen tot en met mei 2012. Uitzondering hierop is de RAV Zeeland. Omdat in die RAV de spreiding en paraatheid in de periode tot oktober 2012 sterk verandert, is voor deze RAV de situatie van oktober 2012 gehanteerd.
4. Voorwaardenscheppende locaties, ook wel hulpposten of stationeringsplaatsen genoemd, zijn niet meegenomen omdat deze niet tot de reguliere spreiding worden gerekend. Hierop is één uitzondering: locatie Wissenkerke. Deze standplaats wordt in de zomer als standplaats voor een rapid responder gebruikt en daarom gezien als reguliere standplaats. De standplaats Wissenkerke is de enige standplaats die 's zomers een andere paraatheid heeft. Dit is het enige seizoenseffect in de paraatheid. In de praktijk worden voorwaardenscheppende locaties ook

wel uitrukposten genoemd, in dit onderzoek maken we verschil tussen deze twee soorten.

5. Opkomstplaatsen zijn alleen meegenomen als deze ook als standplaats worden gehanteerd.
6. Locaties die in dynamisch ambulancemanagement als standplaats worden gehanteerd, worden wel meegenomen. Wanneer deze als 'steunpunt' of uitrukpunt worden gehanteerd, zijn ze niet meegenomen.

Figuur 3 brengt de spreiding in de drie situaties in beeld. Het bereik van de ambulancezorg is bepaald met het rijtijdenmodel dat ook gebruikt is voor het referentiekader-2008. Het bereik is in Tabel 4 weergegeven als rijtijdenprofiel, het aantal inwoners bereikt binnen een bepaalde rijtijd als percentage van het totale aantal inwoners in Nederland in 2011. In de modellering hanteren we het aantal inwoners naar vierposities postcode, in 2011 waren dat 16,352 miljoen mensen (CBS, 2012). Tabel 5 geeft het aantal inwoners bereikt bij 12 minuten rijtijd per RAV. In het referentiekader is 12 minuten de normrijtijd voor de spreiding.



Figuur 3: Spreiding van standplaatsen van het referentiekader-2008 en de werkelijke spreiding in 2012 overdag en 's nachts; de dekking is doorgerekend met het rijtijdenmodel dat gebruikt is voor het referentiekader-2008.

Tabel 4: Rijtijdprofielen: aantal inwoners in Nederland bereikt binnen bepaalde rijtijd (%).

<i>Rijtijd (minuten)</i>	<i>Referentiekader- 2008</i>	<i>Werkelijke spreiding dag</i>	<i>Werkelijke spreiding nacht</i>
1	8.7	9.6	8.7
2	12.5	13.8	12.8
3	20.8	22.3	21.2
4	33.7	35.2	33.5
5	46.6	47.7	46.1
6	59.5	59.9	57.9
7	70.4	72.1	69.6
8	80.7	82.7	80.4
9	89.0	90.0	88.2
10	94.1	95.0	93.6
11	97.1	97.6	96.5
12	98.9	98.8	98.0
13	99.5	99.4	98.8
14	99.9	99.8	99.5
15	99.9	99.9	99.6
16	100.0	100.0	99.8
17	100.0	100.0	99.9
18	100.0	100.0	99.9
19	100.0	100.0	100.0
20	100.0	100.0	100.0

Noten: (1) De cijfers in blauw geven aan dat het profiel een hoger aantal inwoners bereikt dan het referentiekader, bij een cijfer in rood is dit een lager aantal.

(2) Het rijtijdprofiel van het referentiekader-2008 is gebaseerd op inwoneraantallen uit 2008, het profiel van de werkelijke spreiding is op basis van inwoners uit 2011.

De cijfers van Tabel 4 laten zien dat overdag tot 12 minuten rijtijd, de werkelijke dekking hoger is dan in het referentiekader. Dit wijst erop dat de dekking zich in werkelijkheid meer richt op dichtbevolkte gebieden dan het referentiekader. Mogelijk is er een relatie met de prestatie-indicator van de ambulancezorg, namelijk om maximaal 5% overschrijdingen van de 15 minuten responstijd voor spoedritten met A1-urgentie te realiseren. De incidenten die hiervoor meetellen, doen zich voornamelijk voor in dichtbevolkt gebied en het aantal incidenten overdag is groter dan 's nachts. Mogelijk dat RAV's hierop anticiperen door overdag een spreiding te realiseren met een hoog bereik tot 12 minuten rijtijd. In de nachtelijke uren is de vraag naar ambulancezorg lager dan overdag, met als gevolg dat de dekking minder is dan overdag.

Het bereik bij 12 minuten rijtijd in Tabel 4 is in Tabel 5 uitgewerkt per RAV. Overdag zijn er twee RAV's met een lagere dekking dan 97%. 's Nachts loopt dit aantal op naar vier. We constateren dat niet alle RAV's de dekking realiseren die het referentiekader aangeeft; zowel 's nachts als overdag is de dekking lager. Daarnaast wordt in sommige RAV's paraatheid aan de nacht onttrokken en overdag ingezet, waarbij de dekking in de nacht onder het niveau van het referentiekader komt. Een reden voor het achterblijven van de werkelijke spreiding ten opzichte van het referentiekader is dat de middelen die hiervoor beschikbaar zijn gesteld nog niet besteed konden worden, waardoor standplaatsen nog niet gerealiseerd zijn.¹

¹ Dit zijn de middelen uit het vorige Spreiding en Beschikbaarheidskader, voortvloeiend uit het referentiekader-2008.

Tabel 5: Percentage inwoners bereikt bij 12 minuten rijtijd.

RAV nr.	RAV-naam	Referentiekader- 2008	Werkelijke spreiding dag	Werkelijke spreiding nacht
1	Groningen	99.1	99.2	97.1
2	Friesland	98.0	95.7	90.0
3	Drenthe	97.9	98.9	97.4
4	IJsselland	97.9	97.9	97.9
5	Twente	99.8	99.2	97.8
6	Noordoost-Gelderland	97.3	97.5	95.5
7	Gelderland-Midden	99.0	99.4	99.4
8	Gelderland-Zuid	98.6	96.1	96.1
9	Utrecht	99.9	98.9	98.9
10	Noord-Holland-Noord	98.7	100.0	100.0
11	Amsterdam/Waterland	99.8	99.8	99.8
12	Kennemerland	100.0	100.0	100.0
14	Gooi- en Vechtstreek	99.1	100.0	100.0
15	Haaglanden	100.0	100.0	100.0
16	Hollands Midden	99.9	99.9	99.9
17	Rotterdam-Rijnmond	99.2	100.0	98.7
18	Zuid-Holland-Zuid	98.2	100.0	98.9
19	Zeeland	97.1	98.5	97.5
20	Midden- en West-Brabant	98.2	98.4	95.5
21	Brabant-Noord	99.7	98.9	98.9
22	Brabant-Zuidoost	98.1	97.3	97.2
23	Limburg-Noord	98.0	97.7	97.3
24	Zuid-Limburg	97.7	97.6	97.6
25	Flevoland	100.0	98.5	98.5
Nederland		98.9	98.8	98.0

Noten: (1) De cijfers in blauw geven aan dat het profiel een hoger aantal inwoners bereikt dan het referentiekader, bij een cijfer in rood is dit een lager aantal.

(2) Het rijtijdprofiel van het referentiekader-2008 is gebaseerd op inwoneraantallen uit 2008, het profiel van de werkelijke spreiding is op basis van inwoners uit 2011.

Bereikbaarheid van afdelingen spoedeisende hulp

De bereikbaarheid van afdelingen spoedeisende hulp (SEH's) van ziekenhuizen is vastgelegd in de WTZi. Hierbij is bepaald dat iedere inwoners in principe binnen 45 minuten naar een SEH moet kunnen worden vervoerd. Deze bereikbaarheid wordt doorgerekend met een model dat ook uitgaat van de spreiding van ambulancestandplaatsen. Het model is beschreven in de laatste analyse van de bereikbaarheid van SEH's, uitgevoerd door het RIVM in opdracht van het ministerie van VWS (RIVM, 2011). We noemen dit model het 'SEH-bereikbaarheidsmodel'.

Voor dit onderzoek is een nieuwe analyse gedaan, uitgaande van de spreiding van het referentiekader-2008. Het aantal SEH's is conform de eerder genoemde 'gevoelige ziekenhuizen'-analyse. Een verschil met de analyse uit 2011 is dat in 2011 is uitgegaan van 196 standplaatsen met volledige paraatheid. In een extra analyse zijn daar toen 27 uitrukposten aan toegevoegd. Dit is een ander aantal standplaatsen dan het referentiekader. Bovendien zijn de locaties van een aantal standplaatsen verschillend.

Uitgaande van de 206 standplaatsen van het referentiekader-2008 en de 99 SEH's uit de 2011-analyse kunnen volgens het bereikbaarheidsmodel van de SEH's 43.200 inwoners van Nederland, ongeveer 0,3% van de bevolking, niet binnen 45 minuten naar de dichtstbijzijnde SEH worden vervoerd. Wanneer we uitgaan van de werkelijke spreiding in de dagperiode is dit aantal iets lager, namelijk 37.800. Deze cijfers zijn berekend met gebruik van het rijtijdenmodel van het referentiekader-2008 en CBS-bevolkingscijfers van 1 januari 2011. Gebruik van een ander rijtijdenmodel kan leiden tot andere resultaten.

Protocol voor toetsing van de SEH-bereikbaarheid

Als de bereikbaarheid van SEH's als uitgangspunt in het referentiekader wordt opgenomen is een nulsituatie nodig. Deze wordt gebruikt om te bepalen of een sluiting van een SEH gevolgen heeft voor de bereikbaarheid van de SEH's. De nulsituatie hangt af van drie factoren:

1. de spreiding van SEH's;
2. de spreiding van standplaatsen; en
3. het gehanteerde rijtijdenmodel.

Voor de inwoneraantallen gaan we uit van de cijfers van het CBS van een gekozen peiljaar. In het voorbeeld hiervoor is een nulsituatie doorgerekend uitgaande van 99 SEH's in 2011 en de standplaatsen en de spreiding en rijtijdenmodel van het referentiekader-2008. In 2011 zijn er 43.200 inwoners buiten de 45 minuten bereikbaarheid van een SEH.

Voor toekomstige ontwikkelingen is een protocol nodig om te toetsen of een sluiting van een SEH gevolgen heeft voor het referentiekader. Dit protocol is als volgt.

Protocol voor de bereikbaarheid SEH in het referentiekader

1. Reken de bereikbaarheid door zonder de betreffende SEH; er wordt gesimuleerd dat deze gesloten is.
2. Als het aantal inwoners dat niet binnen 45 minuten naar een SEH kan worden vervoerd, niet hoger is dan in de nulsituatie, hoeft het referentiekader niet te worden aangepast.
3. Als dit aantal wel hoger is, moet onderzocht worden of deze inwoners met een extra standplaats wel binnen 45 minuten een SEH kunnen bereiken.
- 3a. Als dit mogelijk is, moet een optimale locatie voor deze standplaats worden bepaald. Deze standplaats moet aan het referentiekader worden toegevoegd en het referentiekader moet opnieuw worden doorgerekend.
- 3b. Als dit niet mogelijk is, leidt de sluiting van de SEH tot een hoger aantal inwoners buiten de SEH-bereikbaarheidsnorm. Het beleid kan ervoor kiezen de SEH open te houden.

4.2 Paraatheid

Deze paragraaf geeft een vergelijking van de paraatheid van het referentiekader-2008 en de werkelijke paraatheid.

Paraatheid in het referentiekader

Het referentiekader geeft per RAV het aantal benodigde ambulances. Dit aantal is gespecificeerd naar dagsoort (werkdagen, zaterdagen en zondagen), en naar periodes van 8 uur (0-8 uur 8-16 uur en 16-24 uur). Het referentiekader maakt geen onderscheid in dienstsoort (parate dienst, aanwezigheidsdienst of piket dienst) noch naar soort ambulance (zoals reguliere ambulance met vervoer, rapid responder, zorgambulance). In de bekostigingssystematiek, die op het referentiekader voortbouwt, worden wel aannames gedaan over dienstsoorten. Het referentiekader-2008 is gebaseerd op productiecijfers over het jaar 2006.

Paraatheid in werkelijkheid

In werkelijkheid worden verschillende soorten paraatheid geleverd en zijn er verschillende soorten ambulances. De paraatheidsroosters van de RAV's geven per dagsoort en uur van de dag het aantal ambulances naar soort en soort paraatheid. De roosters van sommige regio's zijn gegeven in blokken van een halfuur over de dag, daarom is dit als laagste niveau gehanteerd. In de roosters zijn verder de volgende kenmerken beschikbaar:

- ambulancesoort: reguliere ambulance met vervoer, rapid responder, zorgambulance;
- paraatheidsvorm: paraat of aanwezigheidsdienst;
- dagsoort: werkdagen, zaterdagen en zondagen.

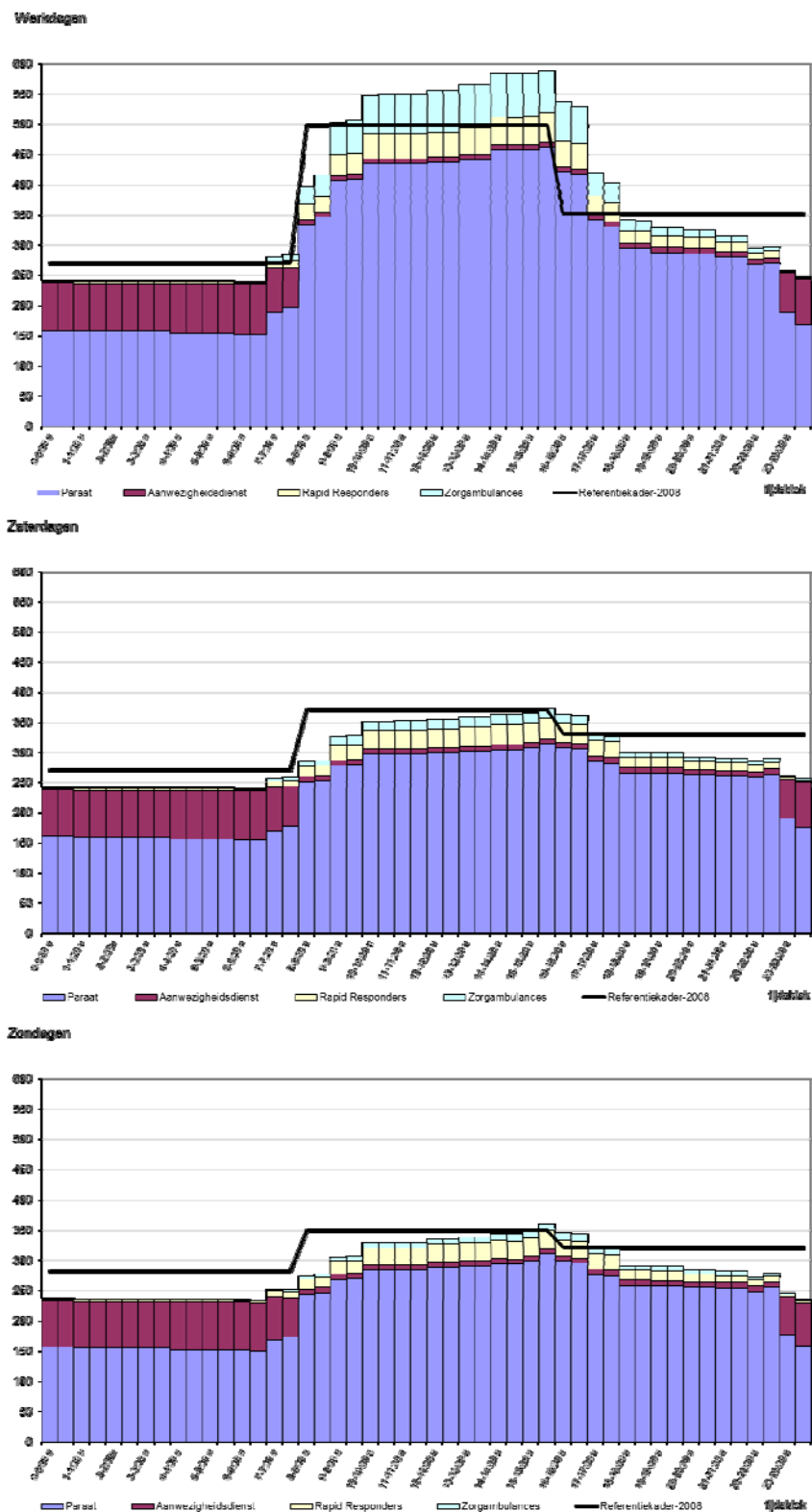
Daarnaast zijn ook gegevens beschikbaar van een aantal uitzonderlijke paraatheidsvormen. Deze zijn buiten het overzicht en de vergelijking gehouden. Het gaat om de volgende bijzondere vormen:

- Piketdienst. Er is één ambulance in piketdienst op werkdagen in de avond- en nachturen en het gehele weekend. Deze heeft weliswaar een achterwachtfunctie, maar valt wel binnen de reguliere paraatheid.
- Mobiele intensive care units (MICU's). RAV's gaan verschillend om met de inzet van MICU's. In Gelderland-Zuid en IJsselland wordt de MICU ingezet in de reguliere paraatheid. In alle andere regio's is de MICU niet opgenomen in de reguliere paraatheid.
- De ambulance die door RAV Rotterdam-Rijnmond 24 uur per dag 7 dagen per week op de Maasvlakte wordt ingezet valt buiten de reguliere paraatheid.
- Fietsambulances en diensten voor acute thuiszorg vallen buiten de reguliere paraatheid.

De werkelijke paraatheid beschrijft de situatie in mei 2012. Deze paraatheid is gebaseerd op de paraatheid in het verleden en kan zijn bijgesteld in verband met de groei in het aantal inzetten in de periode 2006-2011. Ruimte hiervoor is gegeven in extra middelen voortkomend uit het referentiekader-2008, al zijn deze middelen niet voor alle RAV's uitgegeven. Het beschikbare budget is voor de RAV een kader waarbinnen de paraatheid samengesteld wordt. Dit budget is bevroren op de productieafspraken uit 2010 en is voor de periode 2011 tot en met 2013 niet verhoogd op grond van een hogere productie. Daarnaast is het referentiekader-2008 gebaseerd op de ritgegevens over het jaar 2006. Of de werkelijke paraatheid aansluit bij de vraag naar ambulancezorg in 2012 is niet met zekerheid vast te stellen.

Figuur 4 geeft een overzicht van de werkelijke paraatheid op landelijk niveau, in vergelijking met het referentiekader. We zien dat in werkelijkheid op werkdagen overdag meer paraatheid wordt geleverd dan in het referentiekader. De hogere paraatheid wordt geleverd met andere soorten ambulances dan de reguliere vervoersambulances (rapid responders, zorgambulances). Op zaterdag en zondag is op de meeste uren de geleverde paraatheid iets lager dan het referentiekader, 's nachts is de paraatheid altijd lager dan het referentiekader. Wat opvalt, is dat de werkelijke paraatheid meer genuanceerd is dan het referentiekader. In blokken van halve uren groeit overdag de paraatheid tot een maximum rond 16.00 uur in de middag. In de avonden neemt deze weer af om 's nachts tot een constant niveau te komen. Het aandeel parate dienstsoort varieert van bijna 65% 's nachts tot bijna 91% op werkdagen overdag. Overdag wordt de paraatheid gedeeltelijk ingevuld met rapid responders en zorgambulances.

De verschillen kunnen ook uitgedrukt worden in het totale aantal geleverde uren paraatheid. Op werkdagen wordt in werkelijkheid 111 uren meer paraatheid geleverd dan het referentiekader aangeeft. Dit komt overeen met 1,3% meer uren paraatheid. Op zaterdag wordt per dag 659 uren (8,5%) minder paraatheid geleverd en op zondag 776 uren (10,2%) minder dan in het referentiekader. Gelet op het feit dat een deel van de paraatheid geleverd wordt door rapid responders, die niet in het referentiekader zijn opgenomen, kan gesteld worden dat de werkelijk geleverde paraatheid achterblijft ten opzichte van het referentiekader.



Figuur 4: Aantal ambulances en paraatheidsvorm van het referentiekader en de werkelijke paraatheid op werkdagen (boven), zaterdagen (midden) en zondagen (onder).

4.3 Bijzondere gebieden

In de voorgaande twee paragrafen zagen we dat de spreiding en paraatheid in werkelijkheid afwijkt van die van het referentiekader. In deze paragraaf bekijken we deze verschillen vanuit een geografisch perspectief. Ons doel is om na te gaan of deze verschillen een probleem vormen voor de ambulancezorg. Deze analyse heeft twee invalshoeken. De eerste is die van de vraag naar ambulancezorg. Kort gezegd kijken we naar het aantal incidenten in de verschilgebieden. De tweede invalshoek is van het aanbod van ambulancezorg. We kijken of in de verschilgebieden hoge rijtijden en hoge aantallen overschrijdingen voorkomen. Uiteindelijk willen we probleemgebieden identificeren die mogelijk gevolgen voor het referentiekader kunnen hebben.

Aantal spoedritten per 1.000 inwoners

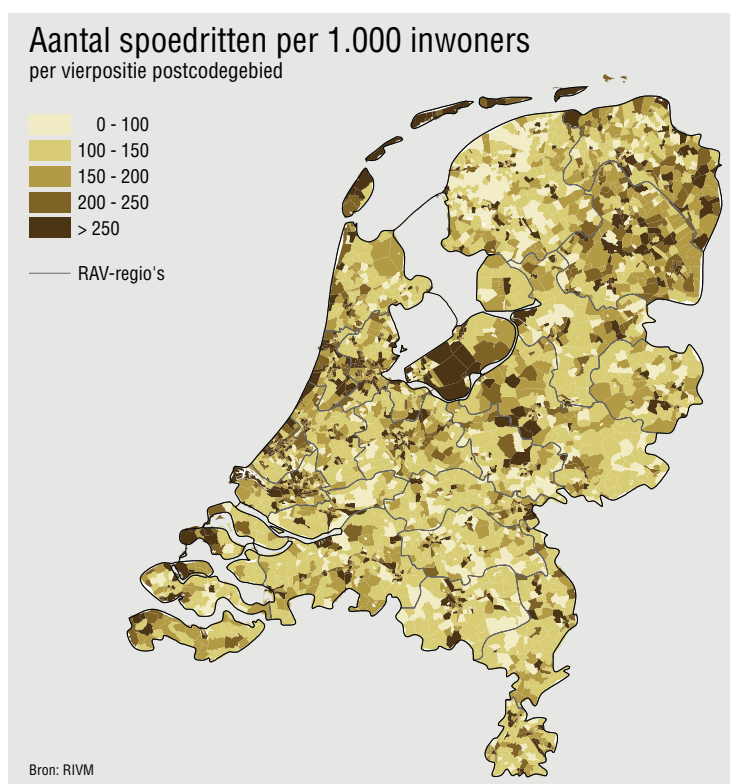
Het spreidingsmodel van het huidige referentiekader gaat uit van de dekking op het aantal inwoners per vierposities postcode. Dit zijn de woonadressen van de inwoners van Nederland. Deze gebieden hoeven niet noodzakelijkerwijs overeen te komen met de gebieden waar incidenten zich voordoen. Incidenten vinden plaats op locaties waar menselijke bewegingen zijn, en dat is niet altijd het huisadres. Mensen verlaten het huis voor tal van activiteiten, bijvoorbeeld om te gaan werken, te winkelen en om te recreëren. Dat betekent dat ook industrie-, winkel- en recreatiegebieden, met weinig of geen inwoners, een vraag naar spoedeisende ambulancezorg kunnen hebben.

Het baseren van dekking van de ambulancezorg op inwonersaantallen sluit dus niet volledig aan bij de feitelijke doelstelling van de ambulancezorg. Die is immers een zo goed mogelijke respons op de vraag naar ambulancezorg. Voor spoedvervoer is een korte responstijd een van de doelstellingen. Bij de ontwikkeling van het vorige referentiekader is op RAV-niveau een vergelijking gemaakt tussen deze twee benaderingen (Kommer en Zwakhals, 2008). Toen is berekend hoeveel inwoners en hoeveel incidenten door de spreiding van het referentiekader binnen 12 minuten rijtijd bereikt werden. De vergelijking wees uit dat in 4 RAV's de dekking op inwoners lager was dan die op incidenten. Voor de overige 21 RAV's was de dekking op inwoners hoger dan op incidenten. Er is toen niet verder gekeken naar de precieze locaties van de verschillen. Dat doen we nu wel.

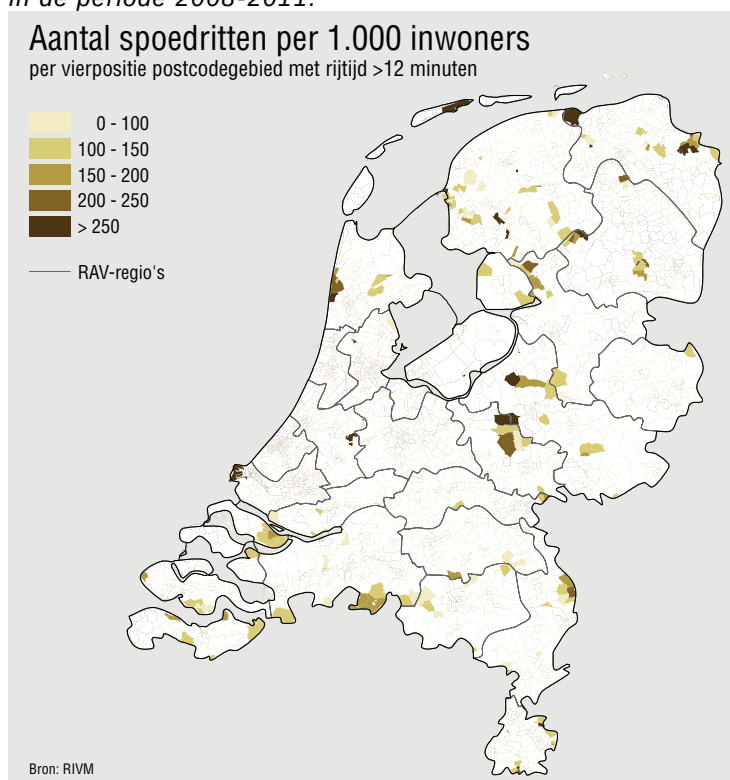
Hiertoe kijken we eerst naar het aantal spoedritten per vierposities postcodegebied, zie Figuur 5. Deze kaart toont het gemiddelde aantal spoedritten per 1.000 inwoners over de periode 2008-2011. Er zijn enkele opvallende gebieden met een hoog aantal spoedritten: langs de Noordzeekust, de Waddeneilanden, zuidelijk Flevoland, de Veluwe en het Drents-Groningse gebied. Hier is een hoog gebruik van spoedeisende ambulancezorg in vergelijking met het aantal inwoners in deze gebieden. Een verklaring hiervoor wordt in paragraaf 4.4 gegeven. Het beeld van deze kaart wordt voor een deel bepaald door gebieden met een laag aantal inwoners, zoals de grote postcodegebieden in zuidelijk Flevoland. Om goed te kunnen bepalen of deze gebieden echte probleemgebieden zijn, moet er ook naar het absolute aantal incidenten gekeken worden. Voordat we dat doen, kijken we naar de relatie met de bereikbaarheid van het referentiekader.

De spreiding van het referentiekader is gegeven in Figuur 3. Van deze kaart selecteren we de gebieden met een rijtijd hoger dan 12 minuten en leggen die als filter over Figuur 5. Het resultaat is gegeven in Figuur 6. Het gebied dat

buiten bereik van de spreiding van het referentiekader ligt omvat 185 postcodegebieden met bijna 294.000 inwoners in 2011 en in totaal ruim 40.400 spoedritten in de periode 2008-2011. Dat is ruim 10.100 spoedritten per jaar. Een groot aantal van deze spoedritten ligt net buiten bereik van 12 minuten vanaf een standplaats van het referentiekader. Ongeveer 58% van deze spoedritten vond plaats in een postcodegebied op 13 minuten rijtijd vanaf de dichtstbijzijnde standplaats in het referentiekader, bijna 90% van deze ritten valt binnen 14 minuten rijtijd.



Figuur 5: Gemiddeld aantal speedritten per 1.000 inwoners per postcodegebied in de periode 2008-2011.



Figuur 6: Gemiddeld aantal speedritten per 1.000 inwoners per postcodegebied in de periode 2008-2011 voor de gebieden waarvoor de rijtijd vanaf standplaatsen in het referentiekader hoger is dan 12 minuten.

Tabel 6: Plaatsen met gemiddeld meer dan 100 spoedritten per jaar met meer dan 12 minuten rijtijd vanaf een standplaats van het referentiekader-2008.

Nr.	Plaatsnaam	Gemeente	Gemiddeld aantal spoedritten per jaar	Rijtijd (minuten)
1	Kerkrade	Kerkrade	391	12,5 ⁽¹⁾
2	Landgraaf	Landgraaf	390	12,3
3	Eelde	Tynaarlo	340	12,7
4	Sint-Oedenrode	Sint-Oedenrode	291	12,0
5	Schoorl	Bergen (NH)	271	12,7
6	Baarle-Nassau	Baarle-Nassau	267	15,9
7	Olst	Olst-Wijhe	264	13,5
8	Dinxperlo	Aalten	250	12,7
9	Puttershoek	Binnenmaas	239	12,9
10	Hengelo (Gld)	Bronckhorst	232	12,7
11	Millingen aan de Rijn	Millingen aan de Rijn	224	14,3
12	Brunssum	Brunssum	208	12,5
13	Ossendrecht	Woensdrecht	196	12,5
14	Huizen	Huizen	183	12,7 ⁽¹⁾
15	Vollenhove	Steenwijkerland	179	12,0
16	Oude-Tonge	Oostflakkee	171	14,1
17	Schinveld	Onderbanken	160	13,3
18	Obdam	Koggenland	145	12,3
19	Maasvlakte Rotterdam	Rotterdam	144	21,1
20	Oost West en Middelbeers	Oirschot	135	13,2
21	Arcen	Venlo	135	14,1
22	Putte	Woensdrecht	128	13,5
23	Otterlo	Ede	127	12,6
24	Emst	Epe	125	13,4
25	Alphen (NB)	Alphen-Chaam	117	14,0
26	Aalden	Coevorden	115	12,1
27	Makkum (Fr)	Súdwest Fryslân	114	13,5
28	Harskamp	Ede	110	13,8
29	Spanbroek	Opmeer	109	12,3
30	Breugel	Son en Breugel	108	12,7
31	Hoogwoud	Opmeer	105	12,3
32	Westkapelle	Veere	103	13,1

Noot (1): De rijtijd is de gemiddelde rijtijd over twee postcodegebieden.

De gebieden die hier buiten bereik (meer dan 12 minuten rijtijd) van de spreiding van het referentiekader liggen, zijn in Tabel 6 gegroepeerd naar plaatsnaam. Dit overzicht geeft de plaatsen met gemiddeld meer dan 100 spoedritten per jaar in de periode 2008-2011. In bijna alle gevallen gaat het per plaatsnaam om één postcodegebied dat buiten bereik ligt en een hoog aantal spoedritten heeft. Uitzonderingen hierop zijn Kerkrade en Huizen, daar betreft het twee postcodegebieden. De meeste gebieden hebben een rijtijd tussen 12 en 15 minuten, en liggen daarmee net buiten het bereik van het referentiekader. Uitzondering hierop is de Maasvlakte in Rotterdam. Dit gebied heeft met 21 minuten rijtijd een veel groter bereikbaarheidsprobleem dan de overige plaatsen. In de praktijk heeft de RAV Rotterdam-Rijnmond een ambulance op de Maasvlakte gestationeerd, maar omdat die buiten de reguliere paraatheid valt, is deze niet in onze analyses meegenomen.

De gebieden in Figuur 6 met een hoge rijtijd vanaf een standplaats van het referentiekader hebben twee gevolgen voor het referentiekader. Ten eerste

moet worden overwogen om de doelstelling van de spreiding van het referentiekader te wijzigen en meer te laten aansluiten bij gebieden waar de incidenten plaatsvinden. Ten tweede moet worden gezocht naar mogelijkheden om gebieden die net buiten bereik liggen toch binnen bereik te krijgen. Mogelijkheden hiervoor liggen op het gebied van een andere spreiding van standplaatsen en ambulances.

Gemiddelde rijtijden A1-inzetten

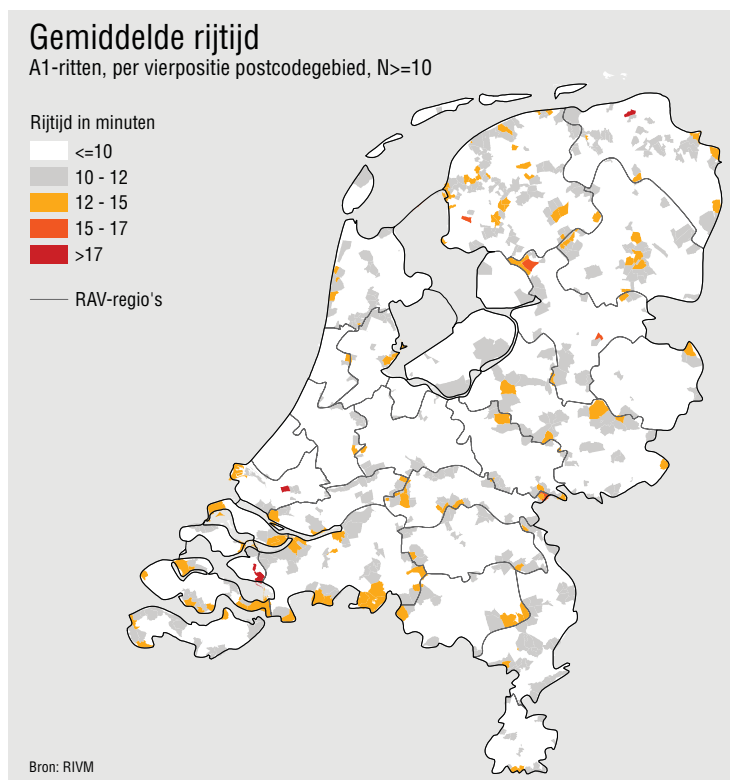
Als we kijken naar de uitvoering van de ambulancezorg en we willen probleemgebieden definiëren vanuit die invalshoek, is een logische definitie van een probleemgebied de volgende: *een probleemgebied heeft veel lange rijtijden en een groot aantal overschrijdingen*. We brengen in een eerste stap de gemiddelde rijtijden voor het A1-vervoer in beeld. Hiertoe zijn alle A1-inzetten in de periode 2009-2011 geselecteerd. Het jaar 2008 is uit de analyse gelaten omdat de postcodes van het incident ('afhaaladres') in dat jaar niet voldoende gevalideerd konden worden. Van de selectie van ritten zijn vervolgens alleen ritten geanalyseerd met een valide rijtijd, conform de meetplannen van AZN die ook worden toegepast in de sectorrapporten *Ambulances in-zicht*. Als laatste stap zijn alleen die gebieden geselecteerd waar meer dan tien ritten zijn uitgevoerd in de periode 2009-2011. We kijken hier naar de rijtijd, zonder meld- en uitruktijd.

Figuur 7 toont de gemiddelde rijtijden voor A1-urgentie. In de oranjegebieden is de gemiddelde rijtijd boven de 12 minuten. Deze gebieden liggen veelal langs de Nederlandse grens, langs de kust of op de grens van RAV-regio's. Er zijn echter ook enkele gebieden die in het midden van een RAV-regio liggen. De grijze gebieden zijn risicogebieden, omdat de gemiddelde rijtijd hier tussen 10 en 12 minuten is. In de uitvoering van de ambulancezorg zijn dit risicovolle gebieden omdat een verlengde meld- of uitruktijd voldoende is om een overschrijding te hebben. In Figuur 7 is geen rekening gehouden met assistentie vanuit de buurlanden België en Duitsland. De inzetten vanuit deze landen zijn niet beschikbaar in de ritgegevens die in de kaart zijn gebruikt. Omdat deze informatie ontbreekt, is niet te zeggen welk effect deze buitenlandse inzetten hebben op de gemiddelde rijtijd. Een buitenlandse ambulance kan ingezet worden als er geen Nederlandse ambulance beschikbaar is en de buitenlandse ambulance een kortere responstijd heeft dan een Nederlandse. Maar het effect op de gemiddelde rijtijd in de grensgebieden waar deze inzetten plaatsvinden, hangt af van het aantal inzetten in de betreffende periode.

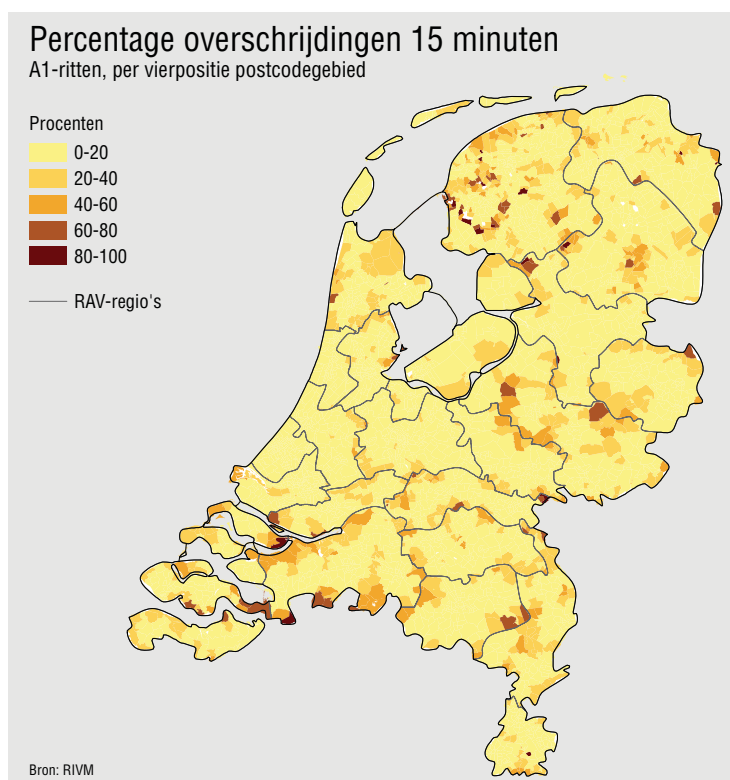
Figuur 8 laat het percentage overschrijdingen van de 15-minuten responstijd zien per vierposities postcode. Een groot aantal overschrijdingen vindt plaats binnen het gebied dat binnen 12 minuten kan worden bereikt vanaf een standplaats. Mogelijke oorzaken van deze overschrijdingen liggen in een tekort aan capaciteit of in lange meld- en/of uitruktijden. Capaciteitsproblemen komen voort uit een onjuiste afstemming van capaciteit op de gelijktijdigheid van ritten.

Betekenis voor het referentiekader

Voor het referentiekader betekent dit dat onderzocht moet worden of de capaciteitsberekeningen voor spoedritten beter kan aansluiten bij de vraag. Nu zijn deze capaciteitsberekeningen op RAV-niveau. Het uitvoeren van capaciteitsberekeningen op het niveau van standplaatsen zou mogelijk het referentiekader wat dit betreft kunnen verbeteren. De gevolgen hiervan op de benodigde capaciteit zijn echter in dit onderzoek niet onderzocht.



Figuur 7: Gemiddelde rijtijden per postcodegebied in de periode 2009-2011.



Figuur 8: Percentage overschrijdingen van A1-ritten per postcodegebied in de periode 2009-2011.

4.4 Trends in de vraag over de jaren

Deze paragraaf beschrijft de productie van de ambulancezorg naar tijd en plaats. Bij productie gaat het met om het aantal uitgevoerde ritten. Na een globaal overzicht van de productie over de periode 2006-2011 en de groeicijfers naar verschillende kenmerken kijken we naar enkele geografische verschillen in de productie en de groei ervan. We onderzoeken of de lokale productiegroei samenhangt met de bevolkingsgroei of vergrijzing. Tot slot keren we terug naar de productie in de tijd en kijken we naar de dagelijkse variaties in de vraag naar ambulancezorg.

4.4.1 Productiecijfers 2006-2011

Sinds 2007 verzorgt de sectororganisatie AZN de jaarlijkse rapportages *Ambulances in-zicht* waarin een overzicht van de productie, prestaties en de kwaliteit van de Nederlandse ambulancezorg wordt gegeven. Cijfers over de jaren 2006-2011 zijn in Tabel 7 samengevat samen met de groeicijfers over deze jaren.

Sinds 2006 is de kwaliteit van de logistieke ritgegevens die het RIVM in opdracht van AZN verzamelt en bewerkt elk jaar verbeterd. De cijfers over de eerste jaren zijn echter minder hard dan de cijfers over de laatste jaren. Dit verklaart de onstuimige groei van ruim 20% in EH/geen vervoer en loze ritten in 2007. Deze cijfers hebben ook effect op de gemiddelde groei over langere periode. Desondanks constateren we dat de groei van het aantal EH/geen vervoer en loze ritten veel hoger is dan in het declarabel vervoer. In de periode 2006-2011 is de groei van A2-inzetten twee maal zo groot als de groei in A1-inzetten. De gemiddelde groei van 6,2% per jaar in het aantal A2-inzetten over de periode 2006-2011 is heel hoog, in vergelijking met de andere urgentieklassen. De groei in besteld vervoer is de laatste jaren sterk afgenomen. De gematigde groei in 2010 is in 2011 omgeslagen naar een krimp in het aantal B-inzetten.

De hoge groei in het spoedvervoer in de ambulancezorg is geen specifiek Nederlands fenomeen maar wordt in meer Westerse landen gerapporteerd (Bakker et al., 2010). De stijgende trend in de vraag naar spoedeisende zorg is niet alleen zichtbaar bij de ambulancezorg, maar ziet men ook terug in het gebruik van afdelingen spoedeisende hulp en huisartsenposten.

De achtergronden van deze groeicijfers zijn divers. Op macroniveau zijn demografie, welvaart en medische technologie belangrijke factoren in de volumegroei van de zorg (Kommer et al., 2010). Voor de ambulancezorg is helder dat demografie een belangrijke factor is. Een groeiende bevolking leidt tot een groeiende vraag naar ambulancezorg. Een vergrijzende bevolking geeft ook een sterkere groei omdat ouderen meer ambulancezorg gebruiken dan jongeren. Het effect van medische technologie en welvaart op de volumegroei van de ambulancezorg is vermoedelijk gering. Deze factoren zijn belangrijker in de groei van de ziekenhuiszorg en langdurige zorg.

Op microniveau zijn er andere factoren in de volumegroei van de zorg. Daar spelen sociaal-culturele factoren en maatschappelijke ontwikkelingen een rol. Voor de volumegroei van de ambulancezorg speelt het vraaggedrag van de burger een rol. Immers, wordt de ambulancezorg aangevraagd via een melding op de meldkamer ambulancezorg. In het vraaggedrag van de burger speelt mee dat deze zich meer bewust is van het nut van een 112-melding. De afgelopen jaren zijn er campagnes geweest die de burger oproepen tijdig 112 te bellen bij vermoeden van een ernstig incident zoals een beroerte of een hartaanval. Dit

zou een deel van de groei van de A1-inzetten verklaren. Daarnaast is er tegenwoordig een lagere drempel dan vroeger om een ambulance-inzet te vragen. Bakker et al. (2010) noemt een veranderende mentaliteit bij de burgers als een van de factoren in de groei van de EHTP-inzetten. Deze verandering houdt in dat de burger meer dan vroeger redeneert vanuit het principe dat hij 'recht op zorg' heeft. Dit leidt niet alleen tot een hoger zorggebruik, maar ook tot stijging van het oneigenlijke zorggebruik. Voor niet-spoedeisende klachten wordt steeds meer een beroep gedaan op de spoedeisende zorg. Achtergrond bij dit gedrag is het feit dat de burger niet goed weet bij welk loket van de zorg welke klacht gemeld moet worden. Burgers kunnen gemakkelijk 112 bellen omdat de beschikbaarheid van mobiele telefonie groeiend is en men meer bekend is met 112 als noodhulplijn. Het 112-noodnummer wordt dan een vanzelfsprekend loket voor en zorgvraag.

Naast het burgergedrag is er ook het gedrag van de triagist op de meldkamer dat effect heeft op de groei van het aantal spoedinzetten. Bakker et al. (2010) concluderen dat een onvolledige wijze van uitvragen en indiceren door de centralisten op de meldkamer een factor is in de groei van het aantal EHTP-inzetten. Een toename in het aantal meldingen gaat gepaard met een toename in het aantal meldingen met vage klachten, of klachten waarvoor meer uitvraag nodig is. Dit leidt ook tot een toename van het aantal gevallen waarin de triage onvolledig wordt uitgevoerd.

Tot slot is door leden van de klankbordgroep van dit onderzoek de vraag gesteld of de toename in het gebruik van rapid responders mogelijk een aanbod-geïnduceerd effect heeft en dat hiermee een deel van de oneigenlijke vraag naar spoedeisende ambulancezorg toch kan worden voorzien. De effecten van deze factoren zijn in dit onderzoek niet hard onderzocht, hiervoor zou een gedetailleerde analyse van meldkamergegevens moeten plaatsvinden.

Groei spoedritten en bevolking

De groei van het aantal spoedritten in de jaren 2009-2011 is gemiddeld 3,9% per jaar (niet in tabel). Deze groei kunnen we niet direct relateren aan de bevolkingsgroei omdat we niet beschikken over leeftijd- en geslachtspecifieke gebruikscijfers. Daarom beperken we ons tot een globale relatie. De bevolkingsgroei in de periode 2009-2011 is gemiddeld 0,5% en de groei van het aantal ouderen is gemiddeld 2,4%. Grofweg zouden we de 3,9% productiegroei in het spoedvervoer kunnen opdelen naar 2,4% groei in de populatie 65 jaar en ouder en 0,5% aan de totale bevolkingsgroei. In deze optelling zit een zekere dubbeltelling, maar voor ons doel is deze verwaarloosbaar. We concluderen dat ruim 1% van deze productiegroei niet wordt verklaard door demografische ontwikkelingen. In vergelijking met andere zorgsectoren is deze 'overige' volumegroei niet hoog, zoals blijkt uit een vergelijking met analyses van de Kosten van Ziekten-studie (Slobbe et al., 2011).

*Tabel 7: Productiecijfers van de Nederlandse ambulancezorg 2006-2011
(Bron: Ambulances in-zicht 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011).*

<i>Urgentie</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>B</i>	<i>totaal</i>
Aantal ritten (x 1.000)	2006	409,9	195,1	328,2	933,1
	2007	428,6	208,2	332,0	968,8
	2008	438,4	223,4	341,4	1.003,2
	2009	454,3	239,6	348,1	1.042,0
	2010	463,9	247,0	350,3	1.061,3
	2011	478,3	263,3	342,8	1.084,4
Groei per jaar (%)	2006	-	-	-	-
	2007	4,6	6,7	1,2	3,8
	2008	2,3	7,3	2,8	3,6
	2009	3,6	7,2	2,0	3,9
	2010	2,1	3,1	0,7	1,9
	2011	3,1	6,6	-2,1	2,2
Gemiddelde groei per jaar 2006-2011 (%)		3,1	6,2	0,9	3,1

<i>Soort vervoer</i>		<i>Declarabel</i>	<i>EH/geen vervoer</i>	<i>Loze rit</i>	<i>Totaal⁽¹⁾</i>
Aantal ritten (x 1.000)	2006	764,4	128,3	39,5	933,1
	2007	765,6	155,0	48,1	968,8
	2008	772,5	173,8	47,2	1.003,2
	2009	810,0	183,6	48,4	1.042,0
	2010	823,0	193,2	44,8	1.061,3
	2011	826,3	209,8	48,5	1.084,4
Groei per jaar (%)	2006	-	-	-	-
	2007	0,1	20,9	21,9	3,8
	2008	0,9	12,1	-1,9	3,6
	2009	4,9	5,6	2,4	3,9
	2010	1,6	5,2	-7,5	1,8
	2011	0,4	8,6	8,2	2,2
Gemiddelde groei per jaar 2006-2010 (%)		1,6	10,3	4,2	3,1

Noten:

(1): het totaal aantal is inclusief een aantal inzetten die niet konden worden ingedeeld naar soort vervoer.

'-' betekent dat het niet te berekenen is.

4.4.2 Geografische analyse trends over de jaren

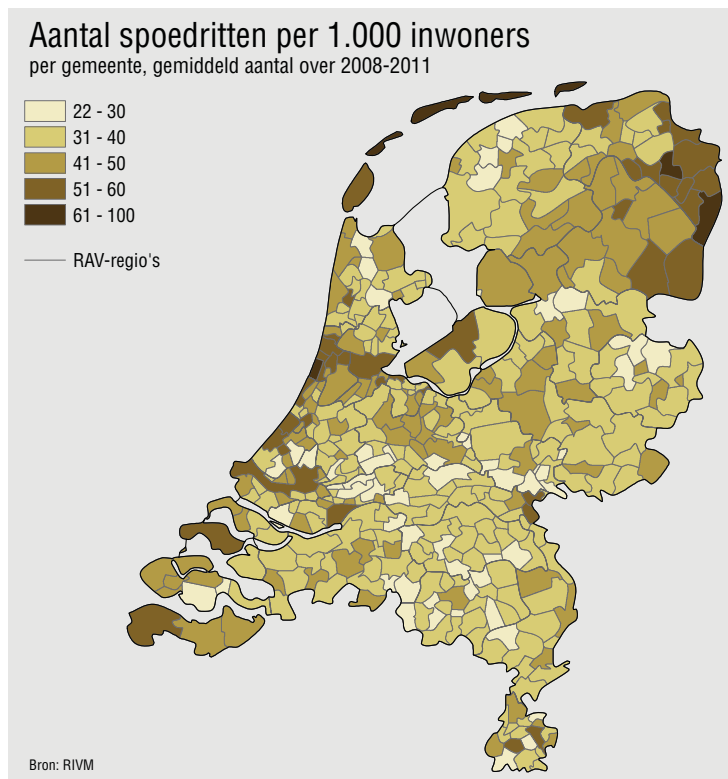
De vraag rijst of er grote geografische verschillen zijn in de groei van de productie en bevolking. Dat is onderzocht in een statistische analyse waarin op gemeenteniveau de productiegroei is gerelateerd aan de demografische veranderingen. Hierbij kijken we naar de verandering in de bevolkingsomvang en de verandering in het aantal ouderen (65 jaar en ouder). Ouderen zijn onderscheiden omdat zij meer gebruik maken van ambulancezorg dan andere leeftijdsklassen (Slobbe et al., 2011).

Uitgangspunt in deze analyse is de productie over de jaren 2008-2011, zoals gegeven in Tabel 7. In de geografische analyse is alleen het spoedvervoer (A1- en A2-urgentie) meegenomen. Voordat we de groei per gemeente analyseren, bekijken we de productie per gemeente in absolute aantallen. Figuur 9 geeft het gemiddelde aantal spoedritten per jaar per 1.000 inwoners over de periode 2008-2011. Het hoogste aantal spoedritten per jaar per 1.000 inwoners per gemeente is 99, het laagste aantal is 22. Eenzelfde ordening kunnen we maken voor het aantal spoedritten per 1.000 inwoners van 65 jaar en ouder. Hier is het zorggebruik hoger, variërend van 136 ritten per jaar per 1.000 65-plussers tot 561 ritten. Tabel 8 geeft weer hoe het aantal inzetten is verdeeld over de Nederlandse gemeenten. In Figuur 9 is de verdeling over Nederland te zien.

De vraag is in hoeverre veranderingen in het zorggebruik in meer detail kunnen worden verklaard door de groei van de bevolking. Hiervoor is een statistische analyse uitgevoerd waarin de toename van de vraag naar spoedvervoer verklaard is aan de hand van de groei in de bevolkingsomvang en de groei in het aantal ouderen in een gemeente. Deze analyse is uitgevoerd voor verschillende kenmerken van de ambulanceritten. Er is bijvoorbeeld gekeken naar de groei in het zorggebruik uitgesplitst naar soort vervoer. Ook is gekeken naar de mate van stedelijkheid.

Tabel 8: Aantal gemeenten naar spoedritten per 1.000 inwoners / 65 jaar en ouder

Inzetten per 1.000 inwoners	Aantal gemeenten
20 tot 30 inzetten	55
31-40	202
41-50	108
51-60	36
61 en meer	7
Inzetten per 1.000 inwoners van 65 jaar en ouder	Aantal gemeenten
minder dan 175 inzetten	29
175-200	53
201-250	177
251-300	94
301-350	31
351 en meer	24



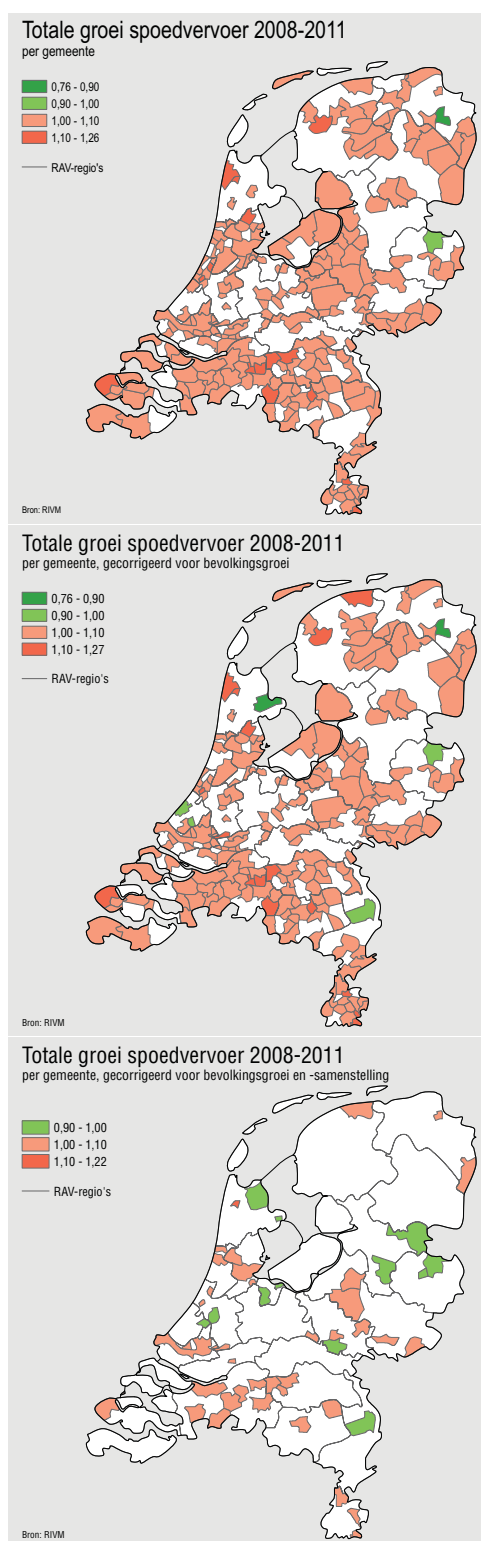
Figuur 9: Gemiddeld aantal spoedritten per inwoner per gemeente, over de periode 2008-2011.

Statistisch model

De analyse naar de relatie tussen de groei in het aantal ritten en de groei van de bevolking hebben we op gemeenteniveau uitgevoerd. De analyse is in drie stappen uitgevoerd. In een eerste stap is geschat of de groei van het aantal spoedritten significant hoger is dan op basis van het toeval mag worden verwacht. In een tweede stap is gecorrigeerd voor de groei van de bevolking. We zien dan een aantal gemeentes waar de groei significant hoger is, ondanks de groei van de omvang van de bevolking. In de derde stap wordt gecorrigeerd voor de groei in het aantal inwoners van 65 jaar en ouder. Na deze laatste stap blijft een aantal gemeentes over waarin de groei van het aantal inzetten significant hoger is dan op basis van de bevolkingsontwikkeling kan worden verwacht. Deze groei is de onverklaarde restgroei. Details van het statistisch model zijn opgenomen in Bijlage 5.

Resultaat

De resultaten zijn gegeven in de serie van drie kaarten, zie Figuur 10, en geven de geografische verschillen in de verklaarde groei goed weer. De bovenste kaart laat de totale groei zien voor zover niet door toeval verklaard. Deze groei is gespreid over Nederland, met zichtbare concentraties in een aantal RAV-regio's. In totaal gaat het in deze 220 gemeentes om ruim 487.000 spoedritten in 2011. Na correctie voor de bevolkingsgroei (middelste kaart) en de groei van het percentage 65-plussers blijven er in de onderste kaart nog slechts 50 gemeentes over waarin een statistisch significant onverklaarde restgroei van het aantal spoedritten werd gevonden. In deze gemeentes waren in 2011 ruim 203.000 spoedritten.



Figuur 10: Gemeenten met een significant hoger of lagere groei dan op basis van toeval kan worden verwacht (1=groei in Nederland; < 1 minder groei dan in Nederland; >1 meer groei dan in Nederland). Boven totale groei; Midden gecorrigeerd voor groei van de omvang van de bevolking; Onder gecorrigeerd voor bevolkingsgroei en de groei van het aantal 65-plussers.

Deze gemeenten hebben dus een groei in het spoedvervoer die niet verklaard kan worden door veranderingen in de bevolking (restgroei). In West-Brabant lijkt een concentratie van gemeenten te zijn met een grotere groei dan verwacht. De andere gemeenten met een groei zijn niet geconcentreerd in een RAV.

Er is ook een analyse gemaakt van de groei in spoedritten naar de volgende kenmerken:

- A1- en A2-urgentie;
- soort vervoer (declarabel, eerste hulp/geen vervoer, loze rit);
- stedelijkheid.

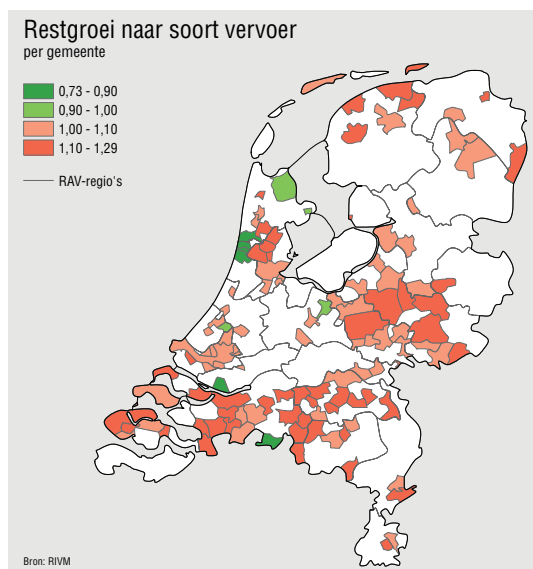
Voor deze kenmerken is via hetzelfde model de relatie met de bevolkingsgroei onderzocht. De resultaten zijn samengevat in Tabel 9. Figuur 11 geeft de onverklaarde restgroei voor de vervoerssoort 'Eerste hulp/geen vervoer' en Figuur 12 voor A2-urgentie. Er is geen simultane analyse gedaan om de relatie tussen de groei van de vervoerssoort 'Eerste hulp/geen vervoer' en stedelijkheid in combinatie te onderzoeken. De kenmerken zijn apart van elkaar geanalyseerd.

De resultaten van de analyse op de groei in het spoedvervoer voor de vervoerssoort 'Eerste hulp/geen vervoer' (Figuur 11) laten zien dat er een aantal stedelijke gebieden zijn met een onverklaarde groei. Er zijn echter ook minder stedelijke gebieden die deze restgroei hebben. Het is op grond van deze analyse dan ook niet te concluderen dat er een relatie is tussen de groei van deze ritten en stedelijkheid.

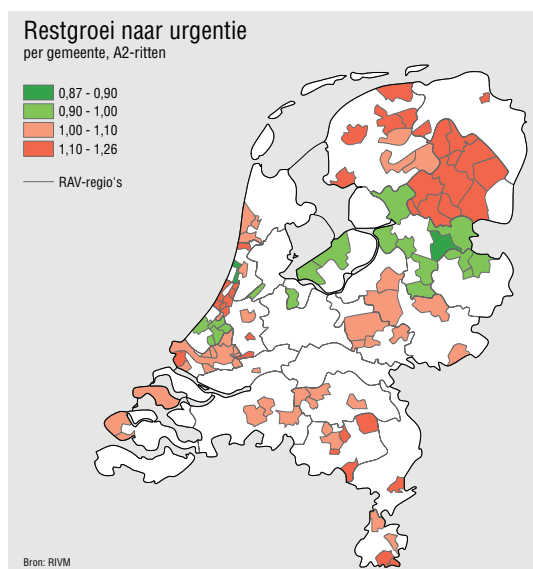
De analyse op het niveau van stedelijkheid is uitgevoerd op vierpositie postcodeniveau. De resultaten wijzen uit dat in alle klassen van stedelijkheid de groei in het zorggebruik kan worden verklaard door de veranderingen in de bevolking. In de meest stedelijke klassen is de onverklaarde groei met minder dan 5 promille verwaarloosbaar.

Tabel 9: Aantal gemeenten met significant hoger of lagere groei dan op basis van ontwikkeling van de bevolking kan worden verwacht.

<i>Kenmerk</i>	<i>Aantal gemeenten</i>
Declarabel vervoer	78
Eerste hulp/geen vervoer	120
Loze ritten	81
A1-urgentie	53
A2-urgentie	97



Figuur 11: Groei in het aantal spoedritten naar vervoerssoort 'Eerste hulp/geen vervoer', na correctie voor bevolkingsomvang en samenstelling.



Figuur 12: Groei in het aantal spoedritten met A2-urgentie, na correctie voor bevolkingsomvang en samenstelling.

Betekenis voor het referentiekader

De groei in de productie heeft een divers geografisch patroon. Voor een groot deel kan de groei worden verklaard door de veranderingen in de bevolking (omvang en vergrijzing). Voor een aantal gemeenten is er een onverklaarde restgroei. Hierin is niet altijd een duidelijk ruimtelijk patroon herkenbaar. Misschien is een langere periode voor data benodigd om ruimtelijke patronen te zien.

In deze analyse is de productiegroei gerelateerd aan de bevolkingsgroei. Er is geen rekening gehouden met trends in woon-werkverkeer, toerisme, (internationaal) transport of ander zakelijk verkeer. Mogelijk dat deze factoren ook effect hebben op de groei van de productie van de ambulancezorg.

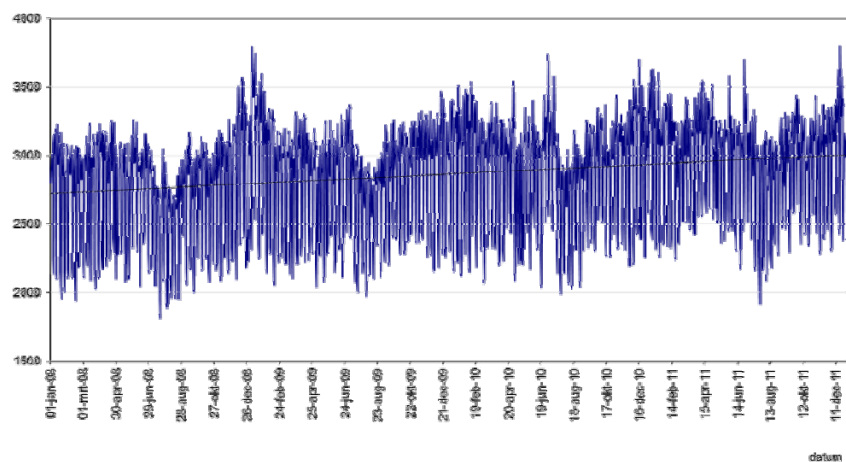
De vraag kan worden gesteld in hoeverre het referentiekader robuustheid heeft om met de groeiende vraag om te gaan. De groei van het aantal 65-plussers lijkt zeker in bepaalde gebieden in Nederland grote effecten op het zorggebruik te hebben. Een toekomstbestendig referentiekader zal hiermee rekening moeten houden. Onderzoek hiernaar moet zich richten op de gevoeligheid van het capaciteitsmodel van het referentiekader. Deze gevoeligheid is beschreven in de rapportage van het referentiekader en de achtergrondrapportage over de modellen (Kommer en Zwakhals, 2011; Bijlage B3 van dat rapport). De gevoeligheidsanalyse wees uit dat een 10% stijging van het vraag naar spoedvervoer, leidde tot 1 tot 1,5% stijging van de benodigde capaciteit. Blijkbaar kan de bezettingsgraad van de ambulances in het referentiekader groeien om een deel van de productiegroei op te vangen. Als we die resultaten betrekken op de resultaten van dit hoofdstuk, kunnen we concluderen dat het referentiekader robuust genoeg lijkt voor een bepaalde stijging van de vraag. Wat in de gevoeligheidsanalyse niet wordt meegenomen is de mogelijkheid dat de gelijktijdigheid van inzetten leidt tot knelpunten. De bezettingsgraad kan modelmatig misschien omhoog, maar dit is dan verdeeld over een langere periode.

4.4.3 Variatie van de vraag binnen een jaar

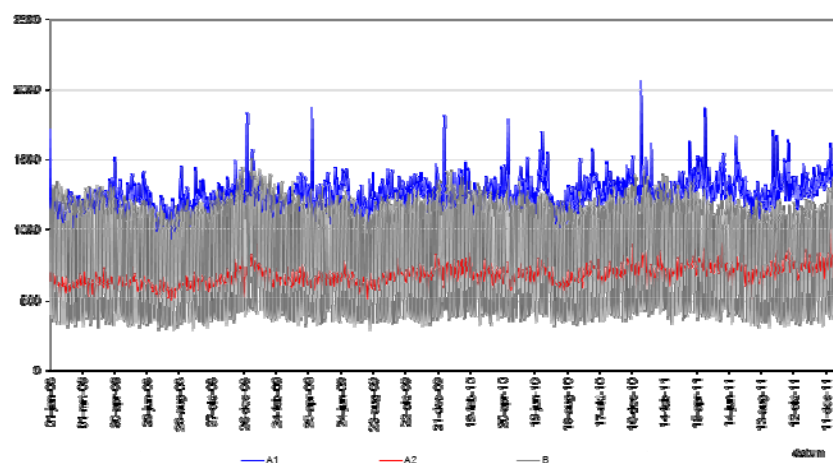
Naast een geografische analyse van de trends over de jaren kunnen we ook kijken naar de ontwikkeling van het aantal inzetten gedurende het jaar. Het in beeld brengen van het aantal inzetten per dag over een aantal jaren geeft een beeld van de variatie en de groei in de vraag naar ambulancezorg. Figuur 13 laat het aantal ritten per dag zien, met een verdeling naar soort vervoer en urgentie.

De figuur maakt de spreiding in het aantal inzetten zichtbaar: er zijn extreem drukke en extreem rustige dagen. Op een gemiddelde dag zijn er 2.863 inzetten, op de drukste dag waren dit er bijna 3.800, de rustigste dag had 1.811 inzetten. Dat betekent dat de drukste dag bijna 33% meer vraag heeft dan gemiddeld, de rustigste dag zit bijna 37% onder het gemiddelde. De drukste dagen zijn feestdagen, zoals Koninginnedag en Oud en Nieuw, en dagen met bijzondere weersomstandigheden, zoals noodweer na een extreem warme periode in de zomer of hevige sneeuwval in de winter. Op feestdagen kan de ambulancezorg zich goed voorbereiden, op ernstige weersomstandigheden minder. De figuur toont ook de seizoensfluctuaties en, in mindere mate, de weekpatronen. De stijgende trend die we in de vorige paragraaf analyseerden, is ook uit de figuur af te lezen.

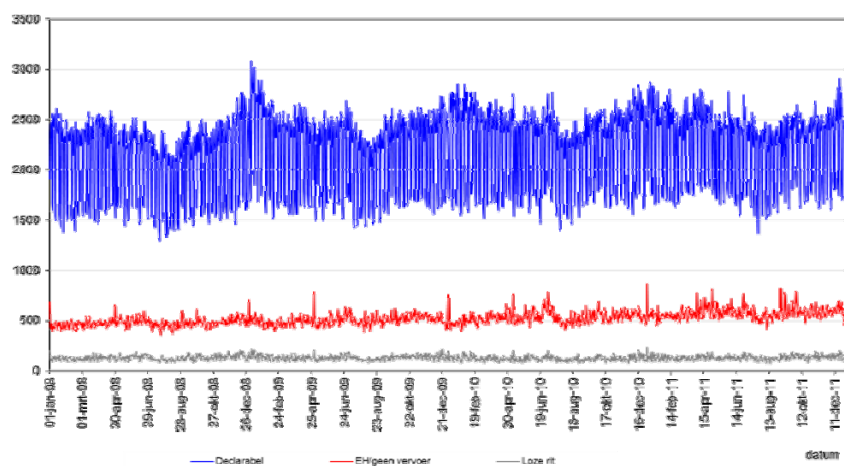
Totaal aantal ritten per dag in de periode 2008-2011



Totaal aantal ritten per dag naar urgentie in de periode 2008-2011



Totaal aantal ritten per dag naar declarabiliteit in de periode 2008-2011

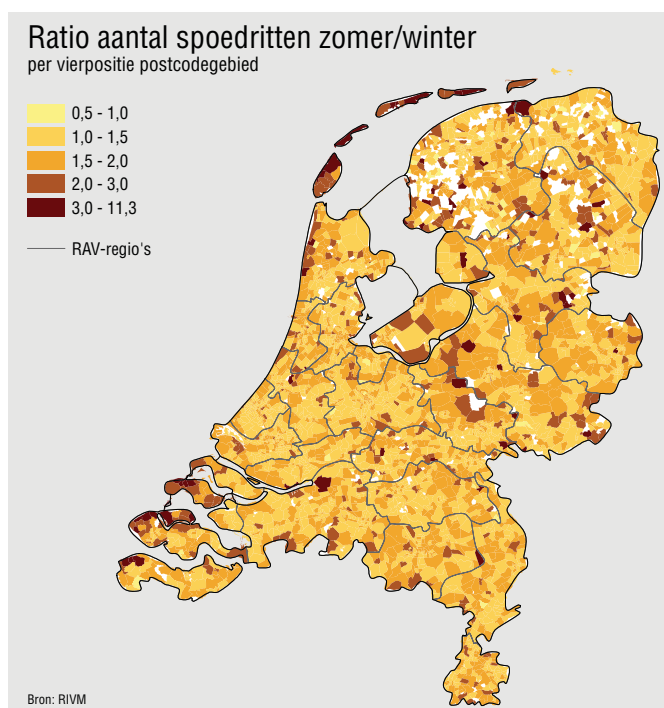


Figuur 13: Aantal inzetten per dag over de periode 2008-2011. Boven: totaal aantal inzetten; Midden: het aantal inzetten naar urgentie; Onder: aantal inzetten naar soort vervoer.

Tot slot van deze paragraaf kijken we naar geografische verschillen in het aantal spoedritten per seizoen. Hiervoor vergelijken we het aantal spoedritten in de zomermaanden met die in de wintermaanden. We rekenen ruim en vergelijken de periode van april tot en met oktober met de periode van november tot en met maart. We gebruiken het aantal spoedritten over 2008 tot en met 2011 en vergelijken de aantallen op vierposities postcode-niveau. Gebieden met minder dan tien spoedritten zijn buiten de vergelijking gehouden. Figuur 14 geeft de resultaten. De toeristische gebieden langs de kust en in bosrijke gebieden zijn duidelijk zichtbaar. Deze hebben twee tot elf keer zoveel inzetten in de zomerperiode als in de winterperiode.

Betekenis voor het referentiekader

De robuustheid van het referentiekader voor de variatie in de vraag naar ambulancezorg gedurende het jaar is niet nader onderzocht. De eerder geconstateerde knelpunten in gebieden die binnen de normtijd bereikt kunnen worden, wezen op mogelijke capaciteitsproblemen in relatie met de gelijktijdigheid van inzetten. De grote variatie in de vraag naar ambulancezorg onderbouwt dit. Ook de seizoenseffecten kunnen hier een rol spelen. Nader onderzoek zou moeten uitwijzen of de genoemde overschrijdingen een relatie hebben met de seizoenseffecten of de hoge zorgvraag. Verbeteringen van het referentiekader zijn er in twee richtingen. In verband met de seizoenseffecten zou het referentiekader gedifferentieerd kunnen worden naar zomer en winter. Voor een betere omgang met de drukke dagen zou het referentiekader doorgerekend kunnen worden op basis van cijfers die de hoge werkdruk beter representeren. Parameters op basis van hoge werkdruk in het referentiekader leiden waarschijnlijk tot een hogere capaciteitsberekening in vergelijking met parameters op basis van een gemiddelde werkdruk.



Figuur 14: Verhouding tussen het aantal spoedritten in de zomer/winter in de periode 2008-2011.

5 Inventarisatie van modellen voor spreiding en beschikbaarheid

Kernbevindingen

Doel

Doel van het hoofdstuk is een overzicht te geven van de beschikbare kennis op het gebied van de modellering van de spreiding en capaciteit in de ambulancezorg.

Methode

Er is een inventarisatie uitgevoerd onder Nederlandse organisaties en organisaties in het buitenland waarbij informatie is verzameld over de modellen die op dit gebied worden gebruikt en de daarbij gebruikte standaarden. Daarnaast is er een overzicht gemaakt van de wetenschappelijke literatuur op het gebied van modellen voor de spreiding en beschikbaarheid van de ambulancezorg.

Conclusies

- Een aantal Regionale Ambulancevoorzieningen in Nederland gebruikt simulatiepakketten voor de ambulancezorg. Er zijn twee pakketten in gebruik: *Optima Predict™* van het softwarebureau *The Optima Corporation* en *Icarus* van de ambulancedienst *Connexxion Ambulancezorg*, onderdeel van het bedrijf *Connexxion*. Een aantal andere RAV's bepaalt de benodigde capaciteit en paraatheid aan de hand van modellen zoals die gebruikt worden in het landelijk referentiekader. Deze modellen kunnen met zowel spoedvervoer als besteld vervoer rekenen.
- In het buitenland wordt ook gebruik gemaakt van simulatiepakketten, onder andere van het *The Optima Corporation*, het software- en onderzoeksbureau ORH en het in de Verenigde Staten gebruikte *High Performance Emergency Medical Services* (HPEMS).
- In de internationale wetenschappelijke literatuur is veel en divers gepubliceerd over spreiding en benodigde capaciteit. Door de ontwikkelingen in rekenkracht en de beschikbaarheid van veel (digitale) logistieke en geografische informatie heeft de ontwikkeling van locatie- en capaciteitsmodellen een hoge vlucht genomen. Relatief eenvoudige spreidingsmodellen zijn in de loop der tijd uitgebreid met capaciteitsberekeningen. Als hierin de gelijktijdigheid van ritten wordt meegenomen is een berekening via wachtrijmodellen geschikt. De meest recente ontwikkeling in de modellen is die waarbij de spreiding en capaciteit geïntegreerd worden berekend, met meenemen van de onzekerheden in responstijden. Verschillende modellen hebben een toepassing gevonden in de dagelijkse praktijk. Een aantal spreidingsmodellen is in hoofdstuk 6 voor de Nederlandse situatie uitgewerkt.

Wat betekent dit voor het referentiekader?

Simulatiemodellen zijn krachtige instrumenten om verkennende analyses van de spreiding en beschikbaarheid door te rekenen. Deze modellen bieden mogelijkheden om het referentiekader te toetsen of te valideren. Hiervoor zouden de uitgangspunten van het referentiekader in de modellen moeten worden geïmplementeerd. Voor zover bekend bieden de simulatiemodellen nog geen mogelijkheden om strategische analyses uit te voeren. Dat wil zeggen dat

de modellen geen algoritmes bieden om onder voorwaarden de benodigde capaciteit te berekenen, zoals het referentiekader doet.

Een ander verschil ligt in het schaalniveau. Het referentiekader is bedoeld om op macroniveau de benodigde capaciteit op jaarbasis te bepalen, gedifferentieerd naar dagsoort, tijdsblok en RAV, niet voor microsimulaties van de regionale ambulancezorg, zoals de simulatiemodellen doen.

De inventarisatie heeft geen informatie opgeleverd dat in andere landen een referentiekader zoals het Nederlandse wordt gehanteerd. Wel is gebleken dat veel organisaties simulatiemodellen gebruiken. Dat wijst op een zekere validatie van dit soort modellen. Dit biedt perspectieven voor een eventuele toetsing of validatie van het referentiekader, zij het dat deze modellen dan moeten worden aangepast op de uitgangspunten en randvoorwaarden van het referentiekader. Het HPEMS-model dat in de Verenigde Staten wordt gebruikt, berekent de benodigde capaciteit en spreiding, maar lijkt erg toegesneden op dynamisch ambulancemanagement zoals dat in de VS wordt toegepast. In andere landen worden meer en andere normen gehanteerd voor meting van de prestaties en kwaliteit van de ambulancezorg.

De wetenschappelijke literatuur over modellen is divers. Niet altijd zijn modellen geschikt voor toepassing in de Nederlandse ambulancezorg. Bijvoorbeeld omdat ze ontworpen zijn voor buitenlandse, andersoortige, systemen. Toch is er ook een gezamenlijke noemer in de ambulancezorg, namelijk die van snelle dienstverlening bij een beperkte capaciteit. Het referentiekader sluit hier goed bij aan. Verschillende spreidingsmodellen bieden inzicht voor de mogelijke dekking van Nederland bij verschillende soorten vervoer of normrijtijden. Toepassing op macroniveau is dus mogelijk. Er zijn modellen ontwikkeld die uitgaan van concepten die mogelijk bruikbaar zijn voor een toekomstige andere grondslag van het referentiekader. Veelbelovend zijn de modellen die risico's zodanig definiëren dat ambulancecapaciteit en spreiding op een strategische manier berekend kan worden. Dat wil zeggen, dat berekend kan worden hoe de spreiding en beschikbaarheid ingezet kan worden om risico's te minimaliseren.

Dit hoofdstuk inventariseert modellen voor spreiding en beschikbaarheid. De inventarisatie is uitgevoerd onder binnenlandse en buitenlandse organisaties in de nationale en internationale ambulancezorg. Doel hiervan is een beeld te krijgen van 'geschikte' modellen die in andere organisaties worden gehanteerd en die passend zijn voor het referentiekader in de Nederlandse situatie.

Alle RAV's in Nederland zijn benaderd met de vraag of en welke modellen gebruikt worden in de planning en het management van de ambulancezorg. Voor de internationale inventarisatie is een aantal organisaties in de buitenlandse ambulancezorg met deze vragen benaderd. De selectie van internationale organisaties is gebaseerd op de contacten van de Nederlandse ambulancezorg en het RIVM. Bij de internationale inventarisatie is naast informatie over de modellen voor spreiding en beschikbaarheid in een aantal gevallen tevens informatie ontvangen over de in dat land gehanteerde normen en standaarden in de ambulancezorg. De normen voor responstijden in de ambulancezorg zijn een belangrijke randvoorwaarde in de modellen voor spreiding en beschikbaarheid. De informatie over de normen en standaarden is in detail ondergebracht in Bijlage 6.

Een ander onderdeel van de inventarisatie van de modellen voor spreiding en beschikbaarheid betreft die in de wetenschappelijke literatuur. De afgelopen

decennia heeft het aantal modellen voor de spreiding en beschikbaarheid een vlucht genomen. Dit komt mede door de toegenomen rekenkracht van computers maar ook door het beschikbaar komen van meer en geavanceerde gegevens, zoals van voertuigposities met gps-systemen. De inventarisatie van de wetenschappelijke publicaties heeft als doel inzichten te krijgen in de mogelijkheden voor verbetering van de modellen van het referentiekader.

Paragraaf 5.1 geeft een inventarisatie van de Nederlandse praktijk, de internationale inventarisatie is beschreven in paragraaf 5.2. In paragraaf 5.3 is een beschrijving van de wetenschappelijke literatuur gegeven. In Bijlage 6 is een samenvatting opgenomen van het rapport *Emergency Services Review* van het Britse 'NHS Office of the Strategic Health Authorities' uit 2009. In dit rapport geeft de *NHS-office* verslag van een internationaal onderzoek naar 'best practices' in de ambulancezorg. De Britse inventarisatie gaat verder dan spreiding en beschikbaarheid en is daarom niet in dit hoofdstuk opgenomen.

5.1 Inventarisatie Nederland

Door de RAV's in Nederland worden vier modellen gebruikt voor het bepalen van de benodigde capaciteit in de ambulancezorg.

- een capaciteitsmodel van adviesbureau WF Botter;
- resultaten van het landelijk referentiekader; dit model is afgeleid van het model van adviesbureau WF Botter;
- het simulatiemodel Optima Predict™;
- het simulatiemodel Icarus.

De modellen van het referentiekader en van adviesbureau WF Botter worden niet verder toegelicht. De modellen van het referentiekader zijn onderwerp van dit rapport. Het capaciteitsmodel van adviesbureau WF Botter is in aangepaste vorm gebruikt in het referentiekader-2004 en later verder aangepast voor het referentiekader-2008. De modellen van Optima en Icarus zijn wezenlijk andere modellen. Dit zijn simulatiemodellen voor spoedeisend en besteld vervoer waarmee situaties van de spreiding en beschikbaarheid kunnen worden doorgerekend. Deze modellen worden hieronder nader toegelicht.

Optima Predict™

Optima Predict™ is een interactief simulatieprogramma voor hulpverleningsdiensten (politie, brandweer en ambulancezorg), maar vindt de meeste toepassingen in de ambulancezorg. Het programma wordt geleverd door *The Optima Corporation*, een bedrijf gevestigd in Auckland, Nieuw Zeeland. Het bedrijf levert diensten en software voor optimalisatie van bedrijfsprocessen met toepassing van Operations Research, een vakgebied in de wiskunde. Het pakket *Optima Predict™* biedt de mogelijkheid om de ambulancezorg te simuleren en indicatoren van de prestaties in beeld te brengen, zoals kosten, responstijden, dekkingsgraden en bezettingsgraden van ambulances. Zowel het spoedvervoer als het besteld vervoer kan worden meegenomen in de simulaties. Met het pakket kunnen verschillende strategische situaties worden doorgerekend, zoals veranderingen van roosters, verplaatsingen van standplaatsen en de beschikbaarheid van ziekenhuizen. Het pakket is interactief in de zin dat de gebruikers de mogelijkheid hebben om zelf scenario's te bouwen en op logistieke kenmerken door te rekenen. *Optima Predict™* maakt gebruik van Automatisch Voertuig Locatie (AVL) gegevens waarmee een rijtijdenmodel wordt geconstrueerd. Het rijtijdenmodel is één van de 'gereedschappen' die de simulatie mogelijk maakt, samen met beslisregels over de inzet van ambulances, informatie over de incidentie van meldingen (plaats, tijdstip, soort)

en de soorten voertuigen. Het pakket is een ondersteunend model dat strategische beslissingen kan stimuleren en de effecten daarvan inzichtelijk kan maken.

Naast Optima Predict™ zijn er nog twee pakketten die door *The Optima Corporation* worden geleverd voor de ambulancezorg: Optima Live™ en Optima Net™. Optima Live™ geeft een verkenning van de toekomstige vraag naar ambulancezorg in een gebied en is een pakket voor dynamisch ambulancemanagement. Het geeft inzicht in optimale inzet van ambulances, gegeven de verkenning van de toekomstige zorgvraag en de toekomstige voertuigbewegingen. Optima Net™ is een webapplicatie voor een optimale roostering van planbaar vervoer. Het biedt ziekenhuizen de mogelijkheid om besteld vervoer te reserveren en geeft voor de RAV een optimaal rooster om dit vervoer uit te voeren (Optima, 2012).

Icarus

Icarus is het ICT-innovatieproject van Connexxion Ambulancezorg en haar partners. Het doel van *Icarus* is om enerzijds een belangrijke verbetering van de kwaliteit en samenwerking in de zorg te boeken en anderzijds doelmatiger te werken. *Icarus* is onderverdeeld in zeven werkpakketten. De werkpakketten 2 en 3 omvatten Capaciteitsplanning en Optimalisatie van besteld vervoer. Doel is om vaker de juiste soort ambulancehulp op tijd te leveren. Beoogd resultaat is een real-time capaciteitsplanningstool. Er wordt momenteel aan verschillende 'bouwstenen' gewerkt. Een van de bouwstenen is een systeem om ambulancestandplaatsen te spreiden op basis van eerdere incidenten. Met dit spreidingssysteem wordt bekeken of de huidige standplaatsen van de ambulances wel de meest efficiënte zijn; waar waren in het verleden de meeste ambulances nodig, en is dat ook voor de toekomst zo? Op basis hiervan worden de ambulancehulpverleners zo over de regio verspreid dat ze sneller bij de aanvragers kunnen zijn. Hierbij wordt ook rekening gehouden met de ambulanceposten van de aangrenzende RAV-regio's, zodat het patiëntbelang beter is gediend.

Informatie over inzetten uit het verleden kan helpen om te bepalen waar voertuigen nu het beste geplaatst kunnen worden om bij een melding zo snel mogelijk ter plaatse te zijn. Dit is verwerkt in een simulatietool. Deze tool wordt momenteel vooral nog gebruikt om de doorontwikkeling van de real-time-capaciteitsplanning te kunnen faciliteren. Bij de ontwikkeling van deze nieuwe tool wordt er ook aansluiting gezocht bij de triage. Immers, eerst zal er triage plaatsvinden en vervolgens zal op basis van deze triage en het toestandsbeeld een inzetvoorstel volgen. Het inzetvoorstel zal gekoppeld worden aan de beschikbare capaciteit en dus via de tool gepland worden.

De werkpakketten 2 en 3 hebben een sterke samenhang. Beiden hebben tot doel de ambulancecapaciteit zo optimaal mogelijk te laten verlopen, voor zowel spoedvervoer als besteld vervoer, tijdens de reguliere en opgeschaalde situatie. Doel is door digitalisering van de aanvragen vanuit zorginstellingen een efficiëntere inzet van de voertuigen voor de acute zorgketen. Resultaat is een webapplicatie. De website 'Besteld vervoer' is online en wordt momenteel als pilot getest in Zeeland. Via deze website kunnen zorginstellingen die een ambulance willen bestellen voor een patiënt in het ziekenhuis, hun aanvraag via de computer doen. Omdat de aanvraag digitaal gaat, kunnen de aanvragers beter aangeven wat voor soort vervoer er exact nodig is voor een patiënt (Connexxion, 2011).

Betekenis voor het referentiekader

De simulatiemodellen Optima Predict™ en Icarus zijn, of worden (want Icarus is nog in ontwikkeling), krachtige en zeer waardevolle modellen voor de spreiding en beschikbaarheid van de ambulancezorg. Deze modellen bieden de mogelijkheid om verkennende analyses te doen. In verkennende analyses worden bepaalde situaties nagebootst. Dit biedt mogelijkheden voor toetsing of validatie van het referentiekader. Hiervoor moeten de uitgangspunten en randvoorwaarden van het referentiekader in de simulatiemodellen worden geïmplementeerd.

Een verschil tussen het referentiekader en de simulatiemodellen is dat het referentiekader op een strategische manier de benodigde capaciteit berekent. Door het formuleren van uitgangspunten en het doorrekenen van een capaciteitsmodel wordt een benodigde capaciteit bepaald. Voor zover bekend zijn deze algoritmes nog niet geïmplementeerd in de simulatiemodellen. Dat is een beperking van de waarde van de modellen voor het referentiekader.

Een tweede verschil tussen deze simulatiemodellen en het referentiekader is het geografische detailniveau waarop gerekend wordt. De simulatiemodellen zijn ontworpen voor berekeningen op zeer gedetailleerd niveau, tot het niveau van adressen en op minuten nauwkeurig. Vervolgens kunnen aggregaties van prestaties worden gemaakt, zodat die op bijvoorbeeld regioniveau kunnen worden gepresenteerd. Berekeningen op adresniveau zijn voor het referentiekader erg gedetailleerd en gaan aan het doel van het referentiekader voorbij. Het referentiekader is niet bedoeld als regionale blauwdruk voor de spreiding en beschikbaarheid en behoeft daarom geen doorrekening op adresniveau. Het referentiekader geeft de capaciteit op jaarbasis, met een verdeling naar dagsoort en tijdsblok. Een invulling van de paraatheid naar uur van de dag, dag van de week en maand van het jaar behoort tot de regionale invulling.

5.2 Inventarisatie internationaal

In de internationale inventarisatie is gevraagd of modellen worden gebruikt voor de capaciteitsplanning, voor locatie management en/of voor het verkennen van rijtijden? Daarnaast is informatie gekregen over standaarden (normen) voor de prestaties en voor de planning van ambulancezorg en de bereikbaarheid van ziekenhuiszorg. Deze paragraaf geeft verslag van de inventarisatie van modellen. Het resultaat van de inventarisatie van de standaarden is opgenomen in Bijlage 6.

Er is informatie ontvangen van de volgende ambulancediensten:

Verenigd Koninkrijk:	London Ambulance Service Yorkshire Ambulance Service
Australië	Ambulance Victoria Ambulance Service of New South Wales Ambulance Tasmania
Verenigde Staten	International Center for Prehospital and Disaster Medicine, Reno

Canada
Toronto EMS
Ottawa EMS

In deze organisaties worden de volgende drie modellen gebruikt:

- modellen van het software- en onderzoeksbureau ORH;
- *Optima Predict™* en *Optima Live™*;
- *High Performance Emergency Medical Services* (HPEMS).

Naast deze modellen gebruikt een aantal organisaties andere software pakketten, zogenaamde 'in-house'-modellen. Deze additionele programma's worden gebruikt voor geografische analyses en voor analyses en verkenningen van de prestaties. De modellen van Optima zijn al besproken en worden hier niet verder toegelicht. Hierna volgt nog een toelichting op de andere modellen.

ORH Limited is een managementconsultancybureau in Reading, Engeland, en is gespecialiseerd in operationele planning voor ambulancezorg, brandweer en politie en voor organisaties in de gezondheidszorg. Het bureau heeft een aantal simulatie en optimalisatiemodellen voor analyses van de ambulancezorg en andere zorgorganisaties. Het bureau heeft een simulatiemodel AmbSim, een discrete-event-simulatiemodel dat de ambulancezorg in een regio simuleert. Met het model kunnen verschillende prestatie-indicatoren van de ambulancezorg berekend worden, zoals de bezettingsgraad en responstijden naar (sub)regio, het optimaliseren van de dekkingsgraad in een gebied, het optimaliseren van de benodigde inzet van ambulances en het opstellen van roosters voor dynamisch ambulancemanagement.

Naast deze management- en simulatiemodellen wordt gebruikgemaakt van diverse andere modellen. Yorkshire Ambulance Service gebruikt een model dat prestaties verkent, op basis van verwachte vraag en inzet van ambulances. Dit gebeurt op basis van dag-, week- en maandperiodes. Daarnaast wordt gebruik gemaakt van een geografisch instrument voor dynamisch ambulancemanagement en analyses van de geleverde ambulancezorg. De strategische planning van de operationele ambulancezorg gebeurt met het simulatiemodel van ORH.

High Performance Emergency Medical Services maakt gebruik van 'System Status Management' (SSM). Dat is een methode voor dynamisch ambulancemanagement, gebaseerd op de productietheorie van vraag en aanbod. Hierbij wordt een temporele analyse van de vraag ontwikkeld voor een bepaald geografisch gebied. Hierbij worden geaggregeerde historische meldingen per week, uur van de dag en de dag van de week geanalyseerd. Het wordt gebruikt om een schatting te maken van de benodigde capaciteit per uur van de dag en dag van de week. Gegeven dit aantal benodigde ambulances volgt een geografische analyse van de vraag waarin de ruimtelijke patronen van de vraag naar ambulancezorg worden geanalyseerd. De resultaten worden gebruikt om een 'Posting plan' te construeren, dat bestaat uit de locaties voor de voertuigen om de responstijden per uur van de dag en dag van de week te minimaliseren.

5.3 Wetenschappelijke literatuur

Deze paragraaf geeft een overzicht van de wetenschappelijke publicaties over wiskundige modellen voor spreiding en beschikbaarheid van ambulancezorg. Voor dit literatuuronderzoek is gezocht naar wetenschappelijke publicaties in drie databases. In de eerste plaats is gezocht in de uitgaves van een aantal

bekende tijdschriften op het gebied van Operations Research (OR) en stochastische optimalisatie. Vervolgens is verder gezocht in de databases van de uitgevers van deze tijdschriften. Sommige uitgevers hebben andere tijdschriften op dit vakgebied met relevante publicaties. Als derde bron is gezocht met behulp van Google Scholar. Van publicaties is gezocht naar artikelen die geciteerd worden en naar artikelen die het betreffende artikel nadien hebben geciteerd. Tot slot is ook grijze literatuur verzameld.

In totaal zijn bijna 250 artikelen gevonden, exclusief de grijze literatuur. Er is breder gezocht dan alleen op de onderwerpen spreiding en beschikbaarheid. Ook raakvlakken van deze onderwerpen zijn meegenomen. De raakvlakken zijn er op inhoudelijk gebied, bijvoorbeeld aan de medisch-inhoudelijke kant met publicaties over de relatie tussen responstijden en overleving. Er zijn artikelen gevonden die een vergelijking geven van systemen van de ambulancezorg in verschillende landen. Deze systemen, in het Engels 'EMS', waar EMS staat voor *Emergency Medical System*, hebben soms ook andere kenmerken van de beschikbaarheid van ambulancezorg. Er is ook een raakvlak met politie en brandweer, die ook een netwerk van standplaatsen hebben of vanuit een rijdende situatie paraatheid leveren. Op mathematisch gebied hebben de modellen raakvlakken met andere vakgebieden. De techniek van wachtrijmodellering heeft toepassingen in bijvoorbeeld de telecommunicatie en 'call centers'. In de zoektocht is ook doorgezocht op publicaties over specifieke technieken, zoals dynamisch programmeren of wachtrijmodellering.

Het overzicht in deze paragraaf beperkt zich tot de modellen op het gebied van spreiding en beschikbaarheid. De wiskundige diepgang van het overzicht is beperkt gehouden. In de tekst zijn geen wiskundige beschrijvingen van de modellen opgenomen. Toch ontkomen we niet aan het hanteren van technische termen. Er wordt enige voorkennis van de lezer verwacht. Ten aanzien van de terminologie hanteren we in deze paragraaf een aantal afkortingen. OR staat voor Operations Research, een vakgebied van de wiskunde. MS voor Management Science, een tak van de bedrijfskunde met raakvlakken met de OR. Met LP verwijzen we naar Lineair Programmeren, een techniek van de OR om optimaliseringsproblemen op te lossen.

Er is een aantal sleutel-publicaties dat we hier apart vermelden en waar deze samenvatting veel informatie aan heeft ontleend. Een helder overzicht van spreidingsmodellen voor de ambulancezorg is in 2003 gegeven door de Franse en Canadese onderzoekers Brothorne et al. (2003). In hun overzichtsartikel delen ze modellen in naar type en ze beschrijven de modellen aan de hand van doelstellingsfunctie, randvoorwaarden en kenmerken van variabelen (soorten ambulances) en parameters (bezettingsgraad). In 2011 verscheen een overzichtsartikel dat voortbouwde op dit eerste overzichtsartikel met een beschrijving van de spreidingsmodellen die in de jaren sinds 2000 zijn gepubliceerd (Li et al., 2011). Twee recente overzichtsartikelen beschrijven de planning en management van ambulancezorg in brede zin en gaan ook in op aangrenzende probleemgebieden, zoals forecasting, verkeerscongestie en bezettingsgraad (Ingolfsson, 2012; Henderson, 2010).

Het overzicht is niet uitputtend en volledig, maar geeft een beschrijving van relevante literatuur op het genoemde vakgebied.

Spreiding en beschikbaarheid, algemeen

De vroege publicaties van modellen voor de spreiding van standplaatsen dateren uit begin jaren 70 van de vorige eeuw. In dat decennium bedroeg het aantal publicaties tussen de tien en de twintig, afhankelijk van de inclusiecriteria. In de jaren 80 steeg het aantal publicaties per jaar niet veel ten opzichte van de 70'er jaren. In de jaren 90 stijgt het aantal publicaties maar dit aantal neemt pas echt een vlucht sinds ongeveer het jaar 2000. Dat blijkt uit de gevonden literatuur en wordt bevestigd door Ingolfsson in een recent overzichtsartikel *EMS Planning and Management* (Ingolfsson, 2012). Zeer waarschijnlijk gaat het aantal publicaties en de modelontwikkeling gelijk op met de ontwikkeling van informatietechnologie. Er is nu meer en snellere rekenkracht beschikbaar dan vroeger en geografische informatiesystemen (GIS) zijn de afgelopen decennia sterk ontwikkeld en wijd toegepast. Automatische voertuiglocatiesystemen zijn alom in gebruik en gedetailleerde geografische informatie wordt volop geregistreerd en geanalyseerd. De beschikbaarheid van deze informatie maakt nieuwe modelontwikkelingen mogelijk.

De types modellen voor spreiding en beschikbaarheid volgen de hiervoor geschetste ontwikkeling. De eerste modellen waren relatief eenvoudig en gaven optimale spreiding van standplaatsen, zonder berekening van de benodigde capaciteit. Een combinatie van spreiding en capaciteit was de tweede stap in de ontwikkeling. Daarbij kwamen al gauw varianten die rekening hielden met de probabilistische kenmerken van de beschikbaarheid van ambulances. Tot dan waren deze modellen statisch: er was dus geen afhankelijkheid van de tijd. Een volgende stap in de ontwikkeling waren dynamische modellen. Aanvankelijk waren deze modellen opgezet voor relatief eenvoudige herallocatie van voertuigen als elders in de regio een gebied ongedekt was. Geleidelijk aan werden de modellen complexer en werd rekening gehouden met meerdere mogelijke toekomstige gebeurtenissen. De modellen voor dynamisch ambulancemanagement werden stapsgewijs geavanceerder. Vooral in de afgelopen tien jaar zijn verschillende modellen voor dynamisch ambulancemanagement ontwikkeld. Hierin heeft de stochastische optimalisatie een belangrijke plaats ingenomen.

Statische locatiemodellen

Eén van de eerste locatiemodellen voor ambulances is het *Location Set Covering Model* (LSCM) uit 1971 (Toregas et al., 1971). Dit model minimaliseert het aantal locaties nodig voor volledige dekking. Dubbele dekking is in dit model toegestaan en vaak zelfs noodzakelijk om volledige dekking te realiseren. Het model veronderstelt dat er voldoende standplaatsen beschikbaar zijn om het gebied in zijn geheel te verzorgen. Het model houdt geen rekening met de gelijktijdigheid van inzetten en gaat uit van het principe van één ambulance per standplaats. De dekking is geografisch, elk vraagpunt weegt even zwaar en er wordt gestreefd naar volledige geografische dekking. Voor de Nederlandse situatie is dit model uitgewerkt in hoofdstuk 6.1.

In werkelijkheid is een volledige dekking vaak niet noodzakelijk. Het gaat vaak om een optimale dekking bij een gegeven aantal standplaatsen. Dit probleem is in 1974 beschreven in het *Maximal Covering Location Problem* (MCLP; hoofdstuk 6.2) (Church and ReVelle, 1974). In dit model is een maximaal aantal (p) standplaatsen beschikbaar. De dekking van het gebied wordt geoptimaliseerd, waarbij het model de overlap tussen standplaatsen zo klein mogelijk probeert te houden. Er zal echter wel overlap kunnen optreden, omdat het model rekening houdt met de gewichten die door de vraag zijn gedefinieerd. Het model zal alle p beschikbare standplaatsen gebruiken. Als p voldoende groot is, gaat de

oplossing van het MCLP-model richting die van LSCM. Dit model is uitgewerkt in hoofdstuk 6.2.

Als variant op het MCLP-model is het TEAM-model gepubliceerd dat uitgaat van twee voertuigsoorten, met elk hun eigen normresponstijd (Schilling et al., 1979). Dit model had zijn oorsprong in de modellering van brandweer voertuigen. In hoofdstuk 6.3 is een voorbeeld uitgewerkt hoe dit in de Nederlandse situatie zou kunnen uitpakken.

De statische locatiemodellen hebben een aantal beperkingen waarvan we er drie noemen. Een eerste beperking is het feit dat als een ambulance bezig is met een inzet, het gebied waarvoor deze ambulance de enige dekking verzorgde, niet gedekt is. Een tweede beperking is het feit dat de modellen statisch zijn en daarmee geen rekening houden met veranderingen in de tijd in de vraag naar ambulancezorg of in de rijtijden. Ten slotte hanteren de statische locatiemodellen een absolute maat voor dekking: een gebied is gedekt of het is niet gedekt. In de praktijk is het van belang te weten of een gebied op de grens van bereikbaarheid ligt, omdat een kleine verstoring van de responstijd tot een overschrijding kan leiden. Bij het hanteren van een absolute maat voor dekking leidt een kortere responstijd niet tot een verbetering van de doelstellingsfunctie. Dit is in tegenspraak tot de praktijk, waarin het gewaardeerd wordt om meer incidenten op kortere rijtijd te bereiken.

Hierna beschrijven we mogelijke oplossingsrichtingen van de genoemde beperkingen.

Beperking 1: Back-up en probabilistische dekkingsmodellen

Een manier om ervoor te zorgen dat gebieden niet ongedekt zijn bij een inzet van een ambulance is om te zorgen voor dubbele dekking. In de BACOP-modellen van Hogan en ReVelle (1986) wordt met extra doelstellingsfuncties het gebied geoptimaliseerd waar dubbele dekking optreedt. Dubbele dekking is ook gebruikt door Gendreau et al. (1997), die het DSM-model beschrijven dat uitgaat van twee verschillende responstijden en als doelstelling heeft om het gebied dat tweemaal gedekt is, te maximaliseren. Dubbele dekking kan de beperking van de eerste soort niet volledig oplossen, omdat ook hier een gebied ongedekt is als ook de tweede ambulance ingezet wordt. Een alternatieve manier om met dit probleem om te gaan, is uit te gaan van een verwachte dekking. Daskin (1983) introduceerde het MEXCLP-model dat de verwachte dekking van een gebied berekent als functie van de bezettingsgraden van de ambulances die dat gebied kunnen bereiken. De dekking voor een aantal ambulances wordt geoptimaliseerd, waarbij meerdere ambulances aan een standplaats kunnen worden toegewezen. Het model is probabilistisch, omdat het uitgaat van een kansverdeling voor de bezettingsgraad. Dit concept is ook gehanteerd in het MALP-model (Revelle en Hogan, 1989). In dit model wordt de verwachte dekking gemaximaliseerd, gebaseerd op de probabilistische verdeling van de bezettingsgraad. Een vervolg op dit model is MALP II dat uitgaat van een bezettingsgraad die mag verschillen tussen standplaatsen. Deze aanname bemoeilijkt het oplossen van het probleem aanzienlijk. Voor het oplossen moet gebruik worden gemaakt van extra algoritmes om de verwachte bezettingsgraden te bepalen, zoals het 'Hypercube'-model (Larson, 1974). Een probabilistisch model dat uitgaat van een vorm van vervoersdifferentiatie is beschreven door Mandell (1998). Dit model gaat uit van ALS- en BLS-ambulances, waarbij ALS-ambulances ook BLS-inzetten mogen doen. Het model berekent de waarschijnlijkheid dat een vraag wordt verzorgd met gebruik van wachtrijmodellen.

Beperking 2: Tijdsafhankelijkheid

De tweede beperking van de statische locatiemodellen was het ontbreken van afhankelijkheid van de tijd. Het is bekend dat de vraag naar ambulancezorg varieert over de dag, over de week en over de seizoenen. Deze beperking was al vroeg onderkend, maar was in de jaren 70 van de vorige eeuw onoverkomelijk vanwege de beperkte rekenkracht van computers. Repede en Bernardo ontwikkelden het MEXCLP-model tot een model dat rekening houdt met de variatie in rijtijden (Repede en Bernardo, 1994). Dit TIMEXCLP-model is uitgewerkt in een simulatiemodel dat uitwees dat de responstijd aanzienlijk verbeterde en dat het percentage inzetten binnen de normtijd toenam. Goldberg (1990) heeft dit model nog een stap verder ontwikkeld door de rijtijden als stochastische variabelen te beschouwen. Simulaties van dit model resulteerden in verdere verbetering van de dekking en prestaties. Het eerder besproken DSM-model is door de auteurs doorontwikkeld naar een dynamische variant, de DDSM (Gendreau et al, 2001). Dit model rekent het DSM-model door voor opeenvolgende tijdstippen, met penalty's op het aantal voertuigverplaatsingen. Het model wordt na elke nieuwe inzet opnieuw doorgerekend en is in die zin een dynamisch managementmodel. Meer recentelijk hebben Schmid en Doerner (2010) het DSM doorontwikkeld met gebruik van een tijdsafhankelijke rijtijd. Dit mDSM-model is een uitbreiding van het DSM-model naar meerdere periodes. De dubbele dekking wordt gemaximaliseerd over meerdere periodes met een penalty op het aantal herallocaties (verplaatsing van bestaande standplaatsen). Hierdoor moet het model simultaan over alle periodes worden opgelost.

Dynamische modellen zijn door Maxwell (2009) getypeerd in drie soorten. Ten eerste zijn er modellen die in real-time de optimale locaties berekenen, zoals het DDSM-model. De tweede soort betreft dynamische modellen waarvan de locaties a priori zijn doorgerekend (Gendreau et al., 2006). In de derde categorie wordt het dynamisch alloceren beschouwd als een stochastisch optimalisatieprobleem en wordt het allocatieprobleem als een Markov-model gemodelleerd, zie bijvoorbeeld de proefschriften van Maxwell (2011) en Restrepo (2008).

Beperking 3: Doelstellingsfuncties

De derde beperking van de statische locatiemodellen wordt in een aantal modellen opgelost door het hanteren van andere doelstellingsfuncties. In voorgaande modellen wordt de dekking gedefinieerd als een 0/1-variabele: een gebied is gedekt of niet. Een alternatieve manier is om uit te gaan van een met de afstand afnemende dekking. Karasakal en Karasakal (2004) gaan hiervan uit in een versie van het MCLP-model die de dekking als partiële dekking berekent. Het partiële kenmerk van het MCLP-P-model ligt erin dat de dekking niet volledig hoeft te zijn. Berman et al. (2010) gaan nog een stap verder en zien de dekking als functie van de afstand tot verschillende standplaatsen. De dekking is gedefinieerd als een soort 'signaal' dat zwakker wordt naarmate de standplaats verder weg ligt van een gebied. Zij formuleren het *Cooperative Location Set Coverage Model* (CLSCM) en het *Cooperative Maximum Coverage Location Problem* (CMCLP).

Een andere soort doelstellingsfunctie komt voort uit het idee om onzekerheden meer centraal te stellen in het modelontwerp en de hieruit voortvloeiende risico's te minimaliseren. Beraldi et al. (2004) beschrijven een robuust model dat goed moet blijven presteren onder verschillende onzekerheden in de onderliggende condities. Het model wordt berekend met gebruik van stochastische programmering. Noyan (2010) bouwt voort op het idee van risico's die moeten worden afgedekt en beschrijft een model dat een prestatieniveau in de doelstellingsfunctie opneemt. Nadeel van dit model is dat het sterk gebaseerd

is op de dekking van gebied. Ingolfsson et al. (2008) verlegt de doelstelling van het optimaliseringsprobleem van dekking naar risico's op overschrijdingen. De optimale locaties van ambulances wordt berekend door de kans op een overschrijding te schatten en in de doelstellingsfunctie op te nemen. Hierin worden onzekerheden in de responstijden meegenomen en ook wordt de rijtijd als stochastische variabele beschouwd. In een andere publicatie gaan Erkut et al. verder door ook de overlevingskansen van patiënten in het allocatieprobleem op te nemen (Erkut et al., 2008). Zij baseren de overlevingskansen op die van patiënten met acuut myocardinfarct.

Betekenis voor het referentiekader

Tijdafhankelijke modellen kunnen heel goed gebruikt worden in de dagelijkse praktijk waarbij oplossingen worden gezocht voor de spreiding van de beschikbare capaciteit op een bepaald moment. Dit zijn vraagstukken die dagelijks spelen in de meldkamer bij real-timemodellen, of in de backoffice van een RAV bij a-priori-verkenningen. De tijdafhankelijke modellen zijn niet ontworpen en daarom minder goed toepasbaar voor de bepaling van een macrocapaciteit in de ambulancezorg. Een macromodel heeft als doel de kaders te schetsen waarbinnen met micromodellering optimale operationele planning kan plaatsvinden. Voor het referentiekader zijn gedetailleerde tijdafhankelijke modellen daarom minder geschikt.

Anders ligt dat bij de back-up- en probabilistische modellen en de modellen met andere doelstellingsfuncties. Feitelijk gaat het bij deze modellen om het meenemen van de benodigde capaciteit in het spreidingsvraagstuk. Dit is een zeer relevante benadering van de modellen achter het referentiekader. De modellen waarin de spreiding en capaciteit geïntegreerd wordt berekend omvatten de back-up- en probabilistische modellen en het spreidingsvraagstuk in één model. Daarbij kan de doelstellingsfunctie beter aansluiten bij de werkelijke doelstelling: het realiseren van korte responstijden. Dit soort modellen sluit daarmee goed aan bij de doelstelling van het referentiekader. In paragraaf 7.5 wordt een model van dit type uitgewerkt.

Voor het referentiekader is het geografisch niveau van het model van belang. Het referentiekader heeft een macroniveau en de gehanteerde modellen kunnen naar dit niveau worden geaggregeerd. Sommige modellen uit de literatuur zijn op een laag geografisch niveau gedefinieerd en kunnen niet zonder meer naar een macroniveau worden geaggregeerd.

6 Spreidingsmodellen

Kernbevindingen

Doel

Doel van het hoofdstuk is een beeld te krijgen van de optimale spreiding van standplaatsen onder verschillende randvoorwaarden. Wat betekent een kortere normrijtijd voor het aantal benodigde standplaatsen en wat gebeurt met de dekking als er minder standplaatsen beschikbaar zijn?

Methode

Een aantal spreidingsmodellen zijn uitgewerkt voor de Nederlandse situatie. Hierbij zijn verschillende normrijtijden en dekkingsgraden gehanteerd.

Conclusies

De spreidingsmodellen schetsen een theoretisch kader van de dekking onder verschillende randvoorwaarden.

- Voor een volledige dekking van Nederland, dat wil zeggen dat 100% van de inwoners binnen de gehanteerde normrijtijd bereikbaar is, zijn 102 standplaatsen voldoende bij 15 minuten rijtijd. Dit aantal loopt op tot 165 bij 12 minuten rijtijd naar 382 bij 8 minuten rijtijd.
- Optimalisatie van de dekking met gebruik van minder standplaatsen laat zien dat 95% dekking gerealiseerd kan worden met 60 standplaatsen bij 15 minuten normrijtijd, 95 standplaatsen bij 12 minuten en 225 standplaatsen bij 8 minuten normrijtijd.
- Een gedifferentieerde normrijtijd voor stedelijk (8 minuten) en niet-stedelijk gebied (12 minuten) leert dat er 217 standplaatsen nodig zijn voor volledige dekking van Nederland. Bij 15 minuten in perifeer gebied loopt dit aantal benodigde standplaatsen terug naar 173.

Wat betekent dit voor het referentiekader?

Afhankelijk van de uitgangspunten varieert het aantal standplaatsen. In het huidige model is er een maximum- en een minimumvariant. Deze gaan uit van verschillende spreidingen van standplaatsen. De minimumvariant gaat uit van dynamisch ambulancemanagement met als gevolg een kleiner aantal standplaatsen dan in de maximumvariant waarbij uitgegaan wordt van paraatheid vanaf de standplaats. De hier geschetste modellen bieden aanknopingspunten voor de discussies over alternatieven. Je ziet namelijk direct wat de gevolgen van bepaalde keuzen zijn voor het aantal standplaatsen.

Ook geven de modellen aangrijpingspunten voor discussies over gedifferentieerd spoedvervoer (besteld vervoer is voor dit hoofdstuk niet van belang). De gevolgen van een keuze voor een lagere rijtijdnorm zijn inzichtelijk gemaakt. Een netwerk van rapid responders met 8 minuten rijtijd, bijvoorbeeld, heeft vergaande gevolgen voor de dichtheid aan standplaatsen of uitrukpunten. Het eventueel overnemen van bepaalde modellen in het referentiekader kan gevolgen hebben voor verschuivingen in de werkelijke locaties, en de afweging moet worden genomen of en in hoeverre deze veranderingen de moeite waard zijn.

In dit hoofdstuk worden verschillende optimalisatiemodellen voor de spreiding van ambulancezorg in Nederland gegeven. Er zijn drie modellen uitgewerkt, elk

met verschillende varianten. De varianten verschillen in de gehanteerde normrijtijd of een maximum aantal beschikbare standplaatsen of uitrukpunten. De modellen maken geen onderscheid tussen standplaats of uitrukpunt, maar bepalen een locatie van waaruit een ambulance vertrekt voor een inzet. Gemakshalve spreken we in dit hoofdstuk van standplaatsen voor de locaties die door de modellen worden bepaald.

Het eerste model is het *Location Set Coverage Model* (LSCM). Dit model berekent het minimum aantal standplaatsen dat nodig is om heel Nederland te dekken, gegeven een normrijtijd. Het tweede model is het *Maximum Coverage Location Problem* (MCLP). Dit model berekent de maximaal haalbare dekking bij een gegeven aantal standplaatsen en een gegeven normrijtijd. Het derde model is een variant van het LSCM-model waarin voor stedelijk en plattelandsgebied andere norm-rijtijden worden gehanteerd. Vanwege deze mix van normrijtijden, gedifferentieerd naar urbanisatiegraad, noemen we dit model het 'mixed' model.

In alle gevallen is gebruik gemaakt van het rijtijdenmodel uit 2008 en bevolkingsgegevens van het jaar 2011. De indeling van Nederland naar stedelijkheid is gebaseerd op de CBS classificering van stedelijkheid, gebaseerd op de omgevingsadressendichtheid.

Doel van de modelberekeningen is om te illustreren wat de kaders zijn voor de spreiding van de ambulancezorg. De modellen berekenen optimale spreidingen van standplaatsen onder verschillende randvoorwaarden. Hierbij worden standplaatsen op soms nieuwe locaties gezet, locaties die geen relatie hebben met de huidige locaties van standplaatsen. Voor de doelstelling van deze modeluitwerkingen is dat geen probleem, omdat we willen tonen wat maximaal haalbaar is in een situatie waarin alle standplaatsen opnieuw geplaatst kunnen worden, een zogenaamde greenfieldsituatie. We willen bandbreedtes schetsen van de optimale spreiding in Nederland. De modelberekeningen in dit hoofdstuk geven dus inzichten in de elementen van het referentiekader. Een volledig oordeel over de effecten op het referentiekader kan pas worden gegeven als de uitkomsten in het referentiekader worden opgenomen en het referentiekader geheel wordt doorgerekend.

6.1 Location Set Covering Model (LSCM)

Het LSCM-model bepaalt het minimale aantal standplaatsen en de spreiding van deze standplaatsen, nodig om een gebied volledig te dekken bij een gegeven normrijtijd. Dit model is uitgewerkt voor de Nederlandse ambulancezorg voor drie normrijtijden: 8, 12 en 15 minuten. Voor 12 minuten normrijtijd is het model ook per RAV doorgerekend. In de berekeningen wordt uitgegaan van alleen de rijtijd. De meld- en uitruktijd zijn voor de berekeningen met dit model niet relevant. De keuze voor 8 en 12 minuten als normrijtijd in deze analyses is gebaseerd op de relatie met een aantal bestaande normen. De norm van 12 minuten rijtijd wordt in het huidige referentiekader gehanteerd. De norm van 8 minuten rijtijd wordt in verschillende discussies over korte responstijden in verband met verbeterde overleving bij hartstilstanden gehanteerd. Deze responstijd wordt ook in het Verenigd Koninkrijk gehanteerd voor prestatienorm bij levensbedreigende inzetten (75% van de inzetten binnen 8 minuten responstijd). De 15 minuten normrijtijd heeft geen directe relatie met een andere (buitenlandse) norm.

De resultaten van de modelberekeningen zijn gegeven in Tabel 10 en de figuren 15, 16 en 17. Tabel 11 geeft de resultaten van de doorrekening op RAV-niveau.

De resultaten laten zien dat voor een – hypothetische – situatie dat iedere Nederlander binnen 8 minuten rijtijd ambulancezorg moet kunnen ontvangen, er minstens 382 standplaatsen nodig zijn. Als dit scenario wordt gerealiseerd, zullen waarschijnlijk nog meer uitrukpunten nodig zijn, omdat in de praktijk de optimale spreiding niet gerealiseerd zal worden. Een 100% dekking bij 15 minuten rijtijd kan worden gerealiseerd met 102 standplaatsen. Ook bij deze uitkomsten moet worden aangetekend dat de locaties in deze berekening niet getoetst zijn aan de praktijk. Dat wil zeggen dat deze locaties op een willekeurige plek in Nederland geplaatst kunnen zijn.

De berekening van 100% dekking per RAV bij 12 minuten rijtijd (Tabel 11) geeft andere resultaten dan tabel 9 bij 12 minuten rijtijd. Het verschil ligt erin dat bij een berekening per RAV elke RAV apart wordt doorgerekend. Per RAV wordt gezocht naar het minimum aantal standplaatsen voor volledige dekking. Het resultaat is deels afhankelijk van de geografische vorm van de RAV. Bij een doorrekening op landelijk niveau wordt met open RAV-grenzen gerekend. Dit leidt tot een meer doelmatige spreiding dan een berekening per RAV.

Het scenario bij 12 minuten rijtijd heeft een relatie met het referentiekader. In het referentiekader wordt de dekking bepaald bij 12 minuten rijtijd. De optimale spreiding van standplaatsen bij 12 minuten rijtijd resulteert in 165 standplaatsen. Dit is aanzienlijk minder dan de 206 standplaatsen in het referentiekader. Verschillen tussen de spreiding van het referentiekader en het optimale model in Figuur 16 zijn gelegen in drie aspecten. In de eerste plaats gaat het referentiekader uit van de dekking per RAV-regio. Ten tweede gaat het referentiekader uit van minstens 97% dekking per RAV. Het derde verschil ligt erin dat het referentiekader niet uitgaat van de optimale spreiding.

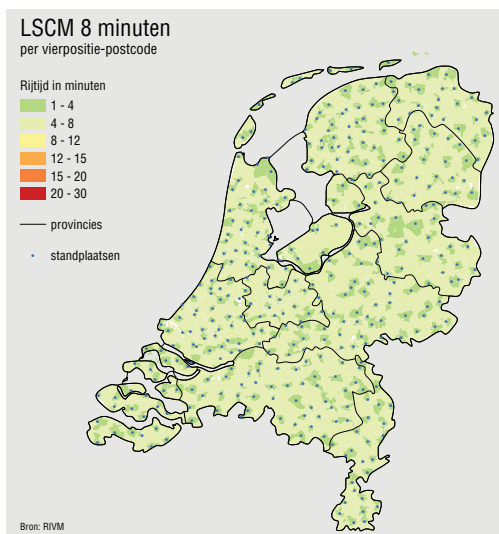
De resultaten van de optimale spreiding per RAV-regio voor 100% dekking bij 12 minuten rijtijd (Tabel 11) hebben twee betekenissen voor het referentiekader. Ten eerste zien we de betekenis van open of gesloten grenzen voor de spreiding van standplaatsen. Bij open grenzen zijn bij 12 minuten rijtijd 165 standplaatsen nodig voor volledige dekking (Tabel 10). Bij gesloten grenzen is dit aantal 203 (Tabel 11). De ondoelmatigheid van het uitgangspunt van geslotenheid van RAV-grenzen is dus 38 standplaatsen. Een tweede betekenis voor het referentiekader ligt in de overeenkomst van de resultaten in tabel 8 met het aantal uitrukpunten in de minimumvariant. Voor de minimumvariant is per RAV gezocht naar het aantal uitrukpunten waarbij de dekking van het referentiekader wordt gehaald bij 13 minuten rijtijd. Ook hier is geoptimaliseerd en gezocht naar willekeurige standplaatslocaties. Wel is voor het model in deze paragraaf uitgegaan van een andere normrijtijd en dekkingspercentage dan in de minimumvariant van het referentiekader. Ondanks deze verschillen is een aantal uitkomsten dezelfde, vooral voor kleine RAV-regio's en regio's met een goede bereikbaarheid.

Tabel 10: Resultaten van het LSCM-model: minimum aantal standplaatsen nodig voor 100% dekking in Nederland bij verschillende normrijtijden.

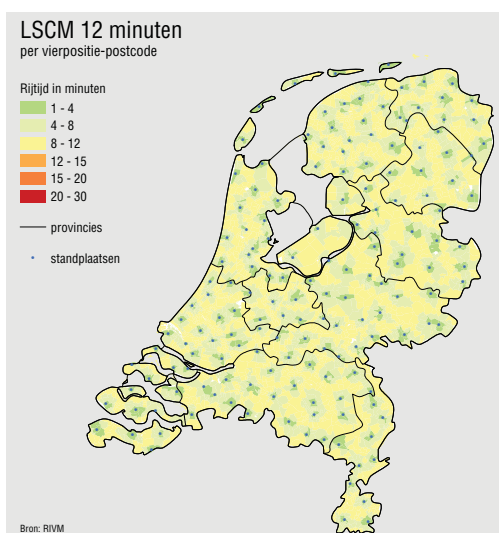
<i>Normrijtijd (minuten)</i>	<i>Minimum aantal standplaatsen</i>
8	382
12	165
15	100

Tabel 11: Resultaten van het LSCM-model per RAV: minimum aantal standplaatsen nodig voor 100% dekking per RAV bij 12 minuten normrijtijd.

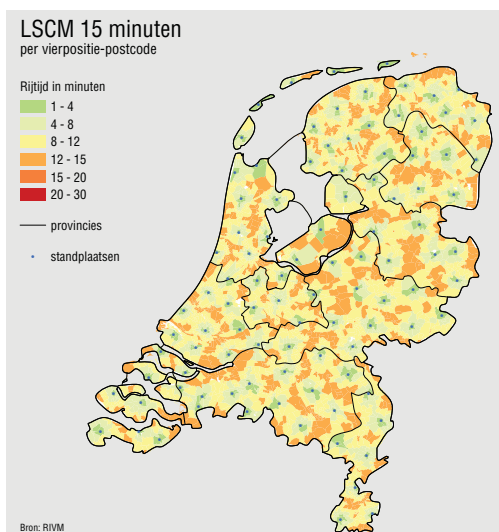
<i>RAV nr.</i>	<i>RAV-naam</i>	<i>Minimum aantal standplaatsen</i>
1	Groningen	12
2	Friesland	22
3	Drenthe	12
4	IJsselland	10
5	Twente	6
6	Noordoost-Gelderland	13
7	Gelderland-Midden	8
8	Gelderland-Zuid	8
9	Utrecht	10
10	Noord-Holland-Noord	8
11/13	Amsterdam-Waterland	6
12	Kennemerland	4
14	Gooi- en Vechtstreek	2
15	Haaglanden	4
16	Hollands-Midden	8
17	Rotterdam-Rijnmond	10
18	Zuid-Holland-Zuid	6
19	Zeeland	11
20	Brabant-Midden-West	11
21	Brabant-Noord	7
22	Brabant-Zuidoost	7
23	Limburg-Noord	8
24	Zuid-Limburg	4
25	Flevoland	6
Totaal		203



Figuur 15: LSCM-model voor Nederland bij 8 minuten normrijdtijd: minimum aantal standplaatsen nodig voor 100% dekking in Nederland.



Figuur 16: LSCM-model voor Nederland bij 12 minuten normrijdtijd: minimum aantal standplaatsen nodig voor 100% dekking in Nederland.



Figuur 17: LSCM-model voor Nederland bij 15 minuten normrijdtijd: minimum aantal standplaatsen nodig voor 100% dekking in Nederland.

6.2 Maximum Covering Location Problem (MCLP)

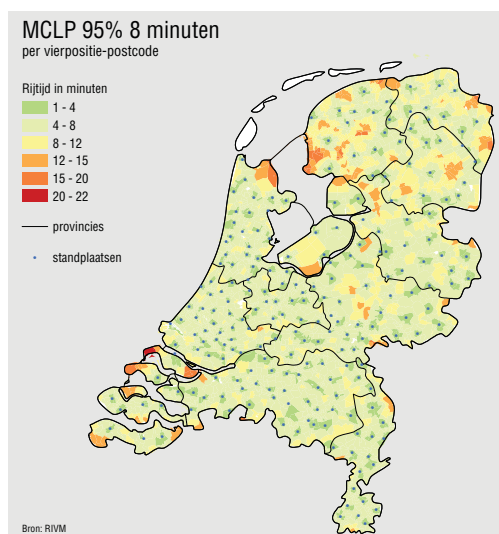
Het MCLP-model maximaliseert de dekking gegeven een aantal standplaatsen en een normrijtijd. In deze uitwerking zijn standplaatsen op willekeurige optimale locaties geplaatst. Er is geen relatie met voorgeschreven mogelijke locaties of met huidige standplaatsen. In de uitwerkingen van dit model is een weging naar inwoners gehanteerd. Dit betekent dat de maximale dekking van het aantal inwoners wordt bepaald. Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld een geografische dekking waarin gebieden wordt gedekt, ongeacht het aantal inwoners dat in het gebied woont. Bij een weging naar inwoners worden standplaatsen eerder in een stedelijk gebied geplaatst dan bij een geografische weging. In de allocatie wordt geen rekening gehouden met huidige standplaatslocaties. Hierdoor kunnen standplaatsen op geheel nieuwe locaties terecht komen. Het MCLP-model is doorgerekend bij 8, 12 en 15 minuten normrijtijd. Een belangrijk verschil met het LSCM-model uit paragraaf 6.1 ligt erin dat het aantal standplaatsen is voorgeschreven. Het LSCM-model minimaliseert het aantal standplaatsen, het MCLP-model maximaliseert de dekking.

In de uitwerking van de modellen is stapsgewijs het aantal standplaatsen verhoogd en is telkens gezocht naar de maximale dekking. Dit is gedaan voor normrijtijden van 8, 12 en 15 minuten. De Waddeneilanden zijn in deze berekeningen buiten beschouwing gelaten omdat deze de optimalisaties verstoorden vanwege hun geïsoleerde ligging. Tabel 12 geeft de resultaten van de doorrekeningen. De tabel leert ons dat het behalen van een hogere dekking een sterk niet-lineair proces is. Dat wil zeggen dat de marginale toename in dekking kleiner wordt naarmate de dekking hoger is.

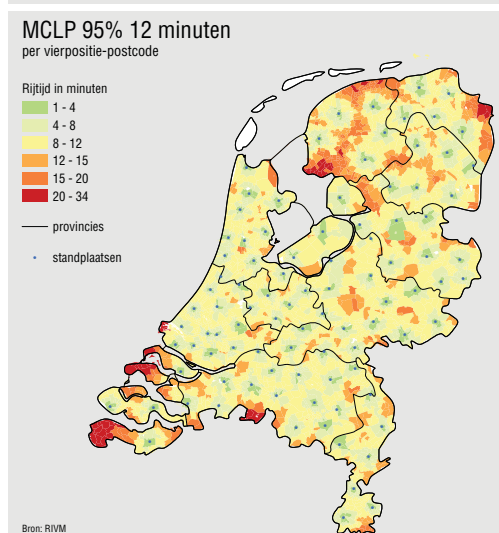
Naast deze analyses is het MCLP-model gebruikt om te onderzoeken waar in Nederland de dekking verandert als de normrijtijd verhoogd wordt van 8, via 12, naar 15 minuten. Hierbij zijn we telkens uitgegaan van een landelijke 95% dekkingsgraad. De figuren 18, 19 en 20 tonen hiervan de resultaten. De kaarten laten het effect van de weging naar inwoners zien. Bij 8 minuten rijtijd en 95% dekking zijn er 225 standplaatsen nodig en is een groot deel van Nederland gedekt. De 5% onbereikte gebieden zijn de dunbevolkte gebieden aan de randen van Nederland, in Zeeland en in Friesland. Bij een verhoging van de normrijtijd naar 12 en vervolgens 15 minuten krijgen dunbevolkte delen van Nederland steeds minder dekking. Het kaartbeeld laat zien dat de minder bevolkte gebieden in Zeeland, Friesland en de randen van Nederland het eerst buiten bereik komen te liggen. Bij 12 minuten normrijtijd kan met 95 standplaatsen 95% van de Nederlanders worden bereikt. Bij 15 minuten normrijtijd zijn hiervoor 60 standplaatsen nodig.

Tabel 12: Resultaten van het MCLP-model: maximale dekking van Nederland bij een gegeven aantal standplaatsen en normrijtijd.

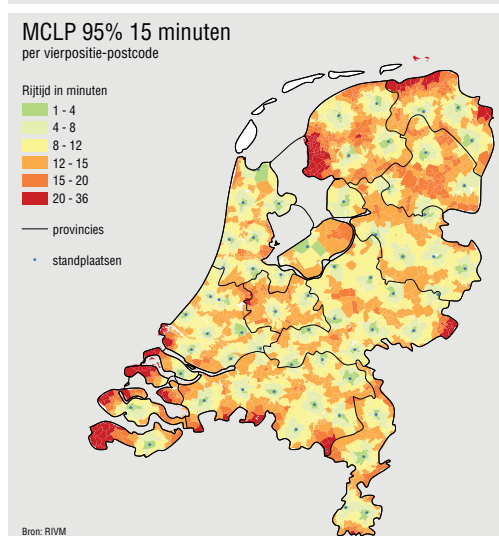
<i>8 minuten normrijtijd</i>		<i>12 minuten normrijtijd</i>		<i>15 minuten normrijtijd</i>	
<i>Aantal</i>	<i>Dekking</i>	<i>Aantal</i>	<i>Dekking</i>	<i>Aantal</i>	<i>Dekking</i>
<i>standplaatsen</i>	<i>(%)</i>	<i>standplaatsen</i>	<i>(%)</i>	<i>standplaatsen</i>	<i>(%)</i>
300	99,1	100	96,4	40	85,6
325	99,6	110	97,8	50	91,5
350	99,9	120	98,8	60	95,7
375	99,9	130	99,5	70	98,2
		140	99,8	80	99,4
		150	99,9	90	99,9
		160	99,9	100	99,9



Figuur 18: MCLP-model bij 225 standplaatsen en 8 minuten rijtijd: optimale spreiding voor maximale dekking (95%).



Figuur 19: MCLP-model bij 95 standplaatsen en 12 minuten rijtijd: optimale spreiding voor maximale dekking (95%)



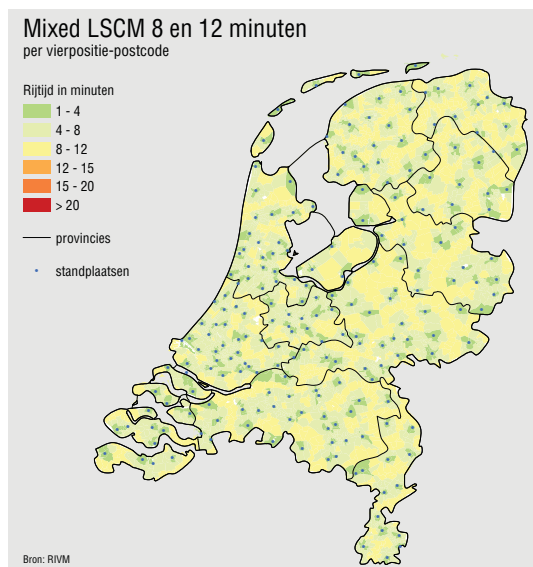
Figuur 20: MCLP-model bij 60 standplaatsen en 15 minuten rijtijd: optimale spreiding voor maximale dekking (95%)

6.3 Mixed model

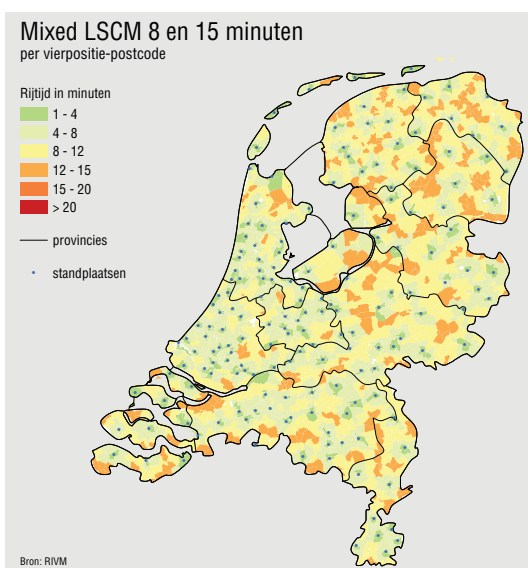
In dit model wordt het minimum aantal standplaatsen bepaald voor Nederland, waarbij voor stedelijk gebied een andere normrijtijd wordt gehanteerd dan voor landelijk gebied. Dit is een andere uitwerking van het LSCM-model. Er wordt dus gezocht naar het minimum aantal standplaatsen voor een volledige (100%) dekking. Als voorbeeld is in deze paragraaf het model uitgewerkt voor twee varianten, in beide varianten is voor stedelijk gebied 8 minuten normrijtijd gehanteerd. In de eerste variant geldt voor het platteland 12 minuten rijtijd, in de tweede variant is dit 15 minuten. De resultaten zijn in de figuren 21 en 22 gegeven.

In het geval van 8 en 12 minuten normrijtijd zijn voor 100% dekking 217 standplaatsen nodig, bij 8 en 15 minuten rijtijd zijn hiervoor 173 standplaatsen nodig. In paragraaf 6.1 is het LSCM-model doorgerekend voor heel Nederland bij 8, 12 en 15 minuten rijtijd. Bij 8 minuten rijtijd zijn 382 standplaatsen nodig voor 100% dekking van Nederland. Het hanteren van een langere rijtijd voor perifeer gebied leidt dus tot 43 tot 54% minder standplaatsen, afhankelijk van de normrijtijd voor landelijk gebied.

Deze berekeningen zijn puur illustratief bedoeld en worden niet gebruikt in het referentiekader, omdat daar niet wordt uitgegaan van een gedifferentieerde norm. We zien echter ontwikkelingen waarbij in stedelijk gebied meer en meer met vervoersdifferentiatie wordt gewerkt. Voor vervoersdifferentiatie is echter een voldoende grootte van de vraag nodig. In stedelijk gebied zal de vraag groot genoeg zijn, in andere delen van het land waarschijnlijk niet. Daarvoor zal onderscheid gemaakt moeten worden in verschillende typen gebieden. Deze paragraaf laat zien dat dit rekenkundig mogelijk is.



Figuur 21: Mixed LSCM-model bij 12 minuten rijtijd in landelijk gebied en 8 minuten in stedelijk gebied: 100% dekking bij 217 standplaatsen.



Figuur 22: Mixed LSCM-model bij 15 minuten rijtijd in landelijk gebied en 8 minuten in stedelijk gebied: 100% dekking bij 173 standplaatsen.

7 Capaciteitsmodellen

Kernbevindingen

Doel

Doel van het hoofdstuk is het verkennen van verschillende aanpassingen van het capaciteitsmodel van het referentiekader en inzicht te krijgen in de gevolgen van andere uitgangspunten voor de capaciteit.

Methode

Het bestaande model wordt gevarieerd en er wordt gebruikgemaakt van andere uitgangspunten en rekenmodellen. Ook wordt een geheel ander conceptueel model uitgewerkt in een nieuw capaciteitsmodel. Voor de berekening van de benodigde capaciteit voor de meldkamer wordt een nieuw model gepresenteerd.

Conclusies

- In het huidige capaciteitsmodel wordt de capaciteit voor spoedvervoer en besteld vervoer geïntegreerd berekend. Het gescheiden berekenen van capaciteit voor spoedvervoer en besteld vervoer leidt tot een groei van de benodigde capaciteit van 4 tot 10%. Landelijk worden in deze variant overdag op werkdagen twintig ambulances meer berekend dan in het referentiekader-2008. Deze stijging van benodigde capaciteit bij een gescheiden capaciteitsberekening wordt veroorzaakt door het wegvallen van het gebruik van restcapaciteit van het spoedvervoer in het besteld vervoer.
- In een model dat uitgaat van vervoersdifferentiatie wordt voor verschillende types ambulances capaciteit berekend, zodanig dat deze is afgestemd op de vraag. Een dergelijk model kan niet worden geconstrueerd, omdat hiervoor essentiële informatie in de ritgegevens ontbreekt waardoor deze niet kunnen aansluiten bij de inzetcriteria voor gedifferentieerd vervoer. Hierdoor kan de voor een capaciteitsmodel met gedifferentieerd vervoer noodzakelijke koppeling tussen vraag en aanbod van zorg niet worden gemaakt. Daarnaast zijn de inzetcriteria onvoldoende gespecificeerd voor toepassing in een model. Als de gegevens beschikbaar komen en de criteria verder gedetailleerd zijn, is een capaciteitsberekening met vervoersdifferentiatie technisch wel mogelijk. Aanbevolen wordt om de noodzakelijke informatie beschikbaar te laten komen, zodat bij een volgende analyse een model met vervoersdifferentiatie ontwikkeld kan worden.
- Het modelleren van de gelijktijdigheid van spoedvervoer met het Erlang-C-model leidt tot kleine verschillen in de benodigde capaciteit ten opzichte van het referentiekader-2008. De verschillen hangen af van de werklust, het aantal ritten per uur en van de aannames over toegestane wachtrijslengte. Gezien het spoedeisende karakter van spoedvervoer onder A1-urgentie is het niet zinvol om wachtrijvorming in een Erlang-model te hanteren. Voor A2-urgentie kan dit onder voorwaarden wel. Als het Erlang-model voor A2-vervoer wordt toegepast is een gescheiden berekening van capaciteit voor A1- en A2-vervoer nodig. De effecten hiervan op het referentiekader zijn niet doorgerekend, maar wat we zien, is dat er twee effecten zijn. Enerzijds zal meer capaciteit worden berekend omdat de vervoerstypes apart worden berekend en er in de berekening geen uitwisseling van capaciteit is. Anderzijds zal door het wachtrijprincipe een lagere capaciteit worden berekend.
- Een capaciteitsmodel met prikkels voor doelmatigheid kan gebaseerd worden op aannames over een normatieve behandel- en overdrachtstijd. In

de uitwerking in dit rapport is de gemiddelde ritduur voor die intervallen uitgegaan van de tijden van 'best practices' in Nederland. Voor de andere intervallen wordt gebruikgemaakt van ritstatistieken, gespecificeerd per RAV, omdat de rij- en bezorgtijden regio gebonden zijn. Doorrekening van deze geconstrueerde ritduur wijst uit dat, op landelijk niveau, de gemiddelde ritduur ongeveer 14% lager is dan wanneer de definitie van het referentiekader-2008 wordt gehanteerd. Het effect op de benodigde capaciteit is nul tot vier ambulances per RAV minder, afhankelijk van de RAV, het tijdsblok en de dagsoort. Als de resultaten van drie RAV's naar landelijk niveau worden doorgetrokken kan voorzichtig gesteld worden dat overdag per RAV ongeveer één ambulance minder benodigd is.

- Een capaciteitsmodel dat spreiding en capaciteit geïntegreerd berekent en dat gebaseerd is op het minimaliseren van de kans op overschrijdingen biedt conceptueel een aantal voordelen boven het huidige model dat uitgaat van twee afzonderlijke criteria voor spreiding en voor capaciteit. Het geïntegreerde model sluit meer aan bij de praktijk van de ambulancezorg waarin een laag percentage overschrijdingen van de normrespons tijd een belangrijke doelstelling is. De eerste resultaten van het geïntegreerde model geven aan dat het nieuwe model potentie heeft, maar nog niet verfijnd genoeg is voor toepassing in het referentiekader. Het model heeft nog geen capaciteitsberekening voor besteld vervoer en moet nog verder worden ontwikkeld voor het borgen van paraatheid in gebieden met een lage vraag naar ambulancezorg.
- Het capaciteitsmodel voor de meldkamer ambulancezorg rekent twee situaties door. De eerste gaat uit van één soort centralist, de tweede gaat uit van een centralist (triagist) voor het aannemen en uitvragen van een melding en een logistieke medewerker voor de rituitgifte. De eerste analyses van het meldkamermodel laten zien dat er zeker schaalvoordelen te behalen zijn. Simulaties van het model geven inzicht in het moment waarop differentiatie van centralisten efficiënt lijkt te zijn. Het model is ontworpen voor de simulatie van de benodigde capaciteit, gegeven een model van de processen op de meldkamer, en kan nog worden uitgewerkt naar dagsoort en uur van de dag. Het model heeft nog geen uitgangspunten en randvoorwaarden met betrekking tot kwaliteitsaspecten van de uitvraag- en rituitgifteprocessen op de meldkamer en kan niet worden gebruikt als stuurinstrument voor een goede triage en rituitgifte.

Wat betekent dit voor het referentiekader?

Het gescheiden berekenen van capaciteit voor spoedvervoer en besteld vervoer leidt tot meer berekende capaciteit. Deze berekening staat los van vervoersdifferentiatie. Deze kan in het model worden toegepast als vervolgstap op het gescheiden berekenen van de benodigde capaciteiten. In de praktijk biedt differentiatie van spoedvervoer en besteld vervoer met gebruik van de zorgambulance, naar verwachting de mogelijkheid om het besteld vervoer doelmatiger te organiseren omdat een hogere bezettingsgraad kan worden gerealiseerd, mogelijk ook met minder lange wachttijden in het besteld vervoer. Voorwaarde voor doelmatigheidswinst is een effectieve planning en organisatie van het vervoer. Nadeel van deze vervoersdifferentiatie is dat het spoedvervoer in momenten van schaarste geen gebruik kan maken van zorgambulances, met als gevolg mogelijke overschrijdingen in het spoedvervoer. Vervoersdifferentiatie voor A- en B-vervoer wordt door het beleid als ongewenst beschouwd in verband met een mogelijk verlies aan kwaliteit door verdunning van ritten en ervaring. Een model met vervoersdifferentiatie in het spoedvervoer is nog een brug te ver op dit moment. Als in de toekomst de benodigde informatie beschikbaar komt, is

enige ontwikkeltijd nodig voor het ontwikkelen van een vervoersgedifferentieerd model.

Los van deze rekentechnische aspecten is er een praktisch nadeel van het scheiden van spoedvervoer en besteld vervoer en vervoersdifferentiatie. Als het besteld vervoer door zorgambulances wordt uitgevoerd, met lager gekwalificeerd personeel, of het spoedvervoer met minder uitgeruste rapid responders, kunnen deze voertuigen niet zonder meer worden ingezet voor GHOR-taken in opgeschaalde situaties. In de praktijk worden deze nadelen afgewogen tegen de praktische voordelen van de zorgambulance en vervoersdifferentiatie. Het referentiekader kan deze afweging als uitgangspunt in de modellering meenemen.

Het hanteren van normatieve parameterwaarden kan effectief zijn als prikkel tot doelmatigheid. Het rekenvoorbeeld in dit hoofdstuk met gebruik van 'best practices'-waarden in de gemiddelde ritduur, heeft als resultaat een lagere benodigde capaciteit. Dit resultaat moet zorgvuldig worden geïnterpreteerd, omdat in sommige RAV's omgevingsfactoren een beperkende factor zijn in het behalen van hoge prestaties. RAV's met een dicht wegnnet en goede bereikbaarheid kunnen voor de ritprestaties niet zonder meer worden vergeleken met RAV's met een slechte bereikbaarheid en dun wegnnetwerk. Een nieuw model met een integrale benadering van spreiding en capaciteit sluit beter aan bij de praktijk dan het huidige model, maar heeft nog ontwikkeltijd nodig.

Het capaciteitsmodel voor de meldkamer is een uitbreiding van het domein van het referentiekader naar de meldkamer. De resultaten van dit prototype zijn op hoofdlijnen gevalideerd met roosters van twee meldkamers. Voordat het model in het referentiekader kan worden opgenomen, is het wenselijk dat het verder gevalideerd wordt en dat uitgangspunten en randvoorwaarden voor dit model worden geformuleerd.

In dit hoofdstuk worden verschillende capaciteitsmodellen voor het referentiekader gepresenteerd. Deze modellen wijken in meer of mindere mate af van het huidige capaciteitsmodel in het referentiekader-2008. Er zijn vijf verschillende modelvarianten uitgewerkt.

De eerste modelvariant berekent de capaciteit van het besteld vervoer gescheiden van het spoedvervoer. Er vindt dan geen overloop plaats van restcapaciteit van het spoedvervoer naar het besteld vervoer. Deze verandering heeft betrekking op thema S in hoofdstuk 2: *Gebruik restcapaciteit spoedvervoer*. Deze variant is uitgewerkt in paragraaf 7.1.

In paragraaf 7.2 is de tweede variant uitgewerkt. Die variant gaat uit van volledige vervoersdifferentiatie. Heeft de eerste variant het vervoer gedifferentieerd naar spoedvervoer en besteld vervoer, de tweede variant gaat met het spoedvervoer nog een stuk verder door ook rapid responders (solo-ambulances) te onderscheiden. Dit heeft betrekking op thema M in hoofdstuk 2: *Vervoersdifferentiatie*.

De derde variant in paragraaf 7.3 gaat over het inbrengen van 'prikkel tot doelmatigheid'. Deze variant raakt de basisgedachte van het referentiekader, omdat het uitgaat van een extra aspect aan de doelstelling van het referentiekader. Doel van het huidige referentiekader is 'het bepalen van het benodigde aantal ambulances om aan de vraag te voldoen zodat verantwoorde ambulancezorg mogelijk is'. Het meenemen van prikkels tot doelmatigheid zal de doelstelling van het referentiekader veranderen tot '.... zodat verantwoorde

ambulancezorg mogelijk is *die op een doelmatige wijze wordt geleverd.*' De uitwerking van een capaciteitsmodel met deze doelstellingsfunctie leidde tot conflicten tussen het beoogde minimumniveau voor verantwoorde ambulancezorg en veronderstelde doelmatigheidswinsten. Een gezamenlijke modellering van deze twee concepten is pas mogelijk als het minimumniveau van verantwoorde ambulancezorg helder is beschreven. In paragraaf 7.3 gaan we dieper in op dit idee. In die paragraaf is een praktische oplossing uitgewerkt waarbij het conceptuele niveau is verlaten en op het niveau van uitgangspunten gekozen is voor een andere definitie van de gemiddelde ritduur, als een belangrijke parameter in een doelmatige uitvoering van de ambulancezorg. Dit heeft betrekking op uitgangspunt nummer 7 van thema I in hoofdstuk 2: *Dataselectie en parameterdefinities*'.

In het referentiekader-2008 wordt voor het berekenen van de capaciteit voor het spoedvervoer uitgegaan van het faalkansmodel waarin de binnenkomende meldingen Poisson-verdeeld zijn. Zie uitgangspunt nummer 2 van thema G *Faalkansmethode* in hoofdstuk 2. In paragraaf 7.4 bespreken we de vierde variant waarin de meldingen en het afhandelen daarvan volgens een Erlang-C-model worden gemodelleerd. Het Erlang-C-model is een veelgebruikt model in de wachtrijtheorie en maakt het mogelijk rekening te houden met het ontstaan van wachtrijen in de afhandeling van meldingen.

Vervolgens wordt in paragraaf 7.5 een alternatief capaciteitsmodel behandeld. Dit model gaat uit van een ander concept voor het referentiekader. In dit model wordt de kans op een overschrijving geminimaliseerd. De doelstellingsfunctie van het referentiekader is dan uitgebreid tot 'het bepalen van het *minimum* benodigde aantal ambulances om aan de vraag ... te voldoen, ..., zodat verantwoorde ambulancezorg mogelijk is *en de kans op overschrijding van de 15 minuten responstijd minder dan 5% is*'. In dit model wordt de spreiding en capaciteit voor het spoedvervoer integraal berekend en wordt de onzekerheid in de responstijden meegenomen in de risicoberekening. De risicoberekening wordt uitgevoerd om de kans op een overschrijding te minimaliseren. In de uitwerking van deze variant zijn veel uitgangspunten anders dan in het huidige referentiekader. Details hierover zijn opgenomen in paragraaf 7.5.

Daarnaast wordt in paragraaf 7.6 een capaciteitsmodel gepresenteerd voor de benodigde capaciteit op een meldkamer ambulancezorg, het aantal centralisten. Dit is een heel nieuw model dat losstaat van het referentiekader en daarom ook geen relatie heeft met de uitgangspunten en randvoorwaarden in hoofdstuk 2.

7.1 Splitsen van spoedvervoer en besteld vervoer

In het capaciteitsmodel van het referentiekader-2008 wordt de benodigde capaciteit voor spoedvervoer en besteld vervoer integraal berekend. In een eerste stap wordt het aantal benodigde ambulances voor spoedvervoer en geografische paraatheid bepaald. Deze wordt vergeleken met het aantal verreden uren ambulancezorg uit de ritgegevens. In de meeste gevallen is er sprake van restcapaciteit, omdat het aantal benodigde ambulances een geheel getal moet zijn en altijd naar boven wordt afgerond. In de integrale berekening wordt de restcapaciteit van het spoedvervoer ingezet voor het verzorgen van besteld vervoer. Er is dus een soort van 'overloop' van restcapaciteit. Deze integrale benadering leidt tot efficiëntiewinst.

Nadeel van deze benadering is het feit dat het besteld vervoer niet apart gezien wordt van het spoedvervoer. Als het besteld vervoer los van het spoedvervoer

kan worden beschouwd, zijn er meer mogelijkheden om het besteld vervoer doelmatiger in te richten. De bezettingsgraad van 66% zoals die nu in het referentiekader wordt gehanteerd, zou dan omhoog kunnen. Voorwaarde voor doelmatigheidswinst is een effectieve planning en organisatie van het vervoer.

Een gescheiden berekening van spoedvervoer en besteld vervoer staat los van vervoersdifferentiatie. Vervoersdifferentiatie kan in principe wel worden toegepast. In het eenvoudige geval kan dit betekenen dat het besteld vervoer volledig wordt verzorgd door zorgambulances. Een meer gedetailleerd model, met een meer genuanceerde toewijzing van het besteld vervoer aan zorgambulances en reguliere ambulances, is onderwerp van de volgende paragraaf.

Modelvariant

De modelvariant in deze paragraaf gaat uit van een gescheiden berekening van benodigde capaciteit. In de uitgangspunten van het referentiekader-2008 in hoofdstuk 2 heeft deze aanname betrekking op thema S: *Gebruik restcapaciteit spoedvervoer*. Dit veranderde uitgangspunt zegt alleen iets over de overloop van restcapaciteit, die wegvalt in de gescheiden capaciteitsberekening. Zoals al opgemerkt, zegt deze variant niets over het *type* ambulance waarmee het vervoer wordt uitgevoerd.

Uitwerking

Het model met gescheiden capaciteitsberekening is doorgerekend met dezelfde productiegegevens en parameters als het referentiekader-2008. Berekeningen zijn uitgevoerd voor alle RAV's, met uitzondering van de Waddeneilanden. In het referentiekader-2008 krijgen de Waddeneilanden een aparte benadering. Dat zal in deze variant zo blijven. De nieuwe variant is wel uitgewerkt voor Zeeland en Goeree-Overflakkee. Deze gebieden zijn als eilanden beschouwd, zoals in het referentiekader-2008. De berekeningen zijn uitgevoerd voor alle dagsoorten en alle tijdsblokken.

Resultaten

De benodigde capaciteit in de modelvariant met gescheiden berekening van spoedvervoer en besteld vervoer is op landelijk niveau voor alle dagsoorten en tijdsblokken hoger dan het referentiekader-2008 (Tabel 13). Het verschil is het grootst in het tijdsblok van 0-8 uur. Op zaterdagen van 0-8 uur zijn 25 ambulances meer nodig, overeenkomend met 9,2% meer capaciteit. Overdag is 4% meer capaciteit nodig. Voor bijna alle RAV's wordt per tijdsblok en dagsoort nul of één extra ambulance berekend (zie Bijlage 7). Uitzondering hierop is het extra aantal ambulances voor de RAV's Amsterdam en Haaglanden op werkdagen overdag. Voor die RAV's worden twee en vier extra ambulances berekend.

Gevoeligheidsanalyse

Om inzicht te krijgen in de dynamiek van de modelvariant is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Hierin is gekeken hoe de benodigde capaciteiten variëren bij variaties van parameters en invoervariabelen. Deze gevoeligheidsanalyse is tevens uitgevoerd op het capaciteitsmodel van het referentiekader-2008. De gevoeligheidsanalyse is beperkt uitgevoerd, namelijk alleen met een variatie van +10% in de parameters. Bij een volledige gevoeligheidsanalyse wordt uitgegaan van een grotere variatie van parameters en variabelen, zoals een range van -20% tot +20% van de basiswaarden van de parameters. Daarbij is de analyse beperkt tot twee dagdelen en tijdsblokken,

werkdagen overdag en de zaterdagavond, en drie RAV's, Drenthe, Utrecht en Amsterdam (exclusief Zaanstreek-Waterland).

De gevoeligheidsanalyse gaat altijd uit van basiswaarden. Deze zijn gegeven in het bovenste deel van Tabel 14, voor zowel het model van het referentiekader-2008 als voor de variant. Het onderste deel geeft de procentuele verandering in de uitkomsten (het aantal benodigde ambulances) bij een 10% stijging van de parameter in de linkerkolom. Als voorbeeld: een stijging van 10% van de productie van het besteld vervoer in Amsterdam op werkdagen overdag leidt in het referentiekader-2008 tot 6,5% meer benodigde ambulances en in de variant in deze paragraaf tot 6,1% meer benodigde ambulances.

Betekenis voor het referentiekader

De modelvariant waarin de capaciteit voor besteld en spoedvervoer gescheiden wordt berekend is uitgewerkt voor heel Nederland op basis van de gegevens van het referentiekader-2008. Deze modelvariant leidt tot 20 ambulances meer (+4%) op werkdagen overdag. Maximaal worden 25 ambulances meer berekend (zaterdagen 0-8 uur), het kleinste verschil is 14 ambulances meer (zondagen 8-16 uur). De gevoeligheidsanalyse laat zien dat de modelvariant niet voor elke RAV even grote veranderingen meebrengt. Bij een 10% hogere parameterwaarde of invoervariabele is de berekende capaciteit niet voor elke RAV evenveel veranderd. De verschillen hangen samen met de mix van besteld en spoedvervoer en aantallen standplaatsen in de basiswaarden, die per RAV, dagsoort en tijdsblok verschillen.

Toepassing in het referentiekader is mogelijk, maar leidt tot verlies van doelmatigheid. Het huidige referentiekader bezit een vorm van doelmatigheid door de overloop van restcapaciteit van het spoedvervoer naar het besteld vervoer. Deze gaat verloren bij een gescheiden berekening van capaciteiten. Mogelijk dat het verlies aan doelmatigheid kan worden gecompenseerd door het veronderstellen van vervoersdifferentiatie, zoals het gebruik van zorgambulances. Deze aanname valt echter buiten het blikveld van deze variant.

Tabel 13: Aantal benodigde ambulances volgens het referentiekader en de modelvariant met gescheiden A- en B-vervoer (tussen haken het aantal ambulances voor besteld vervoer).

<i>Dagsoort</i>	<i>Tijdsblok</i>	<i>Referentiekader-2008</i>	<i>Modelvariant met gescheiden A- en B-vervoer⁽¹⁾</i>	<i>Verskil absoluut</i>	<i>Verskil relatief</i>
Werkdagen	0-8	270	294 (31)	24	8,9
	8-16	498	518 (234)	20	4,0
	16-24	351	369 (66)	18	5,1
Zaterdagen	0-8	271	296 (29)	25	9,2
	8-16	371	386 (70)	15	4,0
	16-24	330	344 (40)	14	4,2
Zon- en feestdagen	0-8	282	300 (28)	19	6,7
	8-16	349	363 (56)	14	4,0
	16-24	321	337 (39)	16	5,0

Noot: 1) Het aantal ambulances voor spoedvervoer in de nieuwe modelvariant is inclusief de tien ambulances voor de Waddeneilanden.

Tabel 14: Boven: basiswaarden van de capaciteitsmodellen op basis van productiecijfers van het referentiekader-2008 (peiljaar 2006); Onder: uitkomsten van de gevoeligheidsanalyse: verschil in benodigde capaciteit bij 10% variatie in parameters (%). (De cijfers in blauw met grijze achtergrond in de onderste tabel geven aan dat er een verschil is tussen de modelvariant en het referentiekader-2008.)

Parameter	Basiswaarden					
	Werkdagen overdag			Zaterdag- avond		
	Drenthe	Utrecht	Amsterdam	Drenthe	Utrecht	Amsterdam
Aantal standplaatsen	8	7	3	11	11	5
Productie spoedvervoer	7.263	13.906	14.342	1.183	2.266	2.578
Productie besteld vervoer	6.387	18.987	18.860	43	695	533
Gemiddelde ritduur spoedvervoer	62,5	65,0	58,5	61,4	59,4	52,3
Gemiddelde ritduur besteld vervoer	82,4	84,1	89,0	69,2	65,5	76,2
Faalkans (%)	5	5	5	5	5	5
Bezettingsgraad B-vervoer	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
<i>Output:</i>						
<i>aantal ambulances</i>						
Referentiekader-2008	19	35	31	15	20	13
Variant met gescheiden A en B- vervoer	19	35	33	15	20	14

Parameter	Uitkomsten					
	Werkdagen overdag			Zaterdag- avond		
	Drenthe	Utrecht	Amsterdam	Drenthe	Utrecht	Amsterdam
<i>Referentiekader-2008</i>						
Aantal standplaatsen	5,3	2,9	9,7	13,3	10,0	7,7
Productie spoedvervoer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Productie besteld vervoer	0,0	5,7	6,5	0,0	0,0	7,7
Gemiddelde ritduur spoedvervoer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gemiddelde ritduur besteld vervoer	0,0	5,7	6,5	0,0	0,0	7,7
Faalkans (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bezettingsgraad B-vervoer	-5,3	-5,7	-6,5	0,0	-5,0	0,0
<i>Variant met gescheiden A en B- vervoer</i>						
Aantal standplaatsen	5,3	2,9	0,0	13,3	10,0	7,1
Productie spoedvervoer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Productie besteld vervoer	5,3	5,7	6,1	0,0	5,0	0,0
Gemiddelde ritduur spoedvervoer	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0
Gemiddelde ritduur besteld vervoer	5,3	5,7	6,1	0,0	5,0	0,0
Faalkans (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bezettingsgraad B-vervoer	-5,3	-5,7	-6,1	0,0	0,0	0,0

7.2 Vervoersdifferentiatie

De variant van het capaciteitsmodel in paragraaf 7.1 berekent de benodigde capaciteit afzonderlijk voor spoedvervoer en besteld vervoer. Dat kan gezien worden als een eerste stap richting vervoersdifferentiatie. Bij vervoersdifferentiatie gaat het erom een model te hebben waarmee het mogelijk is verschillende soorten ambulances toe te wijzen aan verschillende vraagsoorten. Het model van paragraaf 7.1 heeft weliswaar verschillende vraagsoorten, spoedvervoer en besteld vervoer, maar mist de differentiatie in vervoerssoort. De keuze om (een deel van) het besteld vervoer door zorgambulances te laten uitvoeren is wel vervoersdifferentiatie. Die stap is in paragraaf 7.1 niet gemaakt. In deze paragraaf gaan we dieper in op de problematiek die deze stap verhinderde. We kijken dan ook naar vervoersdifferentiatie binnen het spoedvervoer. Differentiatie in het spoedvervoer bestaat uit vervoer door reguliere ambulances en 'rapid responders'.

Voorwaarde voor een capaciteitsmodel dat uitgaat van vervoersdifferentiatie is dat bekend moet zijn wat de criteria zijn voor de inzet van diverse soorten ambulances (zoals reguliere ambulance, solo-ambulance of zorgambulance). Daarnaast moet informatie over de melding bekend zijn. Een centralist op de meldkamer vraagt een melding uit en beoordeelt welk type ambulance wordt ingezet. Voor het modelleren van vervoersdifferentiatie moet deze informatie beschikbaar zijn, zodat op basis hiervan de juiste mix van gedifferentieerd vervoer bepaald kan worden.

Inzetcriteria

Voor gedifferentieerd vervoer zijn inzetcriteria in globale termen beschreven in de nota verantwoorde ambulancezorg (AZN, 2009). Deze nota heeft echter een iets andere invalshoek dan wij hier hanteren en gebruikt de term 'zorgdifferentiatie'. De nota omschrijft deze als: *'Zorgdifferentiatie is er op gericht de zorg zo optimaal mogelijk af te stemmen op de zorgvraag van cliënten en de zorgcapaciteit zo optimaal mogelijk in te kunnen zetten. De diversiteit van zorgvragen betekent dat de zorg middels diverse voorzieningen verspreid over de RAV kan worden aangeboden.'* (pagina 23). De term 'voorzieningen' maakt het verschil met onze term 'vervoerssoort'. De nota deelt de vraag naar zorg in naar urgentie en naar complexiteit. De zorgvraag naar urgentie kent drie klassen, A1, A2 en B. De indeling naar complexiteit kent hoog- en laagcomplexe zorg.

Ten aanzien van de te leveren ambulancezorg noemt de nota dat ervoor gekozen kan worden om first en/of rapid responders in te zetten. Over de inzetcriteria zegt de nota dat de RAV bij de inzet van de rapid responders gebruikmaakt van de landelijke richtlijn. De landelijke richtlijn refereert aan de protocollen die op de meldkamer worden gehanteerd bij het uitvragen van meldingen en het inzetten van ambulances. In 2012 zijn er verschillen tussen RAV's in het inzetten van een rapid responder. Niet alle regio's maken gebruik van een rapid responder. Daarnaast geven de protocollen regio's enige vrijheid om na de urgentiebepaling zelf de inzet van de soort ambulance te bepalen.

Ten aanzien van differentiatie in het besteld vervoer hebben in juli 2012 de sectororganisaties in de ambulancezorg AZN, NVMMA en de V&VN, het *Kwaliteitskader Zorgambulance* opgesteld waarin de inzetcriteria voor de zorgambulance nader zijn beschreven. De inzetcriteria voor een zorgambulance worden in dit kader in algemene zin beschreven. Het gaat dan om een

laagcomplexe zorgvraag met een noodzaak tot zorg en begeleiding van de patiënt en met een medische indicatie. Naast de inzetcriteria zijn ook uitsluitcriteria beschreven. Deze geven duidelijke grenzen voor het inzetten van de zorgambulance.

Geen toepassing mogelijk in capaciteitsmodel

Een probleem bij het toepassen van de inzetcriteria voor een capaciteitsmodel ligt erin dat de ritgegevens die gebruikt worden voor de vraag naar ambulancezorg, niet kunnen worden gespecificeerd naar de inzetcriteria. We weten bijvoorbeeld niet of een besteld vervoer inzet laagcomplex was met indicatie en noodzaak tot zorg en begeleiding voor de patiënt. We kunnen de vraag niet indelen of typeren, en daarom is er geen aansluiting mogelijk bij de inzetcriteria. Een tweede moeilijkheid ligt erin dat onvoldoende is vastgelegd welk voertuigsoort bij welk type vraag dient te worden ingezet. De inzetcriteria zijn onvoldoende gespecificeerd voor toepassing in een model.

Een ruwe benadering om verdelingen uit ritgegevens van regio's die nu al met rapid responders en/of zorgambulances rijden toe te passen op andere regio's werd niet verantwoord geacht. Zo een grove benadering gaat voorbij aan de regionale kenmerken van de vraag naar ambulancezorg en van de organisatie. De vraag naar zorg is regionaal verschillend: in een sterk vergrijzende regio is deze anders als in een stedelijk gebied met vooral jonge inwoners. Ook verschillen organisaties in de mate waarin ze uitgerust zijn en de capaciteiten hebben om gedifferentieerd vervoer te verzorgen.

Geadviseerd wordt om de registratie van ritgegevens verder te ontwikkelen zodat de benodigde informatie voor een model met vervoersdifferentiatie beschikbaar komt en een gedifferentieerd model in de toekomst ontwikkeld kan worden.

7.3 Erlang-verdeling

In het capaciteitsmodel van het referentiekader-2008 is het faalkansmodel gebruikt. Dit model gebruikt een Poisson-verdeling waarbij geen rekening kan worden gehouden met het ontstaan van een wachtrij. Er zijn methoden die daar wel rekening mee kunnen houden. Eén daarvan is het Erlang-C-model, kortweg Erlang-model. Met dit model is het mogelijk wachtrijen toe te laten in de gelijktijdigheidsberekeningen. Verder hanteert het model exactere berekeningen.

Huidige faalkansmodel

Het capaciteitsmodel van het referentiekader hanteert de aanname dat het aantal inzetten voor spoedvervoer per tijdsblok van 8 uur per RAV verdeeld is volgens de Poisson-verdeling. Deze verdeling heeft als parameter het gemiddelde aantal inzetten in het betreffende tijdsblok. In het model wordt dit aantal met behulp van de gemiddelde ritduur omgerekend naar het aantal benodigde uren ambulancezorg, in het betreffende tijdsblok. Aan de hand van dit aantal inzetten wordt via de Poisson-verdeling de kans bepaald dat zich N inzetten in dat tijdsblok kunnen voordoen. In het capaciteitsmodel wordt deze formule gebruikt om het aantal benodigde ambulances voor het spoedvervoer te bepalen. Dit aantal wordt bepaald door in de verdeling te zoeken naar het aantal ambulances waarbij de kans op nog een inzet kleiner is dan 5%. Deze 5% is de faalkans van het capaciteitsmodel. We noemen dit onderdeel het faalkansmodel.

Wachtrijmodellen

Er zijn modellen die ook rekening houden met wachtrijen. Hierbij wordt gekeken naar een aantal 'servers' die de wachtrij van klanten bedienen. De wachtrij heeft in onze toepassing in de ambulancezorg de betekenis van het aantal inzetten, de servers zijn de ambulances. De theorie kent veel toepassingen op allerlei gebieden, zoals het aantal bezoekers in een rij voor een loket, het aantal bezoekers van een webpagina, het aantal telefoontjes of tekstberichten bij een telefooncentrale. Er zijn varianten van deze wachtrijmodellen, met verschillen in wachtrijvorming, met of zonder verlaten van de wachtrij, en verschillen in de verdelingen van de binnenkomst van klanten.

Erlang-model

Een veel gebruikt model is het Erlang-C-model, genoemd naar de Deense wiskundige die het model begin 20^e eeuw formuleerde. In dit model is er één type aanvrager en elke aanvrager wacht op bediening door een server. In het model vindt wachtrijvorming plaats, maar klanten kunnen de wachtrij niet verlaten. Wel is er een maximaal toelaatbare lengte van de wachtrij. Het bepalen van het aantal benodigde ambulances bij een bepaalde faalkans, maximale wachtrijlengte en gegeven werklast (aantal uren ambulancezorg) kan alleen via 'trial and error'. Wiskundig gezien moet hiervoor de berekening van het Erlang-model in omgekeerde volgorde uitgevoerd worden. In dit onderzoek is gebruik gemaakt van de Erlang-calculator van *CC Math*, een softwarebureau voor *workforce management* (<http://www.ccmath.com/>).

Uitwerking van het Erlang-model

Het Erlang-model is gebruikt in de capaciteitsberekeningen voor de RAV's Drenthe, Utrecht en Amsterdam van het referentiekader-2008, voor werkdagen voor alle tijdsblokken. Dat wil zeggen dat de gebruikte aantallen ritten, de gemiddelde ritduren, tijdsblokken en dagsoorten conform het referentiekader-2008 zijn. De Erlang-formule is alleen toegepast om de benodigde capaciteit voor het spoedvervoer te bepalen, met gebruik van de gelijktijdigheidsstatistieken. Er is geen berekening en verevening gemaakt met de benodigde capaciteit voor geografische paraatheid noch besteld vervoer. Het Erlang-model is uitgewerkt voor wachtrijlengtes van 1 tot 10 inzetten.

Resultaten

Gebruik van het Erlang-model leidt tot 0, 1 of -1 ambulance verschil ten opzichte van het faalkansmodel, afhankelijk van het tijdsblok van de dag. Een uitkomst van 1 ambulance minder benodigd in een tijdsblok komt doordat het Erlang-model wachtrijen toestaat. Een enkele keer berekent het Erlang-model een ambulance meer dan het referentiekader-2008. Dat komt door de meer exacte berekening in het Erlang-model. Om de vergelijking van de twee modellen te maken, is het aantal tijdsblokken geteld waarvoor het Erlang-model gelijk is, een ambulance minder of een ambulance meer berekent. De resultaten zijn gegeven in Tabel 15.

Tabel 15: Aantal tijdsblokken waarvoor het Erlang-model een gelijk aantal (=), één ambulance meer (+1) of één ambulance minder (-1) berekent dan het faalkansmodel, uitgezet tegen de toegestane maximale wachtrijlengte.

Maximaal toegestane wachtrijlengte	Amsterdam			Utrecht			Drenthe		
	+ 1	=	- 1	+ 1	=	- 1	+ 1	=	- 1
1	1	11	0	2	10	0	1	11	0
2	0	11	1	0	12	0	1	11	0
3	0	11	1	0	9	3	0	12	0
4	0	10	2	0	9	3	0	11	1
5	0	9	3	0	9	3	0	10	2
6	0	9	3	0	8	4	0	9	3
7	0	7	5	0	8	4	0	9	3
8	0	5	7	0	7	5	0	8	4
9	0	4	8	0	7	5	0	8	4
10	0	4	8	0	7	5	0	8	4

Betekenis voor het referentiekader

Belangrijkste observatie is dat toepassing van het Erlang-model in de het capaciteitsmodel mogelijk is en dat de verschillen met het referentiekader-2008 afhankelijk zijn van de maximale toegestane wachtrijlengte. Bij lengte nul geeft de Erlang-berekening in vrijwel alle gevallen eenzelfde uitkomst. Dat is te verwachten gezien de overeenkomstige wiskundige modellen. Dat er incidenteel toch een ambulance meer wordt berekend met het Erlang-model is te verklaren uit de meer exacte berekening van dit model. Als de maximaal toegestane wachtrijlengte toeneemt, zijn de uitkomsten van het Erlang-model steeds vaker een ambulance lager dan het faalkansmodel.

Conceptueel zijn er bezwaren tegen het gebruik van het Erlang-model met wachtrijvorming in de modellering van de benodigde capaciteit voor het spoedvervoer. Voor het verzorgen van spoedeisende ambulancezorg is het niet wenselijk dat wachtrijen ontstaan. Levensreddende zorg mag niet in de wacht komen te staan. Er zijn wel mogelijkheden om het model toe te passen op de capaciteitsberekeningen voor A2-inzetten omdat het daarbij niet om levensbedreigende situaties gaat. Een gescheiden wachtrij zou hier toegestaan kunnen worden. Het daadwerkelijk implementeren van het Erlang-model voor A2-inzetten vergt echter ook een gescheiden berekening van A1- en A2-capaciteit. In het huidige capaciteitsmodel zijn deze twee urgentieklassen samengenomen en wordt de capaciteit voor het spoedvervoer als totaal berekend. Een gescheiden berekening van de capaciteit voor A1- en A2-vervoer wordt pas zinvol als ook gekozen wordt voor vervoersdifferentiatie en A2-inzetten door minder uitgeruste ambulances kan worden uitgevoerd. In dit onderzoek is de variant met gescheiden A1- en A2-capaciteit met gebruik van een Erlang-model niet uitgewerkt.

Een toepassing van het Erlang-model met wachtrijvorming op het A2-vervoer heeft globaal gezien twee effecten. Deze effecten hebben tegengestelde richtingen. Door het gescheiden berekenen van de A1- en A2-capaciteit zal naar verwachting meer capaciteit nodig zijn omdat geen capaciteit uitgewisseld wordt tussen deze vervoerssoorten. Andersom heeft het toepassen van het wachtrijprincipe als gevolg dat de benodigde capaciteit voor A2-vervoer lager wordt. Toepassing van gescheiden berekening en gedifferentieerd vervoer lijkt pas zinvol bij voldoende grote productieomvang.

7.4 Prikkels tot doelmatigheid

In deze paragraaf is een modelvariant uitgewerkt waarin prikkels tot doelmatigheid zijn opgenomen. Bij de uitwerking hebben we ons eerst de vraag gesteld wat de precieze betekenis is van het meenemen van dit soort prikkels in een capaciteitsmodel van het referentiekader. Daarvoor zijn we teruggegaan naar de doelstelling van het referentiekader. Die luidt 'het berekenen van de benodigde capaciteit voor de ambulancezorg zodat een verantwoorde zorgverlening mogelijk is'. Deze benodigde capaciteit is tevens bedoeld als minimumniveau voor de spreiding en paraatheid, in de zin dat regio's van het referentiekader mogen afwijken, tenminste als het minimumniveau van spreiding en paraatheid van het referentiekader niet wordt overschreden. De vraag is hoe prikkels tot doelmatigheid in een dergelijk model passen.

In het Verenigd Koninkrijk is in 2009 door de *NHS Office of the Strategic Health Authorities* een uitgebreid internationaal onderzoek uitgevoerd naar 'best practices' in de internationale ambulancezorg. In dat onderzoek is op een gestructureerde manier een aantal betrokkenen in organisaties in verschillende landen geïnterviewd. Doel was om een beeld te krijgen van de kenmerken van 'best practices' in de ambulancezorg en te bepalen of aspecten daarvan toe te passen zijn in hun eigen organisaties.

Prikkels tot doelmatigheid veronderstellen een zekere stimulans om de doelmatigheid, de verhouding tussen kosten en opbrengsten, te verbeteren. Dat is op het eerste gezicht lastig te rijmen met het berekenen van een minimaal benodigde capaciteit. Het referentiekader berekent het benodigd volume, de capaciteit, maar doet niets met de kosten van de ambulancezorg. Weliswaar is de financiering, zoals bepaald door de beleidsregels van de NZa, gebaseerd op het volume dat door het referentiekader wordt berekend, maar tussen kosten en volume liggen kostprijsparameters. Daarom is in dit geval een volumemodel niet het meest geschikte model voor een doelmatigheidssturing.

Toch zijn er hiervoor wel mogelijkheden. We zoeken de prikkels niet in een input/output-vergelijking van kosten en opbrengsten, maar meer in de sfeer van parameters van 'best practices'. Door resultaten van deze 'best practices' te gebruiken als normwaarden in het capaciteitsmodel kan een normatief model worden geconstrueerd. De berekende capaciteit is dan (normatief) gebaseerd op de 'best practices' en kan zo prikkelen tot doelmatigheid.

Factoren achter de doelmatigheid

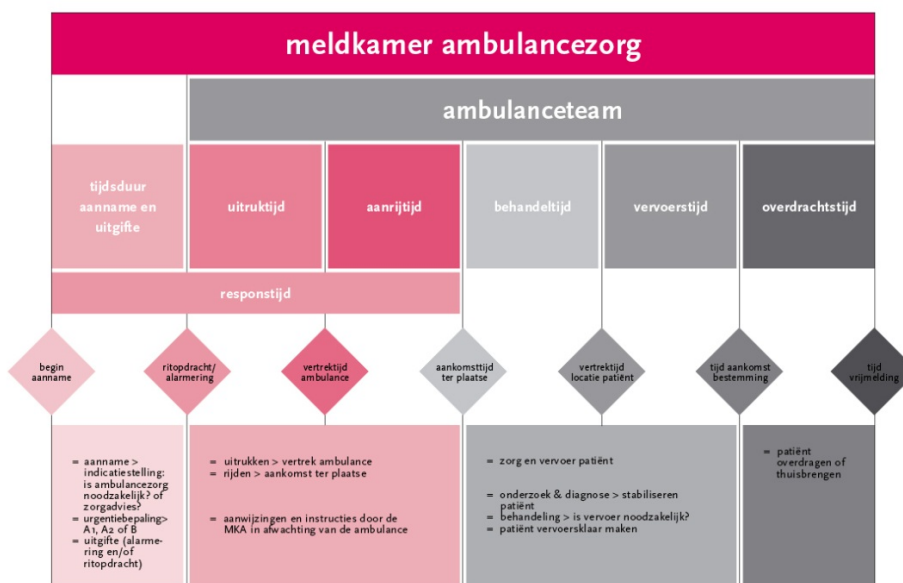
Het capaciteitsmodel van het referentiekader berekent de benodigde capaciteit aan de hand van onder andere een aantal parameters en variabelen die zijn ontleend aan ritgegevens uit de praktijk. In de praktijk zijn prestaties van RAV's verschillend. Deze variatie kan worden verklaard door een aantal achterliggende factoren. Deze factoren zijn in het doelmatigheidsonderzoek *Niet zonder zorg* in drie klassen ingedeeld (Van der Veen et al., 2001). In deze indeling zijn er in de eerste plaats omgevingsfactoren, exogene factoren waar de RAV geen invloed op heeft. Hieronder vallen onder andere kenmerken van de infrastructuur, zoals het aantal bruggen en de mate van stedelijkheid, en bevolkingskenmerken, zoals het aantal ouderen, en kenmerken van de zorgomgeving, zoals de nabijheid van ziekenhuizen. Ten tweede zijn er institutionele factoren, dit zijn interne factoren waar de RAV wel invloed op kan uitoefenen. Voorbeelden hiervan zijn kenmerken van de bedrijfsvoering en de hoeveelheid en samenstelling van het personeel. Als derde factor noemt het onderzoek netwerkfactoren, hierop heeft de RAV enige invloed. Deze factoren zijn

gerelateerd aan het netwerk van acute zorg waarin de RAV opereert en de samenwerkingsafspraken van de RAV met de zorgpartners.

Als we aansluiten bij deze indeling en de conclusies van bovengenoemd doelmatigheidsonderzoek, zijn er factoren die de doelmatigheid van de RAV beïnvloeden, waar de RAV geen invloed op heeft. Als we dit doortrekken naar onze opdracht, betekent dit dat we voorzichtig moeten zijn met het hanteren van parameters van 'best practices' als normatieve waarden.

Normatieve parameters

Niet elke parameter van het capaciteitsmodel komt in aanmerking voor gebruik als normatieve parameter. In het capaciteitsmodel zijn er drie parameters of variabelen die in aanmerking kunnen komen: het aantal ritten, de gemiddelde ritduur en de bezettingsgraad. Het aantal ritten in de productie wordt bepaald door de vraag in de RAV-regio, en wordt bij de triage gefilterd door de meldkamer. Ofschoon de meldkamer een belangrijke rol speelt in de indicatie van een inzet, beschouwen we het aantal ritten in de capaciteitsberekening als ongeschikt om als normatieve parameter te hanteren. Een objectief onafhankelijk vraagmodel dat de productie voorspelt, zou als normatieve variabele kunnen dienen, maar een dergelijk model is niet voorhanden. De bezettingsgraad is een parameter in het capaciteitsmodel die al normatief in het model gebruikt wordt. De bezettingsgraad wordt voor iedere RAV gelijk verondersteld. In het capaciteitsmodel van het referentiekader-2008 is de gemiddelde ritduur voor elke regio en voor elk tijdsblok en dagsoort berekend uit de ritgegevens. Deze parameter biedt de mogelijkheid om als normatieve parameter te worden gebruikt. In het vervolg van deze paragraaf is dit uitgewerkt. Hiervoor kijken we in meer detail naar het proces van een ambulance-inzet, zie Figuur 23.



Figuur 23: Schematisch overzicht van het logistieke proces van een ambulance-inzet (bron: Ambulancezorg Nederland, Uniform Begrippenkader). Niet altijd wordt het gehele proces doorlopen. Dit hangt af van en de aard van het incident en de beoordeling van de melding.

De ritduur van een ambulance-inzet

In het referentiekader-2008 is de ritduur gedefinieerd als het tijdsinterval tussen vertrek van de ambulance en het tijdstip van beëindiging van de rit. Het tijdstip van beëindiging van de rit ligt na het tijdstip van vrijmelding in het schema van Figuur 23 en valt buiten het schema. In het schema van Figuur 23 is de ritduur dus vanaf het tijdstip 'vertrektijd ambulance' tot een punt buiten het schema, het tijdstip 'einde rit'. Na deze terugrijtijd is de ambulance terug op de standplaats.

In de ritduur onderscheiden we drie intervallen. Het eerste interval is de rijtijd, in Figuur 23 aanrijtijd genoemd. Tweede interval is de behandeltime van de patiënt ter plaatse. Het derde interval is de tijd nodig vanaf het vertrek van de locatie van behandeling van de patiënt tot aan terugkeer op de standplaats. Deze definitie is conform het referentiekader-2008, zie ook uitgangspunt 7 van thema I in hoofdstuk 2. In een alternatieve definitie eindigt het derde interval bij het tijdstip vrijmelden op het ziekenhuis. Het derde interval omvat drie deelintervallen, namelijk de vervoerstijd, de overdrachtstijd en de tijd tot terugkeer naar de standplaats.

Intervallen voor normering

Er is ervan uitgegaan dat intervallen die sterk afhankelijk zijn van het rijden, dus van de lokale geografie en infrastructuur, niet in aanmerking komen als normatieve parameter. Dit betreft de rijtijd, de vervoerstijd en de terugrijtijd. Door de afhankelijkheid van de plaats van het incident, de afstand naar het ziekenhuis in geval van vervoer van de patiënt en de afstand van het ziekenhuis naar de standplaats, is het niet zinvol om deze normatief in het capaciteitsmodel te hanteren. Dan zijn er twee intervallen over: de behandeltime en de overdrachtstijd. De behandeltime is afhankelijk van de ernst en aard van het letsel en kan variëren van geen behandeling bij een loze rit tot een lange behandeltime bij een ernstig (verkeers)ongeval met polytrauma. De overdrachtstijd is onder andere afhankelijk van organisatie en doelmatigheid van RAV en ziekenhuis. De samenwerking tussen ziekenhuis en ambulanceteam bepaalt mede de snelheid van overdracht en het moment waarop het ambulanceteam weer inzetbaar is. De overdracht is ook afhankelijk van de medewerking van het ziekenhuis en de beschikbaarheid van een bed op de SEH. De snelheid van een overdracht ligt dus niet alleen in handen van de RAV en is daarom voor de RAV niet volledig stuurbaar.

We kiezen er hier voor om de behandeltime en overdrachtstijd als normatieve parameter in het capaciteitsmodel te hanteren. Hiervoor kijken we naar realisaties van deze intervallen in 2011. Voordat we dat doen, kijken we kort naar de betekenis van de terugrijtijd voor de ritduur.

Terugrijtijd

Bij het opstellen van het referentiekader-2008 is onderzocht wat het effect is van een kortere gemiddelde ritduur op de benodigde capaciteit. Hierbij is toen de overdrachtstijd en de terugrijtijd beperkt. In een modelvariant is destijds uitgegaan van een ritduur die gedefinieerd is van 'vertrek ambulance' tot 'aankomst ziekenhuis', vermeerderd met 10 minuten voor spoedvervoer en 20 minuten voor besteld vervoer, voor de tijd van overdracht van de patiënt en terugkeer naar de standplaats. Door deze aanname nam per RAV de gemiddelde ritduur met 10 tot 20 minuten af. De gevolgen voor de totaal benodigde capaciteit in Nederland was een vermindering van 14% aan ambulances. Die variant is niet in de eindresultaten teruggekomen, om redenen dat de terugrijtijd in veel gevallen van belang is voor de paraatheid van een ambulance. Deze is

geografisch op zijn plek voor het leveren van paraatheid in de regio als deze terug is op de standplaats. In lijn met die redenering laten we in deze paragraaf de terugrijtijd buiten beschouwing. We kijken voor een normatieve benadering alleen naar de behandeltijd en overdrachtstijd.

Behandeltijd en overdrachtstijd

De gemiddelde behandeltijd per RAV bij A1- en A2-inzetten in 2011 varieert van 16,2 minuten tot 21,2 minuten, het landelijke gemiddelde is 18,8 minuten. Voor deze ritten varieert de gemiddelde overdrachtstijd van 9,6 tot 35,3 minuten. Voor dit interval is het landelijke gemiddelde 16,7 minuten. Als normatieve benadering hanteren we de minimumwaarden over alle RAV's van de gemiddelde behandel- en overdrachtstijd. Hierbij specificeren we niet naar tijdsblok en dagsoort. Gebruik van deze minimumwaarden leidt tot een daling van de gemiddelde ritduur met 14,2%. Dit is op landelijk niveau. Om het effect van deze lagere gemiddelde ritduur op de benodigde capaciteit te bepalen, is een uitwerking gedaan voor de drie RAV's Amsterdam, Utrecht en Drenthe, op basis van het capaciteitsmodel van het referentiekader-2008. In dat model is bij het spoedvervoer de gemiddelde ritduur met 14,2% verlaagd, de gemiddelde ritduur van besteld vervoer is onveranderd. Het effect op de berekende capaciteit is gegeven in Tabel 16.

Resultaten

Bij een 14,2% lagere gemiddelde ritduur voor de drie RAV's wordt een lager aantal benodigde ambulances berekend. Het verschil hangt af van RAV, tijdsblok en dagsoort, en varieert tussen nul en vier ambulances. Het verschil van vier ambulances voor Amsterdam op werkdagen overdag is een uitschieter.

Betekenis voor het referentiekader

In de uitwerking in deze paragraaf is de gemiddelde ritduur gehanteerd voor een normatieve benadering. De ritduur is nader bekeken en een aantal deelintervallen zijn uitgesloten van deze benadering vanwege de afhankelijkheid van exogene omgevingsfactoren. Hierop heeft de RAV geen invloed op voor het verbeteren van de prestaties. Er zijn twee intervallen gekozen voor de normatieve benadering, de behandeltijd en de overdrachtstijd. Hanteren van de

Tabel 16: Capaciteit van de drie RAV's Drenthe, Amsterdam en Utrecht, bij gebruik van 14,2% lagere gemiddelde ritduur voor spoedvervoer. Het capaciteitsmodel komt verder overeen met het referentiekader-2008.

	Werkdagen			Zaterdag			Zondag		
	0-8 uur	8-16 uur	16-24 uur	0-8 uur	8-16 uur	16-24 uur	0-8 uur	8-16 uur	16-24 uur
Referentiekader-2008									
Drenthe	13	19	15	13	16	15	13	15	14
Utrecht	15	35	22	15	24	20	15	22	19
Amsterdam	9	31	18	9	18	13	10	15	13
14,2% lagere gemiddelde ritduur spoedvervoer									
Drenthe	12	18	14	13	15	14	13	15	14
Utrecht	14	34	22	14	23	19	15	21	18
Amsterdam	8	27	16	9	17	13	9	14	12
Verschil									
Drenthe	-1	-1	-1	0	-1	-1	0	0	0
Utrecht	-1	-1	0	-1	-1	-1	0	-1	-1
Amsterdam	-1	-4	-2	-0	-1	0	-1	-1	-1

waarden voor deze tijdsintervallen van de 'best practices' in Nederland leidt tot een verlaging van de landelijk gemiddelde ritduur voor spoedvervoer van ruim 14%. Het hanteren van deze lagere gemiddelde ritduur in het capaciteitsmodel voor drie RAV's resulteert voor de meeste tijdsblokken tot een lagere capaciteitsberekening: er wordt één ambulance minder berekend, met uitzondering van twee gevallen waar twee tot vier ambulances minder wordt berekend. Met enige voorzichtigheid kan het resultaat van Tabel 16 worden geëxtrapoleerd naar Nederland en zijn er op werkdagen overdag voor elke regio ongeveer één ambulance minder benodigd.

Een mogelijke uitwerking van het doelmatigheidsprincipe voor het referentiekader zou kunnen zijn dat er een minimum- en een maximumvariant wordt geconstrueerd waarin maximale doelmatigheid (minimumvariant) of minimale doelmatigheid (maximumvariant) wordt verondersteld. Deze varianten definiëren dan het kader waarbinnen verzekeraars en zorgaanbieders kunnen onderhandelen over de daadwerkelijk te leveren paraatheid.

7.5 Integrale spreiding en capaciteit

In deze paragraaf wordt een capaciteitsmodel uitgewerkt dat uitgaat van een ander conceptueel model dan het huidige referentiekader. Dit nieuwe model minimaliseert de benodigde capaciteit en optimaliseert de spreiding ervan, zodanig dat de kans op een overschrijding van de 15 minuten responstijd voor spoedvervoer met A1-urgentie onder een norm ligt. De norm kan gelegd worden op bijvoorbeeld 5%. Een belangrijk kenmerk van het model is de geïntegreerde benadering van de spreiding en capaciteit en het meenemen van de onzekerheid in meld-, uitruk- en rijtijd en de gemiddelde bezettingsgraad van ambulances. Dit in tegenstelling tot het huidige referentiekader waarin spreiding en beschikbaarheid apart worden berekend en uitgegaan wordt van de gemiddelde waarde van de ritduur. De conceptuele modellen van deze twee benaderingen zijn geschetst in hoofdstuk 3. Het model in deze paragraaf is gebaseerd op de publicaties van Ingolfsson et al. (2008) en Noyan (2010).

Het conceptuele model van het model in deze paragraaf heeft gevolgen voor een groot aantal uitgangspunten en randvoorwaarden in hoofdstuk 3. Voor de volledigheid worden de verschillen benoemd.

– Thema A: *Doelstelling van het spreidingsmodel*

Er is geen aparte doelstelling van het spreidingsmodel. Deze is geïntegreerd in het capaciteitsmodel tot een doelstelling voor prestaties. Er is geen dekking op inwoners maar op incidenten. De doelstelling kan wel gespecificeerd worden naar RAV en over 24 uur. Noodzakelijk is dit niet: er kan gekozen worden voor een andere regionaal gebied of tijdsperiode.

– Thema D: *Bereikbaarheid SEH*

Deze randvoorwaarde kan worden meegenomen maar is niet meegenomen in de huidige uitwerking. Wel wordt rekening gehouden met de afstand tot het dichtstbijzijnde ziekenhuis in de berekening van de ritduur.

– Thema F: *Minimum- en maximumvariant*

Het model hanteert geen minimum- of maximumvariant maar gaat uit van één benadering, namelijk die om het minimum aantal ambulances en de spreiding ervan te bepalen waarbij de kans op overschrijding van de responstijd voor A1-vervoer minder dan 5% is.

– Thema G: *Faalkansmethode*

Het model hanteert geen faalkansmethode maar berekent het aantal benodigde ambulances en de locaties ervan via *Lineaire Optimalisatie*. Wel wordt er van uitgegaan dat incidenten in een gebied in een periode volgens een Poisson-verdeling optreden. Deze verdeling wordt voor verschillende gebieden voor verschillende momenten berekend.

– Thema H: *Bezettingsgraad spoedvervoer*

De bezettingsgraad is een endogene parameter en wordt bepaald door de oplossing die het model berekent.

- Thema L: *Tijdsniveau van de capaciteitsberekening*

Hier kan worden gesteld dat het model zich leent voor berekeningen op verschillende tijdsniveaus. Dit kan bijvoorbeeld voor een dynamische berekening gedurende een dag of week. In de uitwerking van deze paragraaf is uitgegaan van een dag, met ritgegevens over 2010.

De Thema's M tot en met R zijn niet relevant omdat het model geen capaciteit berekent voor besteld vervoer. De benodigde capaciteit voor besteld vervoer moet apart worden berekend.

Modelbeschrijving

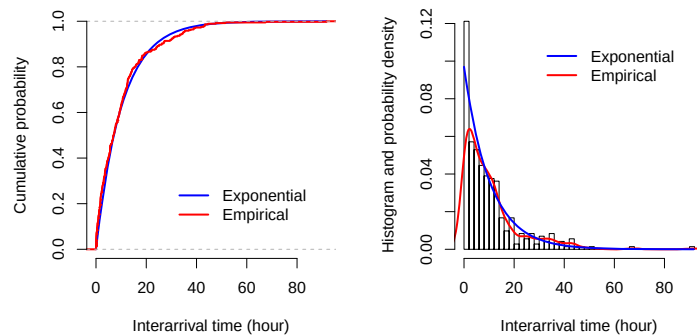
Het model is gebaseerd op de publicatie van Ingolfsson et al (2008). Bij de optimalisatie wordt uitgegaan van een norm voor het aantal overschrijdingen, dit is het 'risico', in combinatie met een normatieve responstijd. Het model houdt rekening met de onzekerheid en variatie in de meld-, uitruk- en rijtijd. Bij de berekening van de ritduur wordt tevens rekening gehouden met de onzekerheid in de behandel-, bezorg- en vrijmeldtijden (Zuzáková, 2012). Het model is uitgewerkt voor de RAV's Amsterdam en Rotterdam-Rijnmond. Het model is berekend op het geografisch niveau van wijken en buurten.

Data en parameterschattingen

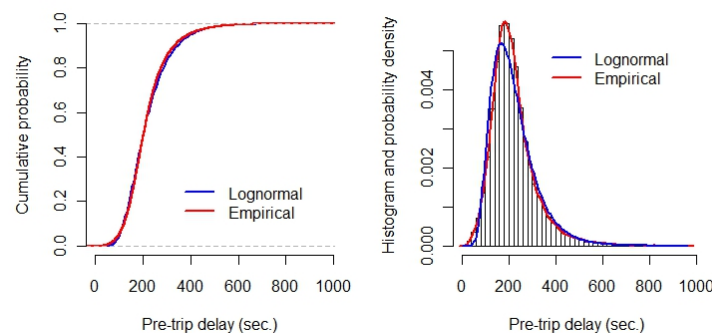
Het model maakt gebruik van ritgegevens over 2010. Voor het onderzoek zijn de logistieke kenmerken van 66.721 spoedritten in de RAV Amsterdam en 61.615 spoedritten van de RAV Rotterdam-Rijnmond gebruikt.

In de eerste plaats is de vraag naar ambulancezorg geanalyseerd. Voor elk gebied (wijk en buurt) wordt verondersteld dat de vraag naar ambulancezorg Poisson-verdeeld is. De gemiddelde waarde wordt per uur per gebied bepaald. Figuur 24 illustreert dit voor het gebied Amsterdam Nieuw-West. Analyse van de gegevens wijst uit dat in dit gebied gemiddeld eens per 1,0356 uur een incident plaatsvond, dus een vraag naar spoedeisend ambulancezorg.

Een volgende analyse is die van de variatie in meld-, uitruk- en rijtijd. Aangenomen is dat de meld- en uitruktijd (de 'pre-trip delay') onafhankelijk is van de plaats (wijk) van de inzet en onafhankelijk van het tijdstip op de dag. De verdeling van de meld- en uitruktijd is benaderd door een log-normale verdeling, zie Figuur 25. De variatie in de meld- en uitruktijd geeft aanleiding om deze intervallen als stochastische variabelen in het model mee te nemen, in plaats van als constanten. In het model zijn voorts de rijtijden van belang. De rijtijden zijn gemodelleerd als normaal verdeelde stochastische variabelen. De gemiddelde rijtijd is die van het rijtijdenmodel van het referentiekader, de variatie is bepaald uit de ritgegevens over 2010. Deze bleek afhankelijk te zijn



Figuur 24: Empirische verdeling van het aantal inzetten per uur in 2010 voor Amsterdam Nieuw-West en de geschatte exponentiele verdeling.



Figuur 25: Empirische verdeling en geschatte log-normale verdeling van de meld- en uitruktijd ('pre-trip delay') in 2010 voor de RAV Amsterdam.

van de gemiddelde rijtijd. In het model is de variatie in rijtijd lineair afhankelijk van het gemiddelde.

Optimalisatie

Het model berekent de optimale spreiding en capaciteit van ambulances zodanig dat de kans op overschrijdingen wordt geminimaliseerd. De kans op een overschrijding is afhankelijk van de variatie in de onderliggende tijdsintervallen (meld-, uitruk- en rijtijd). Meld- en uitruktijd zijn onafhankelijk van de locatie van de ambulance, rijtijd is wel afhankelijk van de locatie. Het benodigde aantal ambulances is mede afhankelijk van de bezettingsgraad, die afhangt van de verwachte ritduur. De verwachte ritduur is dynamisch berekend en hangt af van de spreiding van standplaatsen, het aantal incidenten en de locaties van ziekenhuizen.

Het model is doorgerekend bij verschillende normen voor de responstijd, 12 en 15 minuten, en bij overschrijdingspercentages van 5, 10, 15 en 20%.

Resultaten

Het model is voor twee RAV's doorgerekend. De resultaten wijken soms sterk af van de resultaten uit het referentiekader-2008. Daarbij constateren we zowel uitschieters naar boven als naar beneden. Dit noodzaakt ons tot een verdere verfijning van het model. Het is nu nog niet duidelijk waaraan deze uitschieters kunnen worden toegeschreven. Dat zal eerst moeten worden geanalyseerd.

Betekenis voor het referentiekader

Het hiervoor beschreven model gaat uit van een integrale benadering van spreiding en capaciteit voor het minimaliseren van het aantal benodigde ambulances, zodanig dat de kans op een overschrijding minder dan 5% is. Het model gaat uit van een andere conceptuele benadering dan het huidige referentiekader. Deze benadering sluit beter aan bij de praktijk van de ambulancezorg, waar de prestaties met betrekking tot responstijden en overschrijdingen een belangrijke rol spelen in de vergunningverlening en in de regionale overleggen over productieafspraken en financiering. Voordelen van de nieuwe modellering zijn dat rekening wordt gehouden met de onzekerheden in de verschillende tijdsintervallen, zoals meld-, uitruk- en rijtijd. Daarom verdient het concept van risico-minimalisatie verdere toepassing in het referentiekader. Het model in deze paragraaf is nog onvoldoende ontwikkeld voor toepassing in het referentiekader. Daarvoor is een aantal resultaten nog niet goed verklaarbaar en wijken te veel af van de praktijk en van het referentiekader. Ook is er nog geen berekening van de capaciteit voor het besteld vervoer.

7.6 Capaciteitsmodel meldkamer

Deze paragraaf presenteert een capaciteitsmodel voor de meldkamer ambulancezorg. Het model berekent het aantal benodigde centralisten bij een bepaald aantal meldingen. Meldingen zijn er van verschillende soorten en van verschillende aanvragers en bestaan uit een verschillend aantal gesprekken. Centralisten kunnen gesprekken voeren met bijvoorbeeld de aanvrager, de 'beller', een ambulanceteam of andere hulpdiensten, andere centralisten, eventueel van andere meldkamers, of andere zorgverleners of –instellingen. De meldkamer heeft dan ook kenmerken van een communicatie- en controlecentrum waar regie over de ambulancezorg wordt gevoerd. Tegelijkertijd heeft de meldkamer kenmerken van een meldcentrale waar meldingen in een wachtrij bij centralisten binnenkomen.

Inleiding

Het referentiekader bepaalt de spreiding en beschikbaarheid van ambulances. Hiermee beperken we ons tot het vervoerdersdeel van de ambulancezorg. Het meldkamerdomein is echter ook een onderdeel van de ambulancezorg. De meldkamer speelt een belangrijke rol in de aansturing van de ambulancezorg. Op dit moment zijn er fusies tussen meldkamers gaande waarbij de vraag rijst wat een doelmatige bezetting van de meldkamer is, of er schaalvoordelen te verwachten zijn bij grotere meldkamers en hoe groot deze schaalvoordelen zijn. Een andere vraag is wanneer het doelmatig kan zijn om de functie van centralist te differentiëren in een triagist die een melding uitvraagt en de urgentie bepaalt, en een logistiek medewerker die de rituitgifte verzorgt en de communicatie met het ambulanceteam verzorgt.

Model

Om antwoorden op deze vragen te verkrijgen is er voor dit onderzoek een simulatiemodel opgesteld waarmee verschillende situaties en schaalgroottes van meldkamers zijn gesimuleerd. Het simulatiemodel is gebaseerd op *Discrete Event Simulation*. In het model worden communicatieprocessen gesimuleerd. Een aantal hiervan is gemodelleerd als wachtrijen. Wachtrijmodellering biedt handvatten om de prestaties van het simulatiemodel te bepalen. Door middel van simulatie wordt het aantal centralisten berekend. In een aantal simulaties is het aantal meldingen verhoogd en is de frequentie van meldingen en gesprekken gevarieerd. In verschillende simulaties is zo de relatie tussen het

aantal meldingen en het aantal centralisten (schaalgrootte) onderzocht. Van het model zijn twee varianten ontwikkeld. In de eerste variant is uitgegaan van functiedifferentiatie met twee soorten centralisten, één voor aannahme van de melding (triagist) en één voor de rituitgifte (logistieke centralist). In de tweede variant is uitgegaan van één type centralist die zowel de triage als de rituitgifte doet.

Het model hanteert prestatie-indicatoren om het systeem dat wordt gesimuleerd te beoordelen. Voor de binnenkomende meldingen, zoals de 112-meldingen, wordt het aantal meldingen bepaald dat binnen 6 seconden wordt opgenomen. Als norm is gehanteerd dat 95% van het totale aantal binnenkomende meldingen binnen 6 seconden opgenomen moet worden. Als tweede doelstelling is gehanteerd dat er genoeg centralisten aanwezig zijn zodat de logistieke afhandeling van de ritten geen vertraging oploopt.

Het simulatiemodel simuleert de processen in een meldkamer. Het model is ontworpen voor meldingen die telefonisch binnenkomen. Een melding is onderverdeeld in een aantal deelprocessen die elk een beslag op de tijd van een centralist doen. Er zijn volgordes van processen en elk proces heeft een statistische verdeling van de tijdsbesteding. Een melding wordt gesimuleerd door een trekking uit een verdeling. De prestaties van een meldkamer worden berekend na een simulatie van een maand van 31 dagen.

Aanvragers en meldingen

We beschouwen tien klassen van aanvragers, zie Tabel 17. De klassen zijn gekozen aan de hand van kenmerken van gespreksduren. Klassen met ongeveer gelijkvormige gespreksduren zijn samengenomen. Niet van alle meldingen is de aanvrager bekend. Deze onbekende groep is samengenomen in een 'overige' klasse aanvragers. De meldingen omvatten zowel spoed als besteld vervoer, met één uitzondering. Aanvragen van besteld vervoer door ziekenhuizen zijn niet in de meldingen meegenomen. Reden hiervoor is dat deze meldingen vaak binnenkomen een of meer dagen voorafgaand aan de uitvoering van de rit. Door deze vertraging tussen aanvraag en uitvoering zijn de processen bij deze meldingen niet expliciet in het simulatiemodel te onderscheiden. Er is in het model wel rekening gehouden met deze processen door ze als 'ruis' mee te nemen. Deze ruis betekent dat er een aantal gesprekken plaatsvindt die niet geduid kunnen worden.

Aanvragen worden ingedeeld naar urgentieklasse. In de praktijk is de urgentie van de melding niet op voorhand bekend. De urgentie wordt achteraf, tijdens of na afloop van het uitvragen, vastgesteld. Omdat we in de modellering gebruik maken van de data waarin de urgentie bekend is, kunnen we de inkomende aanvragen opdelen naar urgentiesoort. Door deze als stochastische processen te beschouwen, dat wil zeggen dat ze met een bepaalde kansverdeling optreden, kunnen we de meldingen inclusief urgentie simuleren. Door de uitsplitsing van de aanvragen naar urgentieklasse groeit het aantal soorten binnenkomende meldingen naar 26. Niet elke aanvrager kan worden onderverdeeld naar urgentie omdat informatie hiervoor ontbreekt. In het simulatiemodel komen binnenkomende meldingen in een wachtrij terecht. De centralist behandelt de aanvragen op volgorde van binnenkomst. Aanvragen zijn gemodelleerd als homogene, dat wil zeggen tijdsinvariante, Poisson-processen.

Centralisten

Het model kent twee varianten die verschillen in de types centralisten. In de eerste variant van het model is er één soort centralist. Deze verzorgt het uitvragen van de melding en het uitvoeren van de ritopdrachten. Daarnaast verzorgt deze centralist ook alle andere communicatieprocessen op de meldkamer. In de tweede variant zijn de taken van de centralist opgedeeld naar ritaanname door een triagist en rituitgifte door een logistiek medewerker. De triagist verzorgt het uitvragen van de melding. Als de urgentie bepaald is en er is een indicatie voor zorgverlening, begint een proces voor de logistiek medewerker. Deze doet de rituitgifte en de communicatie met het ambulanceteam.

Een melding op de meldkamer gaat gepaard met verschillende gesprekken. In de modelvariant met één centralist komen alle gesprekken bij deze centralist. In de variant waarin de taken verdeeld zijn tussen triagist en logistiek medewerker zijn de gesprekken over deze twee centralisten verdeeld. Als een melding gepaard gaat met meldersinstructie ligt dit bij de triagist. Communicatie met het ambulanceteam en ziekenhuis in verband met bezorging van een patiënt ligt bij de logistiek medewerker.

Processen en prioriteit

Globaal gezegd onderscheidt het model twee types wachtrijen. In de eerste wachtrij komen de aanvragen binnen. Na uitvragen en vaststellen van de urgentie wordt een melding met een zorgindicatie doorgezet naar een tweede wachtrij, die van de rituitgifte. Binnen deze wachtrijen wordt nog onderscheid gemaakt naar prioriteit. Een aantal gesprekken heeft hoge prioriteit, de afhandeling van die gesprekken gaat vóór andere gesprekken. Bijvoorbeeld heeft het verwerken van een melding met A1-urgentie een hogere prioriteit dan een aanvraag voor besteld vervoer.

Een aantal gesprekken leidt tot een vervolgesprek. Er kan bijvoorbeeld meldersinstructie nodig zijn bij een spoedmelding, of er is afstemming met het ziekenhuis nodig bij besteld vervoer. In het model is dit gemodelleerd als een proces waarin met een bepaalde kans een tweede contactmoment volgt. De tijd tussen het eerste en het tweede contactmoment is exponentieel verdeeld. Dat betekent dat van tevoren niet vaststaat hoelang deze tussentijd is, alleen de gemiddelde tussentijd is bekend. Het model houdt geen rekening met de mogelijkheid dat er drie of meer contactmomenten zijn bij een melding.

Data en parameterschattingen

De gegevens voor parameterschattingen zijn ontleend aan gegevens van de telefoondatabase (arbi) van de meldkamer ambulancezorg van de Gemeenschappelijke Meldkamer Utrecht (GMU), en aan ritgegevens van de RAV Utrecht (RAVU). De eerste bron levert informatie van de telefoongesprekken op de meldkamer. Van de gesprekken is naast de datum en tijdstip van het gesprek ook de gespreksduur geregistreerd. Ook is bekend of het een binnenkomend of uitgaand gesprek betrof. De ritgegevens geven informatie over de meldingen die tot een inzet hebben geleid. Van deze meldingen kunnen we in de ritgegevens de aanvrager bepalen. De arbiggegevens hebben deze informatie niet. Voor een aantal parameters was geen informatie in de gegevens beschikbaar. Deze parameters zijn vastgesteld in overleg met experts op de meldkamer. Er is gebruikgemaakt van gegevens over de periode april tot en met juni 2011.

Voor de modellering is het van belang om van de arbigegevens te bepalen welke aanvrager het betrof. Hiertoe is een koppeling gemaakt tussen de arbigegevens en de inzetgegevens. Deze koppeling is gedaan op basis van waarschijnlijkheid. Dat wil zeggen dat op basis van tijdstip melding inzetten zijn gekoppeld aan een gesprek in de arbigegevens. In de koppeling zijn verschillende situaties onderscheiden. In de meeste gevallen leidt één gesprek tot één inzet (1 op 1). Maar er zijn ook situaties waarin meerdere meldingen leiden tot één inzet (n op 1) of dat één gesprek leidt tot meerdere inzetten (1 op m). De arbigegevens hadden betrekking op bijna 109.000 gesprekken, waarvan 78,7% inkomende gesprekken waren. Het gemiddelde aantal gesprekken per dag is 892, het maximum was 1.370, het minimum was 500 gesprekken. Er zijn in deze periode door de RAVU 36.911 inzetten geweest. Dit omvat alle urgentiesoorten en alle soorten vervoer, maar niet de ritten die niet in de productie meetellen. De koppeling van de arbigegevens aan de ritgegevens resulteerde erin dat bijna 20.000 gesprekken een-op-een gekoppeld konden worden aan een inzet. Aan 8.870 gesprekken konden meerdere inzetten worden gekoppeld. Hiervoor is de eerste inzet gekozen. Na voltooiing van de koppeling kon 91,8% van de inzetten worden gekoppeld aan de arbigegevens.

Van de parameters zijn de frequenties en gemiddelde gespreksduren geschat, zie Tabel 17. Deze waarden zijn basiswaarden voor het simulatiemodel. In de simulaties zijn situaties doorgerekend met een hoger aantal meldingen. In die simulaties zijn de frequenties in Tabel 18 verhoogd, de gespreksduren veranderen niet.

In de simulaties wordt het totale aantal gesprekken op de meldkamer gesimuleerd. Een aantal hiervan is direct gerelateerd aan een melding en in de simulaties worden deze ook zo benoemd. De overige gesprekken worden als 'ruis' in het model gehanteerd. De ruis is proportioneel met het aantal meldingen.

Resultaten

Met het model is een aantal simulaties uitgevoerd. Hierbij is het aantal meldingen per uur verhoogd met stappen van 50 meldingen per dag. Het totale aantal meldingen varieert van 100 tot 450 meldingen per dag. In de simulaties is bijgehouden hoeveel meldingen langer dan 6 seconden moeten wachten voordat de telefoon opgenomen wordt. Bij de simulaties met een logistieke medewerker is gekeken of er geen wachtrij ontstaat bij het uitvoeren van een rit. Tabel 18 geeft de resultaten van de simulaties.

Tabel 17: Frequentie en gemiddelde gespreksduur van binnenkomende meldingen in de basissituatie (gespreksduur in minuten:seconden).

Aanvrager	Aantal aanvragen per dag	Frequentie per uur A1	Frequentie per uur A2	Frequentie per uur B	Gemiddelde gespreksduur A1	Gemiddelde gespreksduur A2	Gemiddelde gespreksduur B
Onbekend ¹⁾	17,4						
112 met meldersinstructie	28,9	0,6971	0,4789	0,0290	1:02	12:59	1:03
112 zonder meldersinstructie	12,8	0,2922	0,2218	0,0184	3:13	3:23	2:59
Politie	5,8	0,1097	0,1318	-	1:24	1:20	-
Huisarts/HAP	85,2	1,1371	0,8972	1,5140	1:38	1:52	1:54
Ziekenhuis/MKA	25,4	0,1519	0,7912	0,1142	1:31	1:45	1:35
Brandweer	0,3	0,0053	0,0074	-	2:42	1:46	-
Overig, verloskundige en GHOR	6,1	0,0667	0,0790	0,1072	1:28	1:42	1:50
Psychiatrie	3,8	0,0045	0,0467	0,1081	1:27	2:28	2:23
Thuiszorg	8,0	0,0037	2,6667	0,3152	2:57	1:40	1:37
Ruis ¹⁾	25,78						

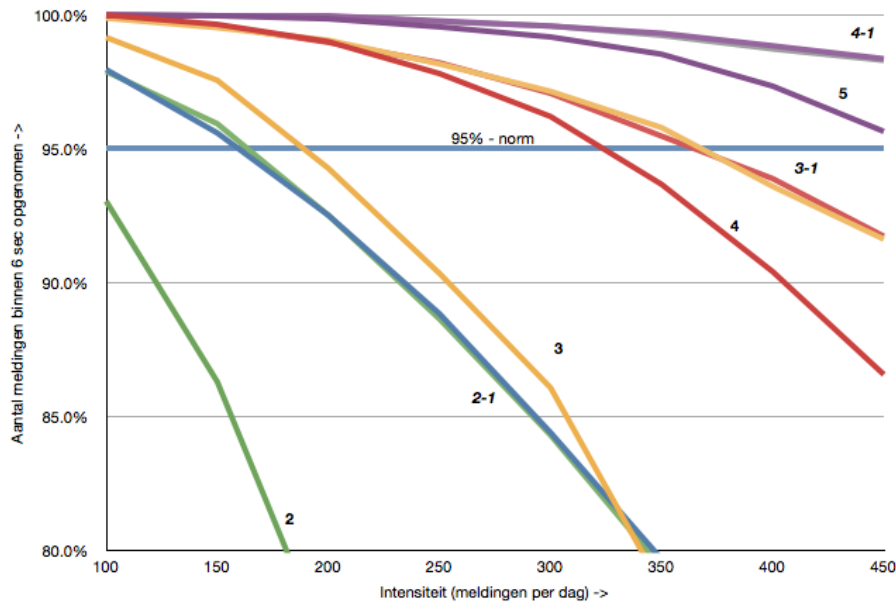
Noot 1: De aanvragen met onbekende herkomst en het ruisproces zijn niet gespecificeerd naar urgentie; de gemiddelde gespreksduur is 1:33 en 0:58, respectievelijk.

Tabel 18: Benodigd aantal centralisten bij verschillend aantal meldingen.

Aantal meldingen per dag	Aantal inzetten per dag	Aantal centralisten zonder differentiatie	Aantal centralisten met differentiatie	
			Triagist	Logistieke medewerker
100	84	3	2	1
150	126	3	2	1
200	168	4	3	1
250	210	4	3	1
300	252	4	3	1
350	294	5	3	1
400	336	5	4	1
450	378	5	4	1

De simulaties laten zien dat er vanaf ongeveer 200 meldingen per dag een extra centralist nodig is. Bij een grotere bezetting is het mogelijk om een hogere productiviteit te halen met inzet van een logistieke medewerker. Uit de tabel is niet af te lezen wat de prestaties zijn en wanneer er ontoelaatbare wachtrijvorming optreedt. Deze aspecten zijn getoond in Figuur 26. Er zijn simulaties gedaan met meerdere logistieke medewerkers. De resultaten zijn in dit rapport niet getoond omdat ervoor gekozen is de resultaten te beperken tot het interval van 100-450 meldingen per dag.

De resultaten zijn vergeleken met cijfers van twee meldkamers uit de praktijk. De meldkamer in Utrecht heeft ongeveer 194 binnenkomende meldingen per dag, exclusief aanvragen voor besteld vervoer afkomstig van ziekenhuizen. De



Figuur 26: Aantal meldingen dat binnen 6 seconden wordt opgenomen bij verschillende aantallen centralisten en types centralist. Curves met één getal als aanduiding geven de prestaties van het systeem met één soort centralist, curves met twee getallen geven de prestaties van het systeem met twee soorten centralisten.

meldkamer wordt bezet door gemiddeld 3,86 centralisten per dag. Hier is een gemiddelde bezetting genomen, de werkelijke bezetting varieert over de dag. Het simulatiemodel gaat uit van 3,1 benodigde centralisten. Dat is in de buurt van de werkelijke bezetting. De meldkamer van Amsterdam heeft gemiddeld 3,57 centralisten gelijktijdig ingeroosterd. We weten van Amsterdam niet hoeveel meldingen per dag er plaatsvinden, wel weten we het aantal inzetten. Volgens de ritgegevens over 2011 heeft Amsterdam 1,38 keer zo veel inzetten als Utrecht. Ervan uitgaande dat het belgedrag in de meldkamer in Amsterdam niet verschilt van dat van Utrecht, schatten we dat er in Amsterdam 267 meldingen per dag zijn. Volgens het simulatiemodel zouden er 4 centralisten nodig zijn. We concluderen dat het simulatiemodel een iets hoger aantal centralisten berekent in vergelijking met de praktijk.

Aanbevelingen voor modelontwikkeling

Er zijn drie aanbevelingen voor verdere modelontwikkeling. Ten aanzien van de gegevens is de beschikbaarheid van nadere informatie over de achtergronden van de gesprekken wenselijk voor een verbetering van de modelstructuur en de parametersschattingen. Hierbij denken wij aan een betere duiding van gesprekken naar melding en soort centralist. Als deze informatie is verwerkt, kan het model worden doorgerekend bij verschillende dagsoorten en dagdelen.

Vervolgens wordt aanbevolen om het model te ontwikkelen, zodat randvoorwaarden en uitgangspunten expliciet in het model kunnen worden meegenomen. Dit betreft bijvoorbeeld kwaliteitscriteria en prestatienormen van de meldkamer. Net als bij het referentiekader kunnen criteria op deze gebieden expliciet in de modellering worden meegenomen, zodat modelvarianten kunnen worden ontwikkeld voor verschillende niveaus van normen en kwaliteitscriteria.

Tot slot is een validatie door inhoudelijk experts wenselijk. Het model en de uitkomsten zouden moeten worden besproken met inhoudelijk deskundigen om de verschillen en overeenkomsten met de werkelijkheid van de meldkamer te beschouwen. Bij verschillen met de praktijk zou het model verder verbeterd kunnen worden.

8 Rijtijdenmodel spoedeisende ambulancezorg

Kernbevindingen

Doel

Doel van het hoofdstuk is een nieuw rijtijdenmodel voor de spoedeisende ambulancezorg te construeren dat representatief is voor heel Nederland en het voor het hele jaar.

Methode

Er zijn nieuwe metingen gedaan van snelheden van ambulances die met A1-urgentie naar een melding rijden. Van de gemeten snelheden zijn gemiddelde waarden geschat voor verschillende dimensies, zoals wegtypes, periode van het jaar, tijdstip van de dag en regiotype. Andere dimensies in het rijtijdenmodel zijn vergeleken met de huidige dimensies om in te schatten of deze een verbetering aan het model geven.

Conclusies

- De snelheden die met de nieuwe gegevens zijn bepaald, wijken voor sommige wegtypes in sommige situaties af van de snelheden die gebruikt zijn bij de berekeningen uit 2007, maar zijn niet onlogisch. De nieuwe schattingen zijn robuuster omdat er meer metingen aan ten grondslag liggen. De nieuwe snelheden zijn in het algemeen iets hoger dan de huidige.
- De afwijkingen van de nieuwe gemiddelde snelheden ten opzichte van de snelheden in 2007 zijn minder groot dan de variatie in de gemiddelde snelheden per wegtype in de specifieke situaties.
- De dimensies die het huidige model hanteert zijn niet beter of slechter dan andere dimensiekeuzes. Het weglaten van elk van de gebruikte dimensies leidt echter tot minder goede resultaten.
- De gevolgen van de hogere snelheden voor kortere rijtijden in het rijtijdenmodel zijn nog niet doorgerekend, maar zullen van dezelfde orde grootte zijn als de veranderingen in de snelheden.
- De veranderingen in het rijtijdenmodel hebben naar verwachting een gering effect op de maximumvariant van de capaciteitsberekening, omdat de toewijzing van inzetten naar de dichtstbijzijnde standplaats in het referentiekader waarschijnlijk niet wezenlijk zal veranderen met het nieuwe rijtijdenmodel. De veranderingen kunnen wel een effect hebben op de minimumvariant van de capaciteitsberekening, omdat daar een greenfieldscenario voor de spreiding van standplaatsen wordt gehanteerd en de doorrekening daarvan met het nieuwe rijtijdenmodel mogelijk iets andere resultaten geeft. De veranderingen in de minimumvariant zijn naar verwachting gering.

Wat betekent dit voor het referentiekader?

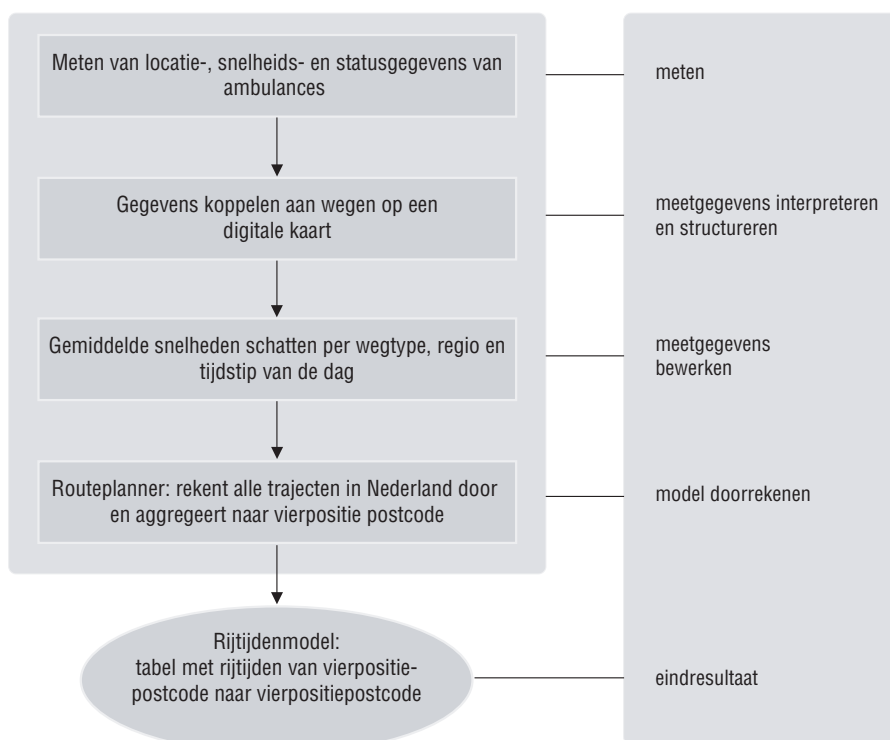
De nieuwe metingen vormen een goede basis voor de bepaling van nieuwe snelheden die als input kunnen dienen voor de routeplanner waarmee het rijtijdenmodel zal worden berekend. De afwijkingen ten opzichte van de oude snelheden zijn niet onlogisch. Er is geen reden om de huidige dimensies te veranderen. Tegelijkertijd kunnen de dimensies (klassen) niet weggelaten worden.

In het huidige rijtijdenmodel is het spitsmodel voor alle situaties gehanteerd. Dit meest behoudende model is in lijn met de gedachte dat het referentiekader een minimale basis voor spreiding en capaciteit moet bieden.

Een van de aanbevelingen van het expertteam van het vorige referentiekader betrof een actualisering van het rijtijdenmodel. Het rijtijdenmodel diende te worden geactualiseerd, zodanig dat het nieuwe model representatief zou zijn voor het gehele jaar en voor heel Nederland. Voor de actualisering zijn nieuwe metingen van ambulancesnelheden gedaan en er zijn nieuwe schattingen van gemiddelde snelheden gedaan. Een tweede fase van de constructie van het rijtijdenmodel is het doorrekenen van de routeplanner met gebruik van deze nieuwe gemiddelde snelheden. Deze tweede fase moet nog worden uitgevoerd, maar er kan van uit worden gegaan dat de gevonden verschillen in gemiddelde snelheden verhoudingsgewijs op dezelfde manier doorwerken in de rijtijden die straks door de routeplanner worden berekend. In dit hoofdstuk presenteren we de resultaten van de metingen en schattingen van gemiddelde snelheden. Ook wordt aangetoond dat de nieuwe snelheden representatief zijn voor tijd en regio.

Het huidige model

Het RIVM beheert een rijtijdenmodel voor de spoedeisende ambulancezorg. Dit model geeft een schatting van de rijtijd die een ambulance nodig heeft wanneer die een traject in Nederland met spoed rijdt. Het model is gedefinieerd op het niveau van vierposities postcodegebieden en geeft een voorspelling van de benodigde rijtijd van het middelpunt van elk postcodegebied naar het middelpunt van elk ander postcodegebied: het model schat de benodigde rijtijd van 'A naar B'. De huidige versie van het model is die van het jaar 2007 en is tevens gebruikt in het referentiekader-2008. Het model is in detail beschreven in het achtergrondrapport bij het referentiekader-2008 (Kommer en Zwakhals, 2011). Het model is gebaseerd op metingen uit een steekproef van ambulanceritten in 2007. In schema ziet de constructie van het rijtijdenmodel eruit als in Figuur 27.



Figuur 27: Blokschema rijtijdenmodel.

Gebruik routeplanner

Het rijtijdenmodel is in feite een tabel met gemiddelde rijtijden van een willekeurig postcodegebied A naar een willekeurig ander postcodegebied B. De gemiddelde rijtijden worden bepaald met een routeplanner met gebruik van gemiddelde snelheden van een ambulance die met spoed rijdt. De routeplanner is toegesneden op ambulancevervoer en bevat speciale op- en afritten voor hulpdiensten en bus- en tramlijnen die open staan voor hulpdiensten. De routeplanner hanteert twaalf verschillende soorten wegen.

Context van het rijtijdenmodel

De dimensies van het rijtijdenmodel bepalen de context van het model. Het model is gespecificeerd naar wegtype, regio, ligging ten opzichte van de bebouwde kom (binnen of buiten de bebouwde kom), en tijdstip op de dag. Voor de indeling naar regio zijn er drie categorieën:

Randstad:	Utrecht, Amsterdam/Waterland, Kennemerland, Gooi- en Vechtstreek, Haaglanden, Hollands Midden, Rotterdam-Rijnmond;
Intermediair:	Gelderland-Midden, Gelderland-Zuid, Noord-Holland-Noord, Zuid-Holland-Zuid, Midden- en West-Brabant, Brabant-Noord, Brabant-Zuidoost;
Periferie:	Groningen, Friesland, Drenthe, IJsselland, Twente, Noordoost-Gelderland, Zeeland, Limburg-Noord, Zuid-Limburg, Flevoland.

Tijdstip op de dag bevat de volgende drie categorieën:

spits	: werkdagen van 06.30 tot 09.30 uur en van 15.00 tot 19.00 uur;
dag	: werkdagen van 09.30 tot 15.00 uur en weekenddagen van 06.30 tot 19.00 uur;
nacht	: werk- en weekenddagen van 19.00 tot 06.30 uur.

Voorgaande context is die van het rijtijdenmodel dat gebruikt is in het referentiekader-2008. In onderhavig onderzoek is bekeken of het zinvol is om andere dimensies en categorieën te hanteren.

De nauwkeurigheid van het rijtijdenmodel is grotendeels bepaald door de nauwkeurigheid van de gemiddelde snelheden. Hoe nauwkeuriger de snelheid van een ambulance in een gegeven context geschat is, hoe nauwkeuriger de voorspelde rijtijd zal zijn.

Doelstelling actualisatie

In 2011 is een nieuwe meting van ambulancesnelheden gestart. De nieuwe metingen worden door het RIVM gebruikt om:

1. de mogelijkheid te bestuderen om het huidige rijtijdenmodel te verbeteren;
2. het huidige model te herzien, of het huidige model te vervangen door een verbeterd model.

We schatten de gemiddelde snelheden voor bepaalde dimensies van het rijtijdenmodel. We noemen dit het *voorspellingsmodel* voor het rijtijdenmodel. Het voorspellingsmodel schat dus de snelheden die we in de routeplanner invoeren om de rijtijd te schatten.

Data

De analyse maakt gebruik van metingen over de periode 1 oktober 2011 tot en met 30 september 2012. Het betreft 33,9 miljoen metingen van snelheden van ambulances tijdens een inzet. Hierin zitten inzetten met A- en B-urgentie, en de metingen betreffen de gehele inzet. Hieruit wordt een selectie gemaakt van A1-urgentie, ambulances en rapid responders en metingen met status 'aanvang rit'. Ook meetfouten zijn hieruit gefilterd. Dit resulteert in 1,2 miljoen metingen. Figuur 28 en 29 geven een overzicht van deze metingen.

Door technische beperkingen zijn geen resultaten van de RAV's Twente en Rotterdam-Rijnmond verzameld. In de meetwaarden van deze RAV's ontbrak de snelheid.

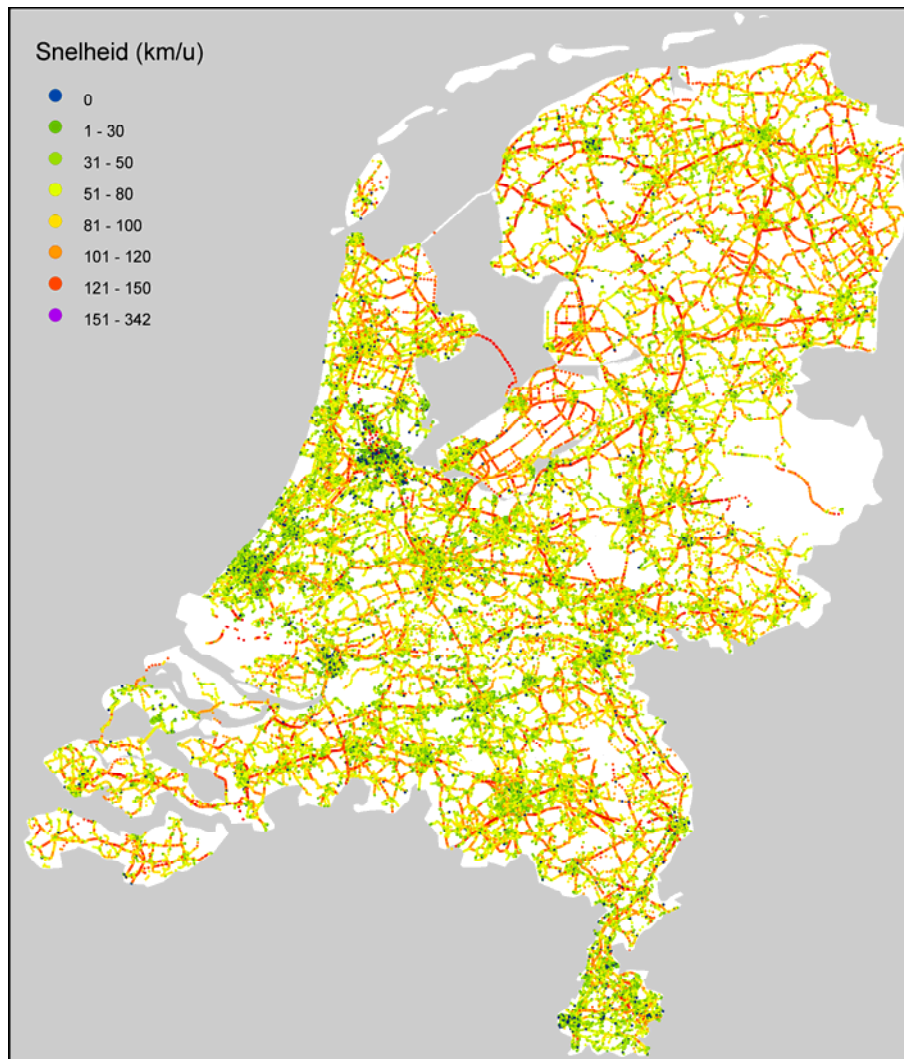
Analyse van snelheden

Ten behoeve van de analyses zijn de metingen verder geaggregeerd door binnen een inzet snelheden over eenzelfde wegvak te middelen. In een aantal gevallen was hierbij geen aggregatie aan de orde omdat er één meting was. Uiteindelijk kon het aantal metingen na deze laatste stap worden gehalveerd en bleven ruim 600.000 metingen over voor analyse van de snelheden.

De data zijn ingedeeld naar de volgende kenmerken:

- dag van het jaar (numeriek: 1, 2, ..., 365);
- dag van de week (1, 2, ..., 7);
- weekend (0/1);
- uur op de dag (0, 1, ..., 23; ontleend aan uur);
- periode op de dag (spits, dagperiode, avond/nacht);
- incident en voertuig (numeriek ID);
- RAV-regio (1, 2, ... 25);
- regio-indeling (Randstad, intermediair, periferie);
- urbanisatiegraad (1, 2, ...5; conform de indeling van het CBS);
- urbaan gebied (0/1);
- wegtype (conform de indeling van CityGIS routeplanner);
- rangnummer van wegtype (1, 2, ... 22);
- aantal metingen waarover het gemiddelde is bepaald (per wegvak in een traject);
- snelheid (km/u).

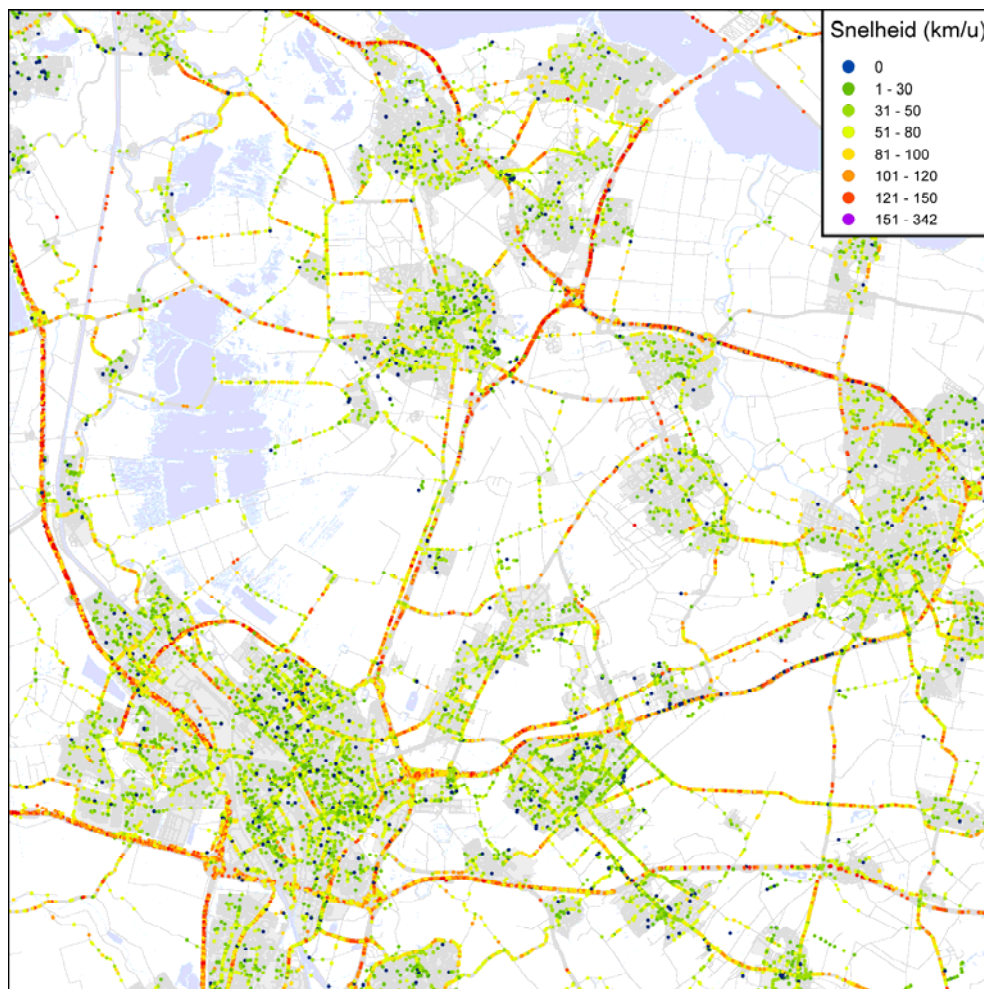
Deze kenmerken zijn nodig voor het onderzoek naar andere keuzes voor de dimensies (context) van het voorspellingsmodel.



Figuur 28: Metingen van de snelheden van ambulances met speed onderweg naar een melding in de periode oktober 2011 – september 2012.

Onderzoek naar andere dimensies voor het model

Het verbeteren van het rijtijdenmodel betekent eigenlijk het verbeteren van de schattingen van gemiddelde snelheden en de keuzes voor de context van het model. Intuïtief gezien geldt dat hoe gedetailleerder de context gespecificeerd wordt, hoe nauwkeuriger de rijtijden kunnen worden voorspeld. Maar hoe meer detail de context krijgt, hoe minder metingen er zijn die precies binnen de context vallen, en dus hoe groter de onzekerheid van de schattingen van de gemiddelde snelheden. Het kiezen van een goed voorspellingsmodel hangt dus af van een balans tussen veel en weinig detail in de specificatie van de context. Bijvoorbeeld, een specificatie van het model naar maanden van het jaar kan voor de definitie van een context betere voorspellingen geven dan een model op jaarbasis, maar het is mogelijk dat een detaillering naar dag of week slechtere resultaten geeft.



Figuur 29: Metingen van de snelheden van ambulances met speed onderweg naar een melding in de periode oktober 2011-september 2012, uitsnede voor de regio Utrecht-Hilversum.

Het huidige voorspellingsmodel geeft maar één manier om de context van een ambulancerit te specificeren, namelijk in termen van een bepaalde indeling in categorieën van type weg, regio, ligging (binnen of buiten de bebouwde kom), en tijdstip op de dag. Deze manier was oorspronkelijk gekozen op basis van een combinatie van empirische waarnemingen, 'gezond verstand', en logische redenen en beperkingen. Het is mogelijk dat andere keuzes betere voorspellingen van snelheden kunnen geven en dat het gebruik van andere voorspellingsvariabelen, behalve type weg, regio, ligging en tijdstip op de dag, de voorspellingen kunnen verbeteren. Voorbeelden van potentiële nuttige voorspellingsvariabelen zijn dag, week of maand van het jaar, type dag (werkdag of weekend) en urbanisatiegraad. Ook zijn andere keuzes mogelijk van de vier variabelen die in het huidige model aanwezig zijn.

Predictie analyse

Om te bepalen of het huidige model voor verbetering vatbaar is, hebben we meerdere 'predictie-analyses' van het model en van alternatieve modellen uitgevoerd. In een predictie-analyse van een voorspellingsmodel wordt er onder andere gekeken naar de kwaliteit van de voorspellingen die het model genereert, in termen van vertekening (bias) en gemiddelde absolute (of

kwadratische) voorspellingsfout. In het algemeen geldt dat hoe kleiner de gemiddelde voorspellingsfout van een model is, hoe beter de voorspellingen van dit model zijn. Als we meerdere modellen analyseren, kunnen we in principe het model kiezen dat de beste voorspellingen levert.

De alternatieve modellen die we hebben gebruikt, zijn boom-modellen ('tree models'). Een boommodel is een model dat de data gebruikt om bij een partitie van de ruimte van voorspellingsvariabelen te komen tot een keuze van variabelen die tot 'optimale' voorspellingen van snelheden leiden. Die partitie correspondeert met een manier om de context van een ambulancerit te specificeren. De indeling van de ritten in termen van type weg, regio, ligging en tijdstip op de dag in het huidige model is een voorbeeld van een netvormige partitie van de ruimte van die vier voorspellingsvariabelen. De voorspellingen zelf bestaan uit gemiddelden per laag (element van de partitie) die van de data worden berekend, zoals in het huidige model. Echter, de partitie in een boom-model hoeft niet netvormig te zijn, maar is enigszins meer gestructureerd.

Boom-modellen zijn bekend als bruikbare methoden om voorspellingen te maken op basis van meerdere voorspellingsvariabelen in situaties waarin de relatie tussen wat voorspeld moet worden en de voorspellingsvariabelen niet bekend of moeilijk te schatten is, zoals in onderhavig geval.

Resultaten

Ten eerste is het huidige voorspellingsmodel beoordeeld. De belangrijkste conclusies betreffende dit model waren dat de voorspellingen geen bias hebben en dat de gemiddelde absolute voorspellingsfout gelijk is aan 22,9 km/uur. De schattingen van de gemiddelde snelheden hebben één nabewerking gehad. Dit betreft een correctie op drie punten. In drie gevallen kon geen snelheid worden geschat omdat er onvoldoende metingen waren voor een betrouwbare schatting voor het specifieke wegtype, de ligging, het tijdstip van de dag en de regio. Het ging daarbij om een schatting voor 100 km/uur snelweg binnen de bebouwde kom in de periferie in de spits en in de avond/nacht en om voetgangersgebied in de spits buiten de bebouwde kom in de Randstad. De gemiddelde snelheden voor deze gevallen zijn afgeleid van andere, gelijksoortige wegtypes. Een tweede correctie betreft de schattingen van gemiddelde snelheden in voetgangersgebieden, buiten de bebouwde kom in de periferie. De gemiddelde snelheden die in de statistische analyses zijn geschat, weken erg af van andere snelheden voor voetgangersgebieden dat hiervoor op inhoudelijke gronden een correctie naar beneden is uitgevoerd. Een derde correctie betreft de gemiddelde snelheden op de veren. Hiervoor waren erg weinig metingen en in veel gevallen was een schatting niet mogelijk. Daarom zijn die metingen samengenomen en is voor alle regio's en tijdstip van de dag en ligging dezelfde gemiddelde snelheid gehanteerd. Overigens worden in de doorrekening van de routeplanner van CityGIS de veerdiensten alleen gebruikt voor de Waddeneilanden. De gemiddelde snelheden van de veerdiensten in 'het vaste land van Nederland', zoals de veerdiensten op de grote rivieren, op de kanalen en in Zeeland, zijn nul. Dit betekent dat er voor deze veerdiensten geen route mogelijk is voor de ambulances. De gemiddelde snelheden per wegtype, ligging en regio zijn gegeven in de tabellen 19, 20 en 21.

Als we naar de voorspellingsfout per wegtype kijken, zien we dat de voorspellingsfouten groter zijn, met een gemiddelde absolute fout van de orde van 25-28 km/uur bij de spits, bij snelwegen, 100 km/uur snelwegen en grote nationale wegen. De voorspelfouten zijn kleiner, met een gemiddelde absolute voorspellingsfout van de orde van 18-20 km/uur bij de spits, bij hoofdwegen en

kleine nationale wegen. Als we naar de voorspellingsfout per ligging kijken, zien we dat de fouten groter zijn buiten de bebouwde kom dan binnen de bebouwde kom (gemiddelde absolute voorspellingsfout van respectievelijk 27 km/uur en 19 km/uur bij de spits). Deze twee observaties weerspiegelen het feit dat de voorspellingsfout toeneemt met toenemende gemiddelde snelheid.

In het algemeen zijn de snelheden in de spits meer voorspelbaar dan die in de avond en nacht, als men naar 'verklaarde variantie' kijkt. De verklaarde variantie is een relatieve mate van de voorspellingsfout ten opzichte van de variabiliteit van de snelheid. Absoluut gezien zijn de voorspellingsfouten bijna onafhankelijk van periode van de dag.

Tabel 19: Gemiddelde snelheid per wegtype in de spits, op basis van de meetperiode 2011-2012 (km/u).

Wegtype	Buiten bebouwde kom			Binnen bebouwde kom		
	Randstad	Intermediair	Periferie	Randstad	Intermediair	Periferie
Snelweg	104	106	119	90	100	102
100 km/u snelweg	99	110	92	90	98	101 ⁽²⁾
Grote N-weg	83	88	101	74	75	70
Kleine N-weg	83	90	95	67	75	75
Hoofdweg	72	76	78	59	62	64
Busbaan	78	55	65	53	61	70
Doorgaande weg	58	67	66	48	50	53
Straat	45	46	46	31	32	35
Onbekend	47	47	47	28	25	36
Voetgangersgebied	40	30	27	32	24	22 ⁽³⁾
Veer ⁽¹⁾	7	7	7	7	7	7

Noten:

- 1) In de routeplanner zijn alleen de veerdiensten naar de Waddeneilanden operationeel, alle andere veerdiensten hebben snelheid 0.
- 2) Deze snelheid kon niet worden geschat door een tekort aan meetwaarden, de waarde 101 is bepaald aan de hand van de gemiddelde snelheden van snelwegen.
- 3) De schatting in de statistische analyse is naar beneden bijgesteld aan de hand van snelheden van voetgangersgebied in andere regio's.

Tabel 20: Gemiddelde snelheid per wegtype in de dag buiten de spits, op basis van de meetperiode 2011-2012 (km/u).

Wegtype	Buiten bebouwde kom			Binnen bebouwde kom		
	Randstad	Intermediair	Periferie	Randstad	Intermediair	Periferie
Snelweg	113	110	122	99	103	102
100 km/u snelweg	105	115	99	95	107	108
Grote N-weg	82	91	101	77	80	74
Kleine N-weg	86	92	97	69	76	76
Hoofdweg	73	78	80	60	63	65
Busbaan	85	58	70	56	56	71
Doorgaande weg	59	68	67	48	51	53
Straat	47	46	48	32	33	36
Onbekend	46	48	47	30	26	35
Voetgangersgebied	39	23	36	31	23	29 ⁽²⁾
Veer ⁽¹⁾	7	7	7	7	7	7

Noten:

- 1) In de routeplanner zijn alleen de veerdiensten naar de Waddeneilanden operationeel, alle andere veerdiensten hebben snelheid 0.
- 2) De schatting in de statistische analyse is naar beneden bijgesteld aan de hand van snelheden van voetgangersgebied in andere regio's.

Tabel 21: Gemiddelde snelheid per wegtype in de avond/nacht, op basis van de meetperiode 2011-2012 (km/u).

Wegtype	Buiten bebouwde kom			Binnen bebouwde kom		
	Randstad	Intermediair	Periferie	Randstad	Intermediair	Periferie
Snelweg	116	114	122	104	107	103
100 km/u snelweg	109	115	107	106	109	105 ⁽²⁾
Grote N-weg	93	94	106	81	85	79
Kleine N-weg	89	96	97	73	80	76
Hoofdweg	73	77	77	62	64	64
Busbaan	83	59	67	55	54	67
Doorgaande weg	58	65	62	48	49	51
Straat	44	42	45	29	30	33
Onbekend	42	45	43	26	27	33
Voetgangersgebied	37	22	34	34	22	27 ⁽³⁾
Veer ⁽¹⁾	7	7	7	7	7	7

Noten:

- 1) In de routeplanner zijn alleen de veerdiensten naar de Waddeneilanden operationeel, alle andere veerdiensten hebben snelheid 0.
- 2) Deze snelheid kon niet worden geschat door een tekort aan meetwaarden, de waarde 101 is bepaald aan de hand van de gemiddelde snelheden van snelwegen.
- 3) De schatting in de statistische analyse is naar beneden bijgesteld aan de hand van snelheden van voetgangersgebied in andere regio's.

Meerdere boom-modellen zijn geconstrueerd en beoordeeld op basis van de metingen van snelheden. De bias en de gemiddelde absolute voorspellingsfout zijn ongeveer dezelfde in alle boom-modellen. In tegenstelling met het huidige model is de bias niet nul, maar kan tussen -5 en +5 km/uur liggen voor 100 km/uur snelwegen, respectievelijk grote N-wegen. Bij andere wegtypes is dit bijna nul. De gemiddelde absolute voorspellingsfout is van de orde van 22,9 km/uur, net als in het huidige voorspellingsmodel. De boom-modellen geven dus geen verbetering in vergelijking met het huidige model. In het bijzonder zijn de absolute voorspellingsfouten ten opzichte van de meerdere types wegen en de twee niveaus van ligging (binnen en buiten bebouwde kom) niet kleiner dan die van het huidige model.

Opmerkelijk is dat de boom-modellen de voorspellingsvariabelen 'uur op de dag', 'periode op de dag' en 'weekend' niet heeft meegenomen. De keuze van de voorspellingsvariabelen wordt gedaan op basis van een algoritme dat, op een iteratieve manier, de variabelen kiest die de grootste afname in voorspellingsfout geeft. De reden waarom deze voorspellingsvariabelen niet meegenomen waren, is dus dat op elk moment de grootste afname door andere voorspellingsvariabelen — vooral wegtype — is verkregen.

Er zijn manieren om bepaalde voorspellingsvariabelen in het model te 'forceren'. We hebben dus ook modellen geconstrueerd en beoordeeld die met 'uur op de dag', 'periode op de dag' of 'weekend' rekening hielden, maar dergelijke modellen lijken nog slechtere resultaten te geven.

Betekenis voor het referentiekader

In de actualisatie van het rijtijdenmodel zijn nieuwe gemiddelde snelheden geschat. Het is aangetoond dat een andere indeling van dimensies, de 'context' van het model, geen betere resultaten geeft voor de geschatte snelheden. Dat betekent dat de keuzes voor de dimensies van het rijtijdenmodel zoals die er waren gehandhaafd kunnen blijven. De nieuwe schattingen van de gemiddelde snelheden zijn representatief voor regio en tijd van het jaar.

9 Conclusies en aanbevelingen

De conclusies uit de diverse hoofdstukken en de betekenis voor het referentiekader zullen in dit hoofdstuk nogmaals de revue passeren. Ze zullen tevens gerelateerd worden aan de vraagstelling zoals die in hoofdstuk 2 is geformuleerd. Per vraag zal een korte samenvatting van de bevindingen en de betekenis daarvan voor het referentiekader worden opgesteld. Omdat de mogelijke verbeterpunten aan het referentiekader (vraag 1) resulteren uit de andere onderzoeksvragen, zullen deze eerst worden behandeld. Aan het eind van dit hoofdstuk komen de aanbevelingen voor aanpassing van het referentiekader, de feitelijke beantwoording van vraag 1, aan de orde.

9.1 Conclusies

1. Wat is de spreiding en beschikbaarheid van ambulances in de praktijk en hoe verhoudt zich dat tot het referentiekader?

Doelstelling van dekking

We zien dat in gebieden waar weinig of geen mensen wonen, zoals de industriegebieden Maasvlakte en Moerdijk, wel een vraag naar ambulancezorg is. De doelstelling van een dekking op inwoners in het referentiekader kan leiden tot een slechte dekking van dergelijke gebieden. Dit is op te lossen door de doelstelling uit te breiden met een dekking op basis van de spreiding van incidenten. In het referentiekader kan een doelstelling toegevoegd worden om hiervoor genoemd probleemgebieden additioneel mee te nemen in de dekking. Deze doelstellingsfunctie wordt dan '... 97% van de inwoners en 97% van de incidenten binnen de normtijd bereikt...'. Het feit dat een aantal probleemgebieden in de praktijk wel wordt bereikt, is voor het referentiekader geen argument om niets met deze gebieden te doen. In de praktijk worden additionele financieringsbronnen ingezet voor deze extra standplaatsen, die niet in het referentiekader voorkomen. Het wegvallen van deze bronnen maakt deze gebieden kwetsbaar. Dit pleit voor een structurele oplossing binnen het referentiekader.

Spreiding en capaciteit in de tijd

In de praktijk verschilt de spreiding van standplaatsen overdag van de spreiding 's nachts. Dit verschil is echter gering. Een verfijning van het referentiekader naar een spreiding voor overdag en voor 's nachts voegt weinig toe. Voor de capaciteitsberekening is een onderscheid naar dag en nacht wel relevant. Er is een verschil in de hoogte van de vraag tussen zomer en winter. Vooral in toeristische kustgebieden is de vraag naar ambulancezorg in de zomer hoger dan in de winter. Dit pleit ervoor om een apart capaciteitsmodel voor de zomer en een apart model voor de winter te maken. De aanbeveling voor een differentiatie naar seizoenen staat los van het financieringsmodel, dat op jaarbasis is gedefinieerd. Een nuancering van het referentiekader naar seizoenen biedt de mogelijkheid om maatwerk te leveren voor drukke en minder drukke tijden. Voor de financiering kan vervolgens een aggregatie naar jaarbasis worden gemaakt. Het seizoenseffect is een typisch capaciteitsprobleem, niet zozeer een spreidingsprobleem. Door verkeersdrukke in het toeristisch seizoen kunnen er wel bereikbaarheidsproblemen ontstaan vanwege volle toegangswegen naar de kust. Deels is het ondervangen van deze problemen regionaal maatwerk die bijvoorbeeld opgelost kunnen worden met extra uitrukposten. Deels houdt het referentiekader al rekening met deze problemen

omdat de lagere ambulancesnelheden zijn meegenomen in het rijtijdenmodel, dat gebaseerd is op metingen in alle regio's in alle perioden van het jaar.

Indeling naar tijdsblokken

De paraatheid is in werkelijkheid anders dan in het referentiekader. De paraatheid overdag ligt hoger dan in het referentiekader wordt berekend. Bovendien wordt het gemiddelde hoge niveau overdag een uur later bereikt dan we veronderstellen in het referentiekader. De dagsituatie is ook een uur later afgelopen dan verondersteld werd in het referentiekader-2008. De avond duurt korter dan 8 uur en de nacht juist langer. De indeling in drie dagdelen van ieder acht uur in het referentiekader komt niet overeen met de realiteit. Aanbevolen wordt om de indeling beter aan te laten sluiten bij de werkelijkheid. Hierbij hoeven de tijdsblokken ook niet even lang te zijn. Met deze aanpassing, en met een additionele doelstelling van de dekking op basis van incidenten, sluit het referentiekader beter aan bij de patronen van menselijke bewegingen: 's nachts in woonkernen en overdag ook in bedrijfsgebieden.

Overschrijdingen in bereikt gebied

Overschrijdingen van de 15 minuten responstijd gebeuren vooral in gebieden binnen 12 minuten bereik van standplaatsen van het referentiekader. Dit wijst op onvoldoende capaciteit in relatie tot de gelijktijdigheid van ritten. Mogelijk dat het referentiekader onvoldoende robuust is voor momenten met hoge vraag naar ambulancezorg. De overschrijdingspercentages zijn het hoogst in gebieden op grotere afstand van de standplaatsen. Het gaat hier vaak om lage aantallen ritten, maar door de hoge rijtijden mondt een inzet vaak uit in een overschrijding. Om het aantal overschrijdingen terug te dringen kan overwogen worden om de benodigde capaciteit te berekenen op standplaatsniveau in plaats van op RAV-niveau. Een andere optie is om bij de capaciteitsberekeningen uit te gaan van parameters die gebaseerd zijn op een hoge werkdruk in plaats van op een gemiddelde werkdruk. Een derde optie is om de veronderstelling van het dynamisch ambulancemanagement (DAM) door de week overdag te heroverwegen. De veronderstelling van DAM leidt tot lagere capaciteiten. De overschrijdingen, landsbreed, duiden op capaciteitsproblemen op deze tijden van de dag. Een heroverweging van DAM kan deze capaciteitsproblemen verlichten of zelfs verhelpen.

Productiegroei

De productiegroei over de periode 2006-2011 is gemiddeld 3,1% per jaar. Dit cijfer is iets hoger dan verwacht mag worden op basis van demografische ontwikkelingen, maar in lijn met de productiegroei in de meeste andere zorgsectoren (Slobbe et al., 2011). Een structurele aanpassing van het model om meer rekening te houden met de bevolkingsgroei is niet noodzakelijk. De actualisatie van het referentiekader met gebruikmaking van productiecijfers uit 2011 is dan ook een veilige keuze.

Vervoersdifferentiatie

In het referentiekader wordt met één type ambulance gewerkt. In werkelijkheid zien we in een aantal regio's inzet van gedifferentieerd vervoer. Een capaciteitsmodel voor gedifferentieerd vervoer is nog niet mogelijk omdat de ritgegevens geen informatie bevat voor een typering van de vraag naar ambulancezorg die aansluit bij de inzetcriteria voor gedifferentieerd vervoer. Een genuanceerde modellering is dus op dit moment niet te construeren. Wel kan op een meer globale manier gedifferentieerd vervoer in het referentiekader worden toegepast, bijvoorbeeld door een deel van de resultaten als rapid responder of zorgambulance te oormerken. Dat is een verdeling van de resultaten over

verschillende vervoerstypes. Daarvoor zouden echter wel aannames moeten worden gedaan die niet gebaseerd kunnen worden op analyses van ritgegevens. Ondanks dat een modellering niet mogelijk is, blijken er wel praktische voordelen van gedifferentieerd ambulancevervoer te zijn: een aantal RAV's heeft goede ervaringen hiermee.

2. Bestaan er andere modellen die toe te passen zijn in het referentiekader en wat zijn daar de mogelijkheden van?

Inventarisatie modellen spreiding en beschikbaarheid

Er is uitgebreid gezocht naar buitenlandse voorbeelden van de toepassing van spreidings- en beschikbaarheidsmodellen zoals dat in Nederland gebeurt, namelijk voor het bepalen van de macrocapaciteit in de ambulancezorg. Een model als het referentiekader dat de benodigde capaciteit op macroniveau berekent, gegeven een stelsel van uitgangspunten en randvoorwaarden, is in de internationale inventarisatie bij andere organisaties niet gevonden. Ook is in de literatuur gezocht naar modelontwikkelingen op het terrein van spreiding en paraatheid. Hier zijn wel modellen gevonden voor gelijktijdige berekening van de benodigde capaciteit voor spoedvervoer en besteld vervoer, maar deze modellen sluiten niet aan bij het macroniveau van het referentiekader. Ook zijn er modellen gepubliceerd die de spreiding en capaciteit integraal berekenen, uitgaande van een minimalisatie van de kans op overschrijdingen. Deze modellen hebben een doelstellingsfunctie die beter aansluit bij de praktijk, namelijk het minimaliseren van het aantal overschrijdingen van de normatieve responstijd.

3. Wat is de optimale spreiding van standplaatsen?

Greenfieldscenario's bieden inzicht

Afhankelijk van de uitgangspunten varieert de optimale spreiding van standplaatsen. In het referentiekader is er een maximum- en een minimumvariant. Deze gaan uit van verschillende spreidingen van standplaatsen. De minimumvariant gaat uit van dynamisch ambulancemanagement met als gevolg een kleiner aantal standplaatsen dan in de maximumvariant, waarbij uitgegaan wordt van paraatheid vanaf de standplaats. De geschetste modellen bieden handvatten voor de discussies over alternatieve spreiding van standplaatsen. Het is namelijk direct zichtbaar wat de gevolgen van bepaalde keuzes zijn voor het aantal standplaatsen.

Ook geven de modellen aangrijpingspunten voor discussies over gedifferentieerd spoedvervoer (besteld vervoer is voor dit hoofdstuk niet van belang). De gevolgen van een keuze voor een lagere rijtijdnorm zijn inzichtelijk gemaakt. Een netwerk van rapid responders met 8 minuten rijtijd, bijvoorbeeld, heeft vergaande gevolgen voor de dichtheid aan standplaatsen of uitrukpunten. Het eventueel overnemen van bepaalde modellen in het referentiekader kan gevolgen hebben voor verschuivingen in de werkelijke locaties, en de afweging moet worden gemaakt of en in hoeverre deze veranderingen de moeite waard zijn.

4. Wat zijn de gevolgen van het gebruik van andere capaciteitsmodellen?

Gescheiden capaciteitsberekening vraagt meer aannames

De capaciteitsberekening in het huidige referentiekader gaat uit van een geïntegreerde capaciteitsberekening voor spoedvervoer en besteld vervoer. Het

gescheiden berekenen van deze capaciteit leidt tot een groei van de benodigde capaciteit van 4 tot 10%. Landelijk zouden overdag op werkdagen twintig ambulances meer nodig zijn. Deze stijging van benodigde capaciteit bij een gescheiden capaciteitsberekening wordt veroorzaakt door het wegvallen van het gebruik van restcapaciteit van het spoedvervoer in het besteld vervoer. Het gescheiden berekenen van de capaciteit voor besteld vervoer en spoedvervoer heeft alleen zin als ook gedifferentieerd vervoer wordt gerealiseerd. Dat zou betekenen dat (voor een deel van) het besteld vervoer goedkopere vervoersambulances worden ingezet. Alleen zo kan een efficiëncyslag behaald worden. Naast een gescheiden berekeningswijze zijn ook aannames nodig over vervoersdifferentiatie en er moeten maatregelen zijn genomen voor de benodigde inzet bij grootschalige incidenten en rampen (GHOR-inzet). Nadeel van deze vervoersdifferentiatie is dat het spoedvervoer in momenten van schaarste geen gebruik kan maken van zorgambulances, met als gevolg mogelijke overschrijdingen in het spoedvervoer.

Vervoersdifferentiatie nog niet te modelleren

De vraag naar het effect van vervoersdifferentiatie op de benodigde capaciteit kan echter niet worden beantwoord, omdat hiervoor essentiële informatie in de ritgegevens ontbreekt voor een aansluiting bij de inzetcriteria. Daarnaast zijn de inzetcriteria onvoldoende gespecificeerd voor toepassing in een model. Hierdoor kan de, voor een capaciteitsmodel met gedifferentieerd vervoer noodzakelijke, koppeling tussen vraag en aanbod van zorg niet worden gemaakt. Aanbevolen wordt om de benodigde informatie in de gegevens beschikbaar te krijgen, zodat een capaciteitsberekening met vervoersdifferentiatie mogelijk wordt.

Andere modellering van gelijktijdigheid kan, maar niet wenselijk voor A1-urgentie

Het modelleren van de gelijktijdigheid van spoedvervoer met het Erlang-C-model leidt tot kleine verschillen in de benodigde capaciteit ten opzichte van het referentiekader-2008. De verschillen hangen af van de werklust, het aantal ritten per uur en van de aannames over toegestane wachtrijlengte. Gezien het spoedeisende karakter van spoedvervoer onder A1-urgentie is het niet zinvol om wachtrijvorming in een Erlang-model te hanteren. Voor A2-urgentie kan dit onder voorwaarden wel. Als het Erlang-model voor A2-vervoer wordt toegepast is een gescheiden berekening van capaciteit voor A1- en A2-vervoer nodig. De effecten hiervan op het referentiekader zijn nog niet doorgerekend. Geadviseerd wordt om het Erlang-C-model niet te implementeren. Gezien het spoedeisende karakter van het A1-vervoer is wachtrijvorming niet acceptabel. Gebruik bij de inzet van A2-ritten zou kunnen, maar dan zou eerst vervoersdifferentiatie tussen A1- en A2-ritten moeten worden gerealiseerd.

Prikkels tot doelmatigheid vragen zorgvuldigheid

Een capaciteitsmodel met prikkels voor doelmatigheid kan gebaseerd worden op aannames over een minimale benodigde behandel- en overdrachtstijd. Uit een vergelijking van ritgegevens blijkt dat, met deze aannames, een afname van de gemiddelde ritduur is te behalen van 14%. Deze verlaging van de gemiddelde ritduur leidt tot een lagere capaciteit. Geschat is dat ongeveer één ambulance per RAV minder wordt berekend. Voor het nieuwe referentiekader valt te overwegen om deze prikkels voor doelmatigheid door te voeren.

Geïntegreerd model sluit beter aan bij de praktijk

Een capaciteitsmodel dat spreiding en capaciteit geïntegreerd berekent en dat gebaseerd is op het minimaliseren van de kans op overschrijdingen, biedt conceptueel een aantal voordelen boven het huidige model dat uitgaat van twee

afzonderlijke criteria voor spreiding en voor capaciteit. Het geïntegreerde model sluit meer aan bij de praktijk van de ambulancezorg waarin het percentage overschrijdingen van de responstijd een belangrijke rol speelt in onder andere de vergunningverlening. De eerste resultaten van het geïntegreerde model geven aan dat het nieuwe model potentie heeft, maar nog niet verfijnd genoeg is voor toepassing in het referentiekader.

5. Hoe kan het rijtijdenmodel verbeterd worden?

Nieuwe metingen, nieuwe gemiddelde snelheden

Er zijn nieuwe metingen gedaan en er zijn nieuwe gemiddelde snelheden geschat voor een actualisering van het rijtijdenmodel. In de periode oktober 2011 tot en met september 2012 zijn metingen van snelheden van ambulances onder spoed geregistreerd. Hierbij zijn alle regio's in Nederland meegenomen, met uitzondering van Twente en Rotterdam-Rijnmond, waarvan door technische problemen geen snelheden beschikbaar waren. Uit de gegevens zijn nieuwe gemiddelde snelheden geschat, per wegtype, tijdstip van de dag en regiotype.

Andere dimensies maakt het model niet beter

Het huidige rijtijdenmodel gaat uit van een bepaalde indeling van de dag in spitsuren, uren buiten de spits en avond/nacht. Voor de geografie zijn regio's ingedeeld naar drie soorten: Randstad, intermediair en periferie. In de analyses is onderzocht of het zinvol is om dimensies anders te kiezen dan die van het huidige rijtijdenmodel. Uit het onderzoek blijkt dat dit niet zinvol is. Andere keuzes voor deze dimensies maakt het model niet meer of minder valide dan dat het nu is. Dit komt door de grote variatie in snelheden per wegvak. Deze variatie domineert de andere dimensies.

9.2 Aanbevelingen

In hoofdstuk 3 zijn de uitgangspunten van het referentiekader-2008 in een aantal tabellen gepresenteerd. In de rechterkolom zijn alternatieven vermeld voor de uitgangspunten. In het rapport zijn veel van deze alternatieven onderzocht en besproken. Hieronder worden de tabellen herhaald waarbij in de laatste kolom de aanbevelingen voor de diverse uitgangspunten worden vermeld. De concept-aanbevelingen zijn door het RIVM opgesteld en met de klankbordgroep besproken. De klankbordgroep heeft de getoetst of de aanbevelingen volgen uit de onderzoeksresultaten.

Sommige uitgangspunten zijn bij wet- en regelgeving al vastgelegd en staan niet ter discussie. Voor deze punten zijn daarom geen alternatieven mogelijk. Een aantal uitgangspunten is algemeen aanvaard. Daar zijn keuze-opties niet aan de orde. Andere uitgangspunten staan open voor beleidskeuzes. Daar waar het rapport een duidelijke aanbeveling doet voor de beleidskeuze is dit ook aangegeven in de laatste kolom.

Na presentatie van de tabellen volgt een toelichting op deze aanbevelingen.

Tabel 22: Uitgangspunten spreiding, keuzes in 2008 en aanbevelingen.

#	<i>Uitgangspunten spreiding</i>	<i>Keuzes 2008</i>	<i>Aanbevelingen/Beleidskeuze</i>
<i>Thema A: Doelstelling van het spreidingsmodel</i>			
1	Dekkingsgraad	97 %	Wettelijk vastgelegd
2	Geografisch niveau	RAV-regio	Handhaven
3	Dekkingsgrootheid	Woonlocatie van inwoners	Inwoners en incidenten
4	Differentiatie over tijd	Geen differentiatie in tijd, geen dag/nacht onderscheid, geen onderscheid naar seizoenen	Handhaven
<i>Thema B: Open RAV-grenzen</i>			
5	Een spoedmelding wordt verzorgd vanaf de dichtstbijzijnde standplaats	Ja	Handhaven
<i>Thema C: Bereikbaarheidsnorm A1-urgentie</i>			
6	Bereikbaarheidsnorm A1-urgentie	15 minuten	Wettelijk vastgelegd
7	Meld- en uitruktijd	3 minuten	Handhaven
8	Landelijk uniforme hantering	Ja	Handhaven
<i>Thema D: Bereikbaarheid SEH</i>			
9	Toepassing bereikbaarheidsnorm SEH	Nee	Beleidskeuze: protocol vaststellen (zie paragraaf 4.1)
<i>Thema E: Rijtijdenmodel</i>			
10	Geografisch niveau rijtijdenmodel	Vierpositie postcodes	Handhaven
11	Wegenkaart	Specifiek voor ambulances	Handhaven
12	Gehanteerde snelheden	Gemeten bij ambulances met spoed	Handhaven
13	Duur van de snelheidsmetingen	Zes weken	Heel jaar
14	Spreiding van de snelheidsmetingen	Acht RAV-regio's	Heel Nederland
15	Regio-differentiatie in snelheidsmetingen	Drie regiotypen	Handhaven
16	Differentiatie in snelheidsmetingen naar tijdstip op de dag	Meest behoudend model (spits)	Handhaven
<i>Thema F: Minimum- en maximumvariant</i>			
16	Hanteren van simulatie van dynamisch ambulancemanagement (DAM) door middel van een minimum-variant	DAM op werkdagen overdag. Alle andere situaties paraatheid vanaf de standplaats	Geen DAM simuleren

17	Maximumvariant: locatie standplaatsen bij paraatheid vanaf standplaats	Uitgangspunt 2004 en opplussen per RAV om tot de gewenste dekkingsgraad per RAV te komen	Handhaven
18	Minimumvariant: locatie standplaatsen bij dynamisch ambulancemanagement	Greenfieldscenario per RAV	Geen DAM simuleren
19	Meld- en uitruktijd bij DAM	Eén minuut minder dan bij paraatheid vanaf standplaats	Geen DAM simuleren

Tabel 23: Uitgangspunten spoedvervoer, keuzes in 2008 en aanbevelingen.

#	Uitgangspunten spoedvervoer	Keuzes 2008	Aanbevelingen/Beleidskeuze
---	-----------------------------	-------------	----------------------------

Thema G: Faalkansmethode

1	Faalkans	5%	Handhaven
2	Kansverdeling voor de gelijktijdigheidsstatistieken	Poisson	Handhaven

Thema H: Bezettingsgraad spoedvervoer

3	Bezettingsgraad in het aantal uren voor de berekening van de capaciteit van het spoedvervoer	100%	Beleidskeuze
---	--	------	--------------

Thema I: Dataselectie en parameterdefinities

4	Basis voor de capaciteitsberekening	De productie spoedritten in 2006	Productie 2011
5	Filters in de selectie	Conform AZN-meetplannen	Handhaven
6	Totale tijdsduur spoedvervoer	Aantal spoedritten maal de gemiddelde ritduur	Handhaven
7	Gehanteerde gemiddelde ritduur van spoedritten	Gemiddelde ritduur bepaald aan de hand van het klokmoment 'einde rit'	Handhaven

Thema J: Geografisch niveau van de capaciteitsberekening spoedvervoer

8	Capaciteitsberekening op geografisch schaalniveau	RAV-regioniveau	Standplaatsniveau
9	Eilandbenadering	Voor de Waddeneilanden, Zuid-Hollandse eilanden en Zeeland	Handhaven (bij capaciteitsberekening op standplaatsniveau (thema J-8) is dit niet van toepassing)

Thema K: Open RAV-grenzen

10	Een spoedinzet wordt toegewezen aan de	Ja	Handhaven
----	--	----	-----------

dichtstbijzijnde standplaats

Thema L: Tijdsniveau van de capaciteitsberekening spoedvervoer

11	Capaciteitsberekening op basis van de productie over een jaar	Een geheel jaar	Sezoensindeling
12	Capaciteitsberekening over de dag	Detailtering per blok van 8 uur (dag, avond, nacht)	Handhaven
13	Capaciteitsberekening per dagsoort	Uitsplitsing naar werkdagen, zaterdag en zondag en feestdagen	Handhaven

Thema M: Vervoersdifferentiatie

14	Differentiatie in soort ambulance	Geen vervoersdifferentiatie	Uitwerken als informatie landelijk beschikbaar komt, tot die tijd handhaven
----	-----------------------------------	-----------------------------	---

Tabel 24: Uitgangspunten besteld vervoer, keuzes in 2008 en aanbevelingen.

#	Uitgangspunten	Keuzes 2008	Aanbevelingen/Beleidskeuze
---	----------------	-------------	----------------------------

Thema N: Bezettingsgraad besteld vervoer

1	Bezettingsgraad voor de berekening van de capaciteit van het besteld vervoer	66 %	Beleidskeuze
---	--	------	--------------

Thema O: Dataselectie en parameterdefinities: zie thema I voor het spoedvervoer

Thema P: Geografisch niveau van de capaciteitsberekening besteld vervoer: zie thema J voor het spoedvervoer

Thema Q: Eigen productie

2	Een inzet wordt toegewezen aan de RAV die deze in de productiecijfers heeft verzorgd	Ja	Handhaven
---	--	----	-----------

Thema R: Tijdsniveau van de capaciteitsberekening besteld vervoer: zie thema L voor het spoedvervoer

Thema S: Gebruik restcapaciteit spoedvervoer

3	Gebruik van restcapaciteit van het spoedvervoer in het besteld vervoer?	Ja	Handhaven
---	---	----	-----------

De aanbevelingen uit de tabellen worden toegelicht.

1. *Dekking uitbreiden naar inwoners en incidenten*

Doordat de spreiding van standplaatsen gebaseerd wordt op de dekking van de woonlocatie van inwoners, worden gebieden met weinig inwoners, maar met een relatief grote vraag (industriegebieden, gevaarlijke wegen door dunbevolkt gebied) buiten de dekking gehouden. Door ook de geografische verdeling van incidenten mee te nemen in de bepaling van de spreiding van standplaatsen, wordt dit probleem ondervangen. Het meenemen van tegelijkertijd dekking op inwoners en incidenten in het huidige referentiekader is technisch mogelijk.

2. *Protocol voor de bereikbaarheid SEH*

Wettelijk is de bereikbaarheid van afdelingen spoedeisende hulp van ziekenhuizen in de WTZi vastgelegd. Het bereikbaarheidsmodel dat hierbij wordt gehanteerd is ook gebaseerd op de spreiding van ambulancestandplaatsen. Als de bereikbaarheid van SEH's wordt meegenomen als randvoorwaarde in het referentiekader kan het volgende protocol worden gebruikt in het geval een SEH gaat sluiten. Het protocol gaat uit van een nulsituatie waarin de SEH-bereikbaarheid is doorgerekend met een keuze voor de spreiding van SEH's en standplaatsen en een gehanteerd rijtijdenmodel.

Protocol voor de bereikbaarheid SEH in het referentiekader

1. Reken de bereikbaarheid door zonder de betreffende SEH, er wordt gesimuleerd dat deze gesloten is.
2. Als het aantal inwoners dat niet binnen 45 minuten naar een SEH kan worden vervoerd niet hoger is dan in de nulsituatie, hoeft het referentiekader niet te worden aangepast.
3. Als dit aantal wel hoger is, moet onderzocht worden of deze inwoners met een extra standplaats wel binnen 45 minuten een SEH kunnen bereiken.
- 3a. Als dit mogelijk is moet een optimale locatie voor deze standplaats worden bepaald. Deze standplaats moet aan het referentiekader worden toegevoegd en het referentiekader moet opnieuw worden doorgerekend.
- 3b. Als dit niet mogelijk is leidt de sluiting van de SEH tot een hoger aantal inwoners buiten de SEH-bereikbaarheidsnorm. Het beleid kan ervoor kiezen de SEH open te houden.

3. *Implementatie van het nieuwe rijtijdenmodel*

De schattingen van de gemiddelde snelheden van ambulances voor het nieuwe rijtijdenmodel zijn gebaseerd op veel meer waarnemingen dan die uit 2007. De metingen zijn vrijwel landelijk dekkend gedurende een heel jaar. De nieuwe schattingen zijn representatief voor heel Nederland en voor een heel jaar. De nieuwe gemiddelde snelheden zijn voor de meeste wegtypes, periodes op de dag en regio's, hoger dan de snelheden in 2007. Aanbevolen wordt om deze snelheden te hanteren in de routeplanner om een nieuw rijtijdenmodel door te rekenen.

4. *Geen simulatie van dynamisch ambulancemanagement*

Uit de vergelijking van de ingezette capaciteit en de berekende capaciteit in het referentiekader-2008 (hoofdstuk 4.2, Figuur 4) blijkt dat het referentiekader op werkdagen overdag minder benodigde ambulances heeft dan er in werkelijkheid worden ingezet. Dit verschil doet zich voor bij alle RAV's en het kan daarom gezien worden als een onderschatting van de benodigde capaciteit. In het referentiekader geldt op werkdagen overdag de minimumvariant waarin

uitgegaan wordt van dynamisch ambulancemanagement. Dit uitgangspunt leidt tot een lagere berekening van capaciteit dan de maximumvariant die op andere tijdsblokken en dagen geldt. In de minimumvariant wordt de overlap van dekking van standplaatsen geminimaliseerd door te zoeken naar een optimale spreiding van uitrukpunten bij 13 minuten rijtijd. Een risico hierbij is de kans op hogere rijtijden en daardoor meer overschrijdingen. Dit is tegenstrijdig aan de doelstelling van het referentiekader. Geconcludeerd kan worden dat simulatie van dynamisch ambulancemanagement in de minimumvariant geen goede benadering van de werkelijkheid is en aanbevolen wordt om een andere berekeningswijze te hanteren.

5. Bepaling van de capaciteit voor het spoedvervoer op standplaatsniveau

In het referentiekader-2008 wordt voor het spoedvervoer het faalkansmodel op RAV-niveau toegepast. Voor het voorzien in de geografische paraatheid worden vervolgens meer ambulances toegevoegd. Ten slotte volgt een verrekening met de capaciteit voor spoedvervoer waarbij extra ambulancecapaciteit wordt toegevoegd om het aantal benodigde uren spoedvervoer te voorzien. Deze methode kan worden vereenvoudigd door de faalkansmethode op standplaatsniveau toe te passen. Voldoende dekking wordt dan op voorhand bepaald en er hoeft dus geen extra capaciteit voor geografische paraatheid te worden toegevoegd. Het effect van ondoelmatigheid door overlap van standplaatsen kan vermeden worden door in het referentiekader uit te gaan van een greenfieldscenario voor de spreiding van standplaatsen. De benodigde capaciteit van het B-vervoer wordt nog wel op RAV-niveau bepaald. Bij het besteld vervoer kan ambulancecapaciteit uit de hele regio worden gebruikt. Verfijningen in dit model kunnen gezocht worden in de variatie van de bezettingsgraad van het spoedvervoer en het besteld vervoer.

6. Effecten van seizoensinvloeden op capaciteit onderzoeken

Er is geconstateerd dat er gebieden in Nederland zijn waarin de vraag naar ambulancezorg sterk varieert tussen de seizoenen. Het referentiekader is gebaseerd op een 'gemiddelde vraag', de capaciteitsberekening gaat uit van een gemiddelde werkdag, zaterdag of zondag. Weliswaar houdt de faalkansberekening rekening met een mogelijk hogere vraag, maar de kansberekening hierbij is gebaseerd op de genoemde gemiddelde waarden. Het is onduidelijk of het referentiekader robuust genoeg is om de seizoenseffecten te kunnen opvangen. Aanbevolen wordt om te onderzoeken of seizoenseffecten leiden tot andere capaciteitsberekeningen.

7. Informatie beschikbaar krijgen voor capaciteitsberekeningen met vervoersdifferentiatie

Een capaciteitsmodel met vervoersdifferentiatie is technisch mogelijk. Een dergelijk model kan echter nog niet worden ontwikkeld omdat de benodigde informatie in de ritgegevens hiervoor ontbreekt. Op dit moment is alleen een grove toewijzing mogelijk waarbij na doorrekening van het referentiekader een deel van de capaciteit wordt geormerkt voor gedifferentieerde vervoersvormen. Aanbevolen wordt om meer informatie beschikbaar te krijgen om een genuanceerde capaciteitsberekening met vervoersdifferentiatie mogelijk te maken.

Literatuur

Ambulancezorg Nederland (2007). Ambulances in-zicht 2006. Zwolle: AZN.

Ambulancezorg Nederland (2008). Ambulances in-zicht 2007. Zwolle: AZN.

Ambulancezorg Nederland (2009). Ambulances in-zicht 2008. Zwolle: AZN.

Ambulancezorg Nederland (2010). Ambulances in-zicht 2009. Zwolle: AZN.

Ambulancezorg Nederland (2011). Ambulances in-zicht 2010. Zwolle: AZN.

Ambulancezorg Nederland (2012). Ambulances in-zicht 2011. Zwolle: AZN.

Ambulancezorg Nederland (2009). Uniform begrippenkader Ambulancezorg, versie 2.0. Zwolle: AZN.

Australian Government – Productivity Commission (2012). Report on government services 2012. <http://www.pc.gov.au/gsp/reports/rogs/2012>
Geraadpleegd juni 2012.

Bakker, R.H., V. Verhage, G.J. Dijkstra, J. Oostijen en J. Bouma (2010). Eerste hulp ter plaatse-ritten en spoedzorg. Eindrapportage van een onderzoek naar oorzaken van de stijging van het aantal Eerste Hulp Ter Plaatse-ritten en het toegenomen beroep op de spoedzorg. TGO/UMCG: Groningen.

Beraldi, P., M.E. Bruni en D. Conforti (2004). Designing robust emergency medical service via stochastic programming. European Journal of Operational Research, 158, 183-193.

Berman, O., Z. Drezner en D. Krass (2010). Discrete cooperative covering problems. J Oper Res Soc. Advance online publication 15 December 2010.

Brotcorne, L., G. Laporte en F. Semet (2003). Ambulance location and relocation models. European Journal of Operational Research, 147(3):451 – 463.

CBS (2012). Bevolkingsgegevens 2011. Statline. <http://statline.cbs.nl/statweb/>
Geraadpleegd juni 2012.

Church, R.L. en C.S. ReVelle (1974). The maximal covering location problem. Papers of the Regional Science Association 32, 101–118.

Connexxion (2011). Nieuwsflits Icarus. Nummer 2, oktober 2011.

Daskin, M.S. (1983). A maximum expected location model: Formulation, properties and heuristic solution. Transportation Science 7, 48–70.

Department of Health (2012).
<http://www.dh.gov.uk/en/Publicationsandstatistics/Statistics/Performancedataandstatistics/AmbulanceQualityIndicators/index.htm> Geraadpleegd juni 2012.

Erkut, E., A. Ingolfsson A en G. Erdogan (2008). Ambulance location for maximum survival. Naval Research Logistics, 55(1):42–58.

Gendreau, M., G. Laporte G en F. Semet (1997). Solving an ambulance location model by Tabu search. *Location Science* 5, 75–88.

Gendreau, M., G. Laporte en F. Semet (2001). A dynamic model and parallel Tabu search heuristic for real-time ambulance relocation. *Parallel Computing* 27, 1641–1653.

Gendreau, M., G. Laporte en F. Semet (2006). The maximal expected coverage relocation problem for emergency vehicles. *J Oper Res Soc* 57:22–28.

Gijzen, R., G.J. Kommer, A.J.W. Kramer en J.S. de Koning (2009). Prestatie-indicatoren voor de spoedeisende keten. RIVM rapport 270111002. Bilthoven: RIVM.

Goldberg, J., R. Dietrich, J.M. Chen en M.G. Mitwasi (1990). Validating and applying a model for locating emergency medical services in Tucson, AZ. *European Journal of Operational Research* 49, 308–324.

Henderson, S.G. (2010). Operations research tools for addressing current challenges in emergency medical services. *Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science*. John Wiley & Sons, Inc.

Hogan, K. en C.S. ReVelle (1986). Concepts and applications of backup coverage. *Management Science* 34, 1434–1444.

Ingolfsson, A., S. Budge en E. Erkut (2008). Optimal ambulance location with random delays and travel times. *Health Care Management Science*, 11(3), 262–274.

Ingolfsson, I. (2012). EMS Planning and Management. Geaccepteerd voor publicatie in "Operations Research and Health Care Policy" G. Zaric, ed., Springer.

Karasakal, O. en E.K. Karasakal (2004). A maximal covering location model in the presence of partial coverage. *Comput Oper Res* 31:1515–1526.

Kommer, G.J., A.A. van der Veen, W.F. Botter en I. Tan (2003). Ambulances binnen bereik. RIVM-rapport 270556006. Bilthoven: RIVM.

Kommer, G.J. en S.L.N. Zwakhals (2008). Referentiekader spreiding en beschikbaarheid ambulancezorg 2008. RIVM briefrapport 270192001. Bilthoven: RIVM.

Kommer, G.J., A. Wong en L.C.J. Slobbe (2010). Determinanten van de volumegroei in de zorg. RIVM rapport 270751021. Bilthoven: RIVM.

Kommer, G.J. en S.L.N. Zwakhals (2011). Modellen referentiekader ambulancezorg 2008. RIVM rapport 270412001. Bilthoven: RIVM.

Larson, R.C. (1974). A hypercube queuing model for facility location and redistricting in urban emergency services. *Computers and Operations Research* 1, 67–75.

Li, X., Z. Zhao, X. Zhu en T. Wyatt (2011). Covering models and optimization techniques for emergency response facility location and planning: a review. *Math Meth Oper Res.* 74:281–310.

Mandell, M.B. (1998). Covering models for two-tiered emergency medical services systems. *Location Science* 6, 355–368.

Maxwell, M.S., S.G. Henderson en H. Topalogu (2009). Ambulance redeployment: an approximate dynamic programming approach. In: Rossetti MD, Hill RR, Johansson B, Dunkin A, Ingalls R (eds.) *Proceedings of 2009 winter simulation conference.*

Maxwell, M.S. (2011). Approximate dynamic programming policies and performance bounds for ambulance redeployment. Ph.D. Dissertation GPA: 3.87, Cornell University, Ithaca, NY.

Noyan, N. (2010). Alternate risk measures for emergency medical service system design. *Annals of Operations Research*, 181, 559-589.

Office of the Strategic Health Authorities (OSHA) (2009). Emergency Services Review. A comparative review of international Ambulance Service best practice. Verenigd Koninkrijk.

Optima (2011). <http://www.theoptimacorporation.com/> Geraadpleegd juni 2012.

Project Versterking Ambulancezorg (PVAZ) (2004). Landelijk referentiekader spreiding- en beschikbaarheid – Een landelijk referentiekader als planningsgrondslag. Van Naem & Partners, 04.0177jk, eindrapport S&B II; Woerden.

Repede, J.F. en J.J. Bernardo (1994). Developing and validating a decision support system for locating emergency medical vehicles in Louisville, Kentucky. *European Journal of Operational Research* 75, 567–581.

Restrepo, M. (2008). Computational methods for static allocation and real-time redeployment of ambulances. Ph.D. Dissertation, Cornell University, Ithaca, NY.

ReVelle, C.S. en K.Hogan (1989). The maximum availability location problem. *Transportation Science* 23, 192–200.

RIVM (2011). Analyse bereikbaarheid SEH's. Brief aan ministerie van VWS referentienummer 075/2011 cVTV/HvO/GK/lb. Bilthoven, 10 juni 2011.

Schilling, D.A., D.J. Elzinga, J. Cohon, R.L. Church en C.S. ReVelle (1979). The TEAM/FLEET models for simultaneous facility and equipment siting. *Transportation Science* 13, 163–175.

Schmid, V. en K.F. Doerner (2010). Ambulance location and relocation problems with time-dependent travel times. *European Journal of Operational Research* 207: 1293–1303.

Slobbe, L.C.J., J.M. Smit, J. Groen, M.J.J.C. Poos en G.J. Kommer (2011). Kosten van Ziekten in Nederland 2007: Trends in de Nederlandse zorguitgaven 1999-2010. RIVM Rapport 270751023.

Toregas, C.R., R. Swain, C.S. ReVelle en L. Bergman (1971). The location of emergency service facilities. *Operations Research* 19, 1363–1373.

Van der Veen, A.A., S.L.N. Zwakhals, B. Hazelzet-Crans en J.W. van Manen (2001). *Niet Zonder Zorg. Een onderzoek naar de doelmatigheid en kwaliteit van de ambulancezorg*. RIVM rapport 270556002. Houten: Bohn Stafleu Van Loghum.

Zuzáková, B. (2012). *Optimal emergency medical service system design*. Master thesis VU University Amsterdam, Faculty of Sciences, Stochastics and Financial Mathematics.

Bijlage 1 Klankbordgroep en wetenschappelijke adviescommissie

Samenstelling klankbordgroep

Namens het ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport

Dhr. F.J. Krapels

Dhr. W.M. van de Sande

Dhr. G.J.H.C. Wiggers

Namens de zorgverzekeraars

Dhr. P. Martina (Achmea Zorg)

Dhr. J. van Kuik (Zorgverzekeraars Nederland)

Namens Ambulancezorg Nederland

Dhr. J. Hatenboer (RAV UMCG)

Dhr. W.F. Botter (adviesbureau WF Botter)

Samenstelling wetenschappelijke adviescommissie

Prof. dr. ir. K. Aardal (Technische Universiteit Delft)

Prof. dr. R. van der Mei (Centrum Wiskunde & Informatica en Vrije Universiteit)

Dr. T. de Jong (Universiteit Utrecht)

Bijlage 2 Verslag wetenschappelijke adviescommissie

De leden van de wetenschappelijke adviescommissie hebben het concept-eindrapport en twee bijlages bij het onderzoek beoordeeld. De bijlages bestonden uit

- het artikel *Optimal ambulance capacities under uncertain demand and response times* (auteurs GJ Kommer (RIVM), B Zuzáková (VU), P van den Berg (TU Delft) en S Bhulai (VU/CWI)), over het model om spreiding en capaciteit geïntegreerd te modelleren (paragraaf 7.5), en
- een verslag van de statische analyse met de achtergronden en details van de statistische analyses voor het rijtijdenmodel (hoofdstuk 8).

Algemeen

De leden van de wetenschappelijke adviescommissie hebben de drie rapporten met veel belangstelling gelezen. Alle drie rapporten zijn zeer volledig en verzorgd, zijn goed geschreven en van wetenschappelijk zeer goed niveau. Alle leden oordelen het onderzoek als een gedegen analyse van de huidige situatie, beschikbare software en modelontwikkeling. Meer aandacht voor meer gevarieerde toepassingen van de optimalisatiemodellen ('brownfieldscenario's') en aan gevoeligheidsanalyses had het onderzoek versterkt.

Spreidingsmodellen

De commissie is verder van oordeel dat de analyses met de greenfieldscenario's onderbelicht zijn en vanuit wetenschappelijk oogpunt meer aandacht verdienen. Belangrijk is om dan ook zogenaamde brownfieldscenario's uit te werken waarin niet heel Nederland, maar een deel daarvan optimaal wordt gemodelleerd. Zeker zijn greenfieldscenario's belangrijk, maar dan toch vooral als een meetlat waar huidige (en geplande) situaties en ook brownfieldoplossingen langs gelegd kunnen worden. In de praktijk wordt toch meestal brownfield toegepast. Verdienste is dat het benodigde instrumentarium nu is ontwikkeld om deze analyse uit te voeren.

Ook belangrijk zijn de gehanteerde (en politiek bepaalde) normen zoals 97% en 15 minuten. Vanuit wetenschappelijk oogpunt zouden enige gevoeligheidsanalyses hier aanvullende inzichten kunnen geven. Het is immers bekend van optimalisatiemodellen dat een kleine verandering in de parameters tot grote verandering in de optimale locaties kan leiden.

Geïntegreerd capaciteitsmodel

Een belangrijke toevoeging aan de bestaande modellen in de literatuur is het meenemen van zogenaamde *pre-trip delays*, wat het verhaal zowel wetenschappelijk als qua toepassing zeer interessant maakt. Wat de analyses verder zou verbeteren, is om na te gaan wat de schaalbaarheid is van de oplossingen van de optimalisatiemodellen in termen van rekentijd en geheugengebruik. Hiermee kan aangegeven worden voor welke grootte van problemen de rekentijd van de modellen nog acceptabel is.

Bij het bespreken van de numerieke resultaten zouden grafische weergaves van de resultaten verhelderend zijn, bijvoorbeeld een kaart van de regio met de optimale standplaatsen, afgezet tegen de huidige standplaatsen.

Hoewel de bijdrage van dit model vooral methodologisch van aard is, zou het goed zijn een helder statement te maken over de toepassing/toepasbaarheid van het model voor RAV's. Verdere validatie van het model is wenselijk voor daadwerkelijk gebruik in het referentiekader.

Statistische analyse rij snelheden

De conclusie van het onderzoek is helder: op basis van de 2011/2012 data levert het boom-model geen verbetering ten opzichte van het baseline-model voor wat betreft nauwkeurigheid van de voorspellingen. Zoals terecht wordt aangegeven in sectie 5 ligt er wellicht meerwaarde van het boom-model in termen van rekentijd. Op zichzelf zou dat al een rechtvaardiging voor het gebruik van het boom-model kunnen zijn. Een uitspraak over de verschillen in rekentijd tussen het baseline-model en het boom-model ontbreekt echter. Als daarin een groot verschil zit, dan zou dat opgenomen moeten worden in de hoofdconclusie, die dan zou kunnen zeggen iets als 'het boom-model is niet nauwkeuriger, maar wel veel schaalbaarder/snelser dan het baseline-model'.

Vanuit wetenschappelijk oogpunt werpt de vraag zich op hoe algemeen de hoofdconclusie is voor andere datasets. Mogelijk dat daar meer over gezegd kan worden. Ook biedt dit misschien een handreiking richting RAV's om hun datasets door te rekenen.

Bijlage 3 Begrippen en afkortingen

Begrippen

A1-rit	Een spoedeisende rit in opdracht van de centralist in geval van acute bedreiging van de vitale functies van de patiënt of in het geval dat dit gevaar pas na beoordeling door het ambulanceteam ter plaatse kan worden uitgesloten. De rit wordt zo snel mogelijk uitgegeven en het ambulanceteam dient zo snel mogelijk ter plaatse te zijn. De ambulance maakt altijd gebruik van optische signalen en geluidssignalen. (Bron: AZN, 2009)
A2-rit	Een rit in opdracht van de centralist naar aanleiding van een zorgvraag waaruit blijkt dat er geen sprake is van direct levensgevaar, maar waarbij er wel sprake kan zijn van (ernstige) gezondheidsschade en de ambulance wel zo snel mogelijk ter plaatse dient te zijn. (Bron: AZN, 2009)
Ambulancezorg	Ambulancezorg is de zorg die beroepsmatig wordt verleend om een patiënt binnen het kader van zijn aandoening of letsel hulp te verlenen en, waar nodig, adequaat te vervoeren met inachtneming van datgene wat op grond van algemeen beschikbare medische en verpleegkundige kennis vereist is, dan wel de patiënt te verwijzen naar een andere zorgverlener. Hoofddoel van ambulancezorg is het behalen van individuele gezondheidswinst op basis van de zorgbehoefte van de patiënt. (Bron: AZN, 2009)
Bereikbaarheidsnorm	Door het beleid wordt de norm gehanteerd dat de ambulance in geval van een A1-rit binnen vijftien minuten na melding ter plaatse van het incident moet zijn. De responstijd is dan vijftien minuten. Voor A2-ritten geldt een responstijdnorm van dertig minuten.
B-rit	Een rit in opdracht van de centralist van de meldkamer ambulancezorg (MKA) naar aanleiding van een zorgvraag zonder A1- of A2-urgentie, waarbij een tijdstip of tijdsinterval is afgesproken voor het halen of brengen. (Bron: AZN, 2009)
Beschikbaarheid	Het geheel van ambulancecapaciteit (aantal ambulances), vervoerssoort en de paraatheidsvorm op deze ambulances definieert de beschikbaarheid.
Bezettingsgraad	Het aandeel van de beschikbare uren dat een ambulance bezet is voor het verzorgen van inzetten.
Capaciteit	In het referentiekader wordt de capaciteit van de ambulancezorg berekend per RAV, dagsoort en tijdsblok. De capaciteit is het aantal benodigde ambulances. De capaciteit zegt nog niets over de vervoerssoort of paraatheidsvorm.
Capaciteitsmodel	Rekenmodel voor het bepalen van de benodigde capaciteit om aan de vraag naar ambulancezorg te voldoen.

Dekkingsgraad	Percentage inwoners, bereikt binnen een geldende bereikbaarheidsnorm.
Dynamisch ambulance-management (DAM)	Dynamisch ambulancemanagement (DAM) heeft betrekking op de wijze waarop de meldkamer ambulancezorg (MKA) de beschikbare ambulances gedurende een bepaald tijdvak inzet. De MKA draagt zorg voor een optimale spreiding en beschikbaarheid van de eigen ambulances in haar regio, waarbij een beschikbare ambulance gedurende een dienst niet gebonden is aan een standplaats of post. De MKA-centralist heeft inzicht in de ambulancecapaciteit van andere MKA's (open grenzen) en doet in voorkomende gevallen een beroep op die capaciteit, zodat altijd de dichtstbijzijnde ambulance kan worden ingezet. Indien een MKA op enig moment onvoldoende beschikbare ambulancecapaciteit in het gebied heeft, kan de centralist bij andere MKA's om assistentie verzoeken. Een ambulance van een andere Regionale Ambulancevoorziening (RAV), die zich tijdelijk in het werkgebied van de MKA bevindt, kan worden ingezet voor spoedritten die zich op dat moment in het gebied voordoen. (Bron: AZN, 2009)
Eilandbenadering	Een uitwerking van het capaciteitsmodel waarbij de capaciteit voor eilanden en schiereilanden apart wordt berekend. Er vindt dan geen grensoverschrijdende assistentie plaats met naastgelegen Regionale Ambulancevoorzieningen.
Erlang-model	Het Erlang-model is gebaseerd op een continue kansverdeling opgesteld door de Deense wiskundige en statisticus Erlang voor de modellering van de tijdsduur tussen oproepen in een telefooncentrale. Dit model wordt vooral gebruikt in de wachttijdtheorie, om de verdeling van de tijd tussen twee gebeurtenissen, zoals de aankomst van klanten, te modelleren. Het model wordt ook gebruikt voor de beschrijving van levensduren. In dit onderzoek is het Erlang-model gebruikt voor modellering van aanvragen voor ambulancezorg en het berekenen van het aantal benodigde ambulances (servers). In het Erlang-C-model wordt ervan uitgegaan dat de aanvragen via een Poisson-proces binnenkomen en dat de servicetijd exponentieel verdeeld is. Aanvragen worden afgehandeld op volgorde van binnenkomst en worden toegewezen aan de eerst beschikbare server. Naast het Erlang-C-model is er het Erlang-B-model waarin wachtenden de wachtrij kunnen verlaten.
Faalkans	De faalkans is de theoretische kans, gehanteerd in het beschikbaarheidsmodel, dat na melding van een spoedopdracht geen ambulance beschikbaar is op de dichtstbijzijnde standplaats.
Grensoverschrijdende assistentie	Het verlenen van ambulancezorg over de grens van de eigen Regionale Ambulancevoorziening (RAV), ook wel interregionale assistentie genoemd. In het uniform begrippenkader (AZN, 2009) is een afwijkende definitie

	voor grensoverschrijdende assistentie, namelijk die waarbij landsgrenzen worden gepasseerd.
Maximumvariant	De variant van het capaciteitsmodel waarbij wordt uitgegaan van paraatheid vanaf de standplaats. Dit uitgangspunt bepaalt de benodigde capaciteit in het deelmodel voor de geografische paraatheid. De maximumvariant wordt gehanteerd op alle dagsoorten en tijdsblokken, met uitzondering van werkdagen overdag.
Meldtijd	De tijdsduur vanaf het begin van de aanname (= het opnemen van de telefoon) door de centralist tot het moment waarop de centralist de ritopdracht heeft verstrekt aan het uitvoerende ambulanceteam. (Bron: AZN, 2009)
Minimumvariant	De variant van het capaciteitsmodel waarbij wordt uitgegaan van rijdende paraatheid. Dit uitgangspunt bepaalt de benodigde capaciteit in het deelmodel voor de geografische paraatheid. De minimumvariant wordt gehanteerd op werkdagen overdag.
Overschrijding	Een responstijd groter dan de geldende bereikbaarheidsnorm.
Paraatheid	Het gereedstaan van een ambulanceteam om in het geval van een spoedeisende melding zo spoedig mogelijk naar de door de centralist opgegeven locatie te gaan. De paraatheidsvorm is de dienstsoort die geleverd wordt in het rooster; dit kan zijn een parate dienstvorm, een aanwezigheidsdienst of een piketdienst.
Regionale Ambulancevoorziening (RAV)	De RAV is de rechtspersoon waaraan de vergunning tot het verrichten van ambulancezorg is verleend. De RAV is integraal verantwoordelijk voor het verrichten van verantwoorde ambulancezorg, zowel bij de dagelijkse routinematige situaties als bij rampen en ongevallen. Een RAV is een zorginstelling krachtens de Wet toelating zorginstellingen (WTZi). Onder het verrichten van ambulancezorg vallen zowel het functioneren van de meldkamer ambulancezorg als het verlenen van zorg door het ambulancepersoneel. De RAV bestaat uit een meldkamer ambulancezorg en een (of meer) ambulancedienst(en). (Bron: AZN, 2009)
Responstijd	De tijdsduur vanaf het begin van de aanname door de centralist van de meldkamer ambulancezorg tot het moment waarop de ambulance arriveert bij de plaats waar de patiënt zich bevindt en waar de ambulance nog kan komen. (Bron: AZN, 2009)
Rijdende paraatheid	Bij een situatie van rijdende paraatheid heeft de ambulance geen uitruktijd meer nodig. Er wordt verondersteld dat er één minuut meer tijd beschikbaar is voor het rijden. Rijdende paraatheid kan een onderdeel zijn van dynamisch ambulancemanagement (DAM).
Rijtijd	De tijdsduur vanaf het moment waarop de ambulance na de alarmering vertrekt met het complete ambulanceteam naar de door de centralist aangegeven

	plaats tot het moment waarop de ambulance arriveert bij de plaats waar de patiënt zich bevindt en waar de ambulance nog kan komen. De rijtijd wordt ook wel aanrijtijd genoemd. (Bron: AZN, 2009)
Rijtijdenmodel	Een model dat de rijtijden voor spoedeisende ambulancezorg simuleert.
Standplaats	Een standplaats is een locatie waarvandaan de ambulance vertrekt en waar voorzieningen zijn voor ambulancepersoneel en -materieel. De meeste standplaatsen zijn 24 uur per dag, 7 dagen per week operationeel, maar dit hoeft niet. Er zijn dag- of nachtstandplaatsen die een deel van de dag operationeel zijn.
Uitrukpunt	Uitrukpunten zijn locaties van waaruit een ambulance naar een melding kan vertrekken maar waar niet noodzakelijkerwijs voorzieningen zijn voor ambulancepersoneel en -materieel. Een uitrukpunt kan ook een (weg)restaurant zijn van waaruit een ambulance wacht op een melding. In het kader van de minimumvariant van het beschikbaarheidsmodel is een uitrukpunt een virtueel punt van waaruit bij rijdende paraatheid kan worden uitgerukt.
Uitruktijd	De tijdsduur vanaf het moment waarop de centralist het uitvoerende ambulanceteam heeft gealarmeerd tot het moment waarop de ambulance na de alarmering vertrekt (= wielen in beweging) met het complete ambulanceteam (ambulancechauffeur + ambulanceverpleegkundige) naar de door de centralist opgegeven plaats. (Bron: AZN, 2009)

Afkortingen

Deze afkortingenlijst bevat zowel Nederlandstalige als Engelstalige termen. De laatste zijn aangegeven met de toevoeging '(eng)'.

AED	Automatische externe defibrillator
ALS	Advanced Life Support (eng)
AMPDS	Advanced Medical Priority Dispatch System (eng)
arbi	Arbitrage (telefooncentrale)
AVL	Automatische voertuiglocatie
AZN	Ambulancezorg Nederland
BACOP	Backup Coverage Problem (eng)
BLS	Basic Life Support (eng)
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
CPR	Cardiopulmonale reanimatie
CVA	Cerebrovasculaire aandoening (beroerte)
DAM	Dynamisch ambulancemanagement
DDSM	Dynamic Double Standard Model (eng)
DSM	Double Standard Model (eng)
EHGV	Eerste hulp geen vervoer
EHTP	Eerste hulp ter plaatse
EMS	Emergency Medical System (eng)
ePRF	Electronic Patient Report Form (eng)
GHOR	Geneeskundige hulp bij ongevallen en rampen
GIS	Geografische informatiesystemen
GLM	Generalized Linear Model (eng)
GMU	Gemeenschappelijke Meldkamer Utrecht
GPS	Global Positioning System (eng)
HAP	Huisartsenpost
HPEMS	High Performance Emergency Medical Services (eng)
JRCALC	Joint Royal Colleges Ambulance Liaison Committee (eng)
KPI	Klinische prestatie-indicatoren
LP	Lineair programmeren
LSCM	Location Set Covering Model (eng)
MALP	Maximum Availability Location Problem (eng)
MCLP	Maximal Covering Location Problem (eng)
MEXCLP	Maximum Expected Coverage Location Problem (eng)
MICU	Mobiele intensive care unit
MKA	Meldkamer ambulancezorg
MS	Management Science (eng)
NHS	National Health Services (eng)
NVMMA	Nederlandse Vereniging van Medisch Managers Ambulancezorg
OR	Operations Research (eng)
PVAZ	Project Versterking Ambulancezorg
RAV	Regionale ambulancevoorziening
RAVU	Regionale Ambulancevoorziening Utrecht
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
TIMEXCLP	Time dependent MEXCLP (eng)
SEH	Spoedeisende hulp (afdeling van een ziekenhuis)
SSM	System Status Management (eng)
STEMI	ST segment elevation myocard infarct (eng)
TEAM	Tandem Equipment Allocation Model (eng)
UHU	Unit Hour Utilisation (eng)
V&VN	Verpleegkundigen en Verzorgenden Nederland
VWS	Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport
ZN	Zorgverzekeraars Nederland

Bijlage 4 Spreiding van standplaatsen

De tabel in deze bijlage geeft de details van de huidige spreiding, overdag en 's nachts, en die van het referentiekader-2008. De aanduiding '1' in de kolommen geeft aan dat de standplaats in betreffende situatie operationeel is.

Tabel B.1: Standplaatslocaties in het referentiekader-2008 en in de huidige situatie

Nr.	RAV-naam	Vier- positie postcode	Plaatsnaam standplaats	Huidige spreiding overdag	Huidige spreiding nacht	Referentie- kader- 2008
1	Groningen	9364	Nuis			1
		9365	Niebert	1	1	
		9502	Stadskanaal	1	1	1
		9541	Vlagtwedde	1		1
		9561	Ter Apel	1	1	1
		9611	Sappemeer	1	1	1
		9641	Veendam	1	1	1
		9672	Winschoten	1	1	1
		9723	Groningen-Zuid	1	1	1
		9741	Groningen-Noord	1	1	1
		9901	Appingedam			1
		9902	Appingedam	1	1	
		9951	Winsum	1		1
		9965	Leens	1	1	1
		9982	Uithuizermeeden	1	1	1
2	Friesland	8431	Oosterwolde	1	1	1
		8448	Heerenveen	1	1	1
		8471	Wolvega	1	1	1
		8522	Skasterlan (gem.)			1
		8531	Lemmer	1	1	1
		8601	Sneek			1
		8602	Sneek	1	1	
		8701	Bolsward	1		
		8723	Koudum	1	1	1
		8861	Harlingen	1	1	
		8871	Harlingen (Midlum)			1
		8881	Terschelling	1	1	1
		8899	Vlieland	1	1	1
		8912	Leeuwarden			1
		8924	Leeuwarden (Elzenstraat)	1	1	1
		8932	Leeuwarden (Oostergoweg)	1	1	
		9011	Boarnsterhim (gem.)			1
		9051	Stiens	1		
		9071	Leeuwarderadeel (gem.)			1
		9101	Dokkum	1	1	1
		9123	Metslawier	1	1	
		9163	Nes	1	1	1
		9166	Schiermonnikoog	1	1	1
		9202	Drachten			1
		9207	Drachten	1	1	
		9219	Smallingerland (gem.)			1
		9251	Burgum	1		
		9285	Buitenpost	1	1	1
3	Drenthe	7741	Coevorden	1	1	1
		7811	Emmen	1	1	1
		7881	Emmen-Noord	1	1	
		7891	Klazienaveen	1	1	1
		7903	Hoogeveen			1
		7909	Hoogeveen	1	1	
		7943	Meppel	1	1	1
		7971	Havelte			1
		7984	Dieverbrug	1	1	
		9301	Roden	1	1	1
		9401	Assen			1
		9405	Assen	1	1	

Nr.	RAV-naam	Vier- positie postcode	Plaatsnaam standplaats	Huidige spreiding overdag	Huidige spreiding nacht	Referentie- kader- 2008
		9411	Beilen	1	1	1
		9468	Annen	1	1	1
		9482	Tynaarlo	1		
		9531	Borger	1	1	1
4	IJsselland	7418	Deventer	1	1	1
		7701	Dedemsvaart			1
		7707	Balkbrug	1	1	
		7711	Nieuwleusen			1
		7731	Ommen	1	1	1
		7771	Hardenberg			1
		7772	Hardenberg	1	1	
		7954	Rouveen	1	1	
		8013	Zwolle	1	1	1
		8064	Zwartsluis	1	1	
		8103	Raalte	1	1	1
		8261	Kampen			1
		8271	IJsselmuiden	1	1	
		8281	Genemuiden			1
		8331	Steenwijk	1	1	1
5	Twente	7443	Nijverdal	1	1	
		7447	Hellendoorn			1
		7475	Markelo	1	1	1
		7482	Haaksbergen	1	1	
		7483	Haaksbergen			1
		7513	Enschede	1	1	
		7541	Enschede			1
		7556	Hengelo	1	1	1
		7572	Oldenzaal			1
		7577	Oldenzaal	1	1	
		7602	Almelo			1
		7609	Almelo	1	1	
		7651	Tubbergen	1	1	1
		7681	Vroomshoop	1		1
6	Noordoost- Gelderland	3843	Harderwijk			1
		3851	Ermelo	1	1	
		3851	Ermelo (Putterweg)	1	1	
		3852	Ermelo			1
		7005	Doetinchem	1	1	1
		7051	Varsseveld	1	1	1
		7075	Etten	1	1	
		7102	Winterswijk	1		1
		7141	Groenlo		1	
		7207	Zutphen	1	1	1
		7251	Vorden	1	1	
		7271	Borculo	1		1
		7311	Apeldoorn	1	1	1
		8081	Elburg	1	1	1
		8181	Heerde	1	1	1
7	Gelderland-Midden	3771	Barneveld	1	1	
		3772	Barneveld			1
		6661	Elst (Gld)			1
		6662	Elst (Gld)	1		
		6701	Wageningen			1
		6711	Ede	1	1	1
		6828	Arnhem	1	1	1
		6871	Renkum	1	1	
		6901	Zevenaar	1	1	1
		6951	Dieren			1
		6953	Dieren	1	1	
8	Gelderland-Zuid	4002	Tiel			1
		4003	Tiel	1	1	
		4041	Kesteren	1	1	1
		4101	Culemborg	1	1	1
		4191	Geldermalsen	1	1	1
		5301	Zaltbommel	1	1	1
		6515	Oosterhout (Gld)	1	1	
		6524	Nijmegen	1	1	1

Nr.	RAV-naam	Vier- positie postcode	Plaatsnaam standplaats	Huidige spreiding overdag	Huidige spreiding nacht	Referentie- kader- 2008
9	Utrecht	6601	Wijchen	1	1	
		6602	Wijchen			1
		6651	Druten	1	1	1
		3436	Nieuwegein	1	1	1
		3447	Woerden	1	1	1
		3561	Utrecht (Vader Rijndreef)	1	1	1
		3582	Utrecht (Andreaelaan)	1	1	1
		3608	Maarsse	1	1	1
		3645	Vinkeveen	1	1	1
		3707	Zeist	1	1	1
		3811	Amersfoort Centrum	1	1	1
		3823	Amersfoort Noord	1	1	1
		3903	Veenendaal			1
		3911	Rhenen	1	1	
		3941	Doorn	1	1	1
10	Noord-Holland- Noord	1616	Hoogkarspel	1	1	1
		1625	Hoorn (NH)			1
		1687	Wognum	1	1	
		1723	Noord-Scharwoude	1	1	
		1741	Schagen			1
		1742	Schagen	1	1	
		1761	Anna Paulowna			1
		1771	Wieringerwerf	1	1	1
		1786	Den Helder	1	1	1
		1791	Texel (Den Burg)	1	1	1
		1812	Alkmaar-Zuid	1	1	
		1823	Alkmaar-Noord	1	1	1
11	Amsterdam / Waterland	1018	Amsterdam	1	1	1
		1061	Amsterdam	1	1	
		1075	Amsterdam	1	1	1
		1105	Amsterdam-Zuidoost	1	1	1
		1141	Monnickendam	1	1	1
		1185	Amstelveen	1	1	1
		1431	Aalsmeer	1	1	1
		1442	Purmerend	1	1	1
		1502	Zaandam	1	1	1
		1521	Wormerveer	1	1	1
12	Kennemerland	1962	Heemskerk			1
		1969	Heemskerk	1	1	1
		1981	Velsen	1	1	1
		2015	Haarlem	1	1	1
		2131	Hoofddorp			1
		2132	Hoofddorp	1	1	
14	Gooi- en Vechtstreek	1213	Hilversum-Zuid	1	1	1
		1261	Blaricum	1	1	
		1381	Weesp	1	1	
		1404	Bussum			1
15	Haaglanden	2241	Wassenaar	1	1	
		2272	Leidschendam-Voorburg	1	1	
		2274	Voorburg			1
		2512	Den Haag (Centrum)	1	1	
		2521	Den Haag (Waldorpstraat)	1	1	
		2544	Den Haag	1	1	1
		2564	Den Haag			1
		2613	Delft	1	1	
		2627	Delft			1
		2671	Naaldwijk (Westland)	1	1	1
		2718	Zoetermeer	1	1	1
16	Hollands Midden	2182	Hillegom	1	1	
		2203	Noordwijk	1	1	
		2211	Noordwijkerhout			1
		2333	Leiden	1	1	1
		2353	Leiderdorp	1	1	1
		2405	Alphen aan den Rijn			1
		2408	Alphen aan den Rijn	1	1	

Nr.	RAV-naam	Vier- positie postcode	Plaatsnaam standplaats	Huidige spreiding overdag	Huidige spreiding nacht	Referentie- kader- 2008
		2441	Nieuwveen	1	1	
		2461	Ter Aar			1
		2801	Gouda			1
		2806	Gouda	1	1	
		2841	Moordrecht	1	1	
		2861	Bergambacht			1
		2941	Nederlek	1	1	
17	Rotterdam- Rijnmond	2651	Berkel en Rodenrijs	1	1	
		2902	Capelle aan den IJssel	1	1	
		2907	Capelle aan den IJssel			1
		2922	Krimpen aan den IJssel			1
		2993	Barendrecht	1	1	
		3011	Rotterdam-Centrum	1	1	
		3034	Rotterdam-Noord	1		
		3038	Rotterdam			1
		3083	Rotterdam			1
		3118	Schiedam	1	1	1
		3199	Maasvlakte	1	1	
		3201	Spijkenisse			1
		3203	Spijkenisse	1	1	
		3221	Hellevoetsluis	1	1	
		3223	Hellevoetsluis			1
		3232	Brielle	1	1	
		3247	Dirksland	1	1	1
		3252	Goedereede	1		1
		3255	Oude Tonge	1		
18	Zuid-Holland-Zuid	2957	Nieuw-Lekkerland			1
		3286	Klaaswaal	1	1	1
		3311	Dordrecht	1	1	1
		3312	Dordrecht	1		
		3331	Zwijndrecht	1	1	1
		3355	Papendrecht	1	1	
		4204	Gorinchem			1
		4231	Meerkerk	1	1	1
19	Zeeland	4301	Zierikzee	1	1	1
		4323	Schouwen-Duiveland (gem.)			1
		4328	Burgh-Haamstede	1	1	
		4335	Middelburg	1	1	1
		4354	Vrouwenpolder			1
		4364	Grijskerke	1	1	
		4401	Yerseke			1
		4411	Rilland			1
		4416	Kruiningen	1	1	
		4462	Goes	1	1	1
		4491	Wissenkerke	1		
		4501	Oostburg	1	1	1
		4535	Terneuzen	1	1	1
		4561	Hulst	1	1	1
		4693	Poortvliet	1	1	
		4695	Sint-Maartensdijk			1
20	Midden- en West- Brabant	4255	Nieuwendijk (NB)	1		1
		4283	Giessen	1	1	1
		4611	Bergen op Zoom			1
		4614	Bergen op Zoom	1	1	
		4631	Hoogerheide	1		
		4651	Steenbergen	1		1
		4701	Roosendaal			1
		4715	Rucphen	1	1	
		4721	Rucphen (gem.)			1
		4751	Roosendaal-Noord (Oud- Gastel)	1		
		4761	Zevenbergen	1	1	1
		4811	Breda			1
		4815	Breda-Noord	1	1	
		4851	Breda-Zuid (Ulvenhout)	1	1	1
		4891	Rijsbergen	1		

Nr.	RAV-naam	Vier- positie postcode	Plaatsnaam standplaats	Huidige spreiding overdag	Huidige spreiding nacht	Referentie- kader- 2008
		4901	Oosterhout (NB)			1
		4905	Oosterhout (NB)	1	1	
		5018	Tilburg			1
		5022	Tilburg-Zuid	1	1	
		5042	Tilburg-Noord	1	1	
		5047	Tilburg			1
		5142	Waalwijk			1
		5146	Waalwijk	1	1	
21	Brabant-Noord	5212	's-Hertogenbosch	1	1	
		5231	's-Hertogenbosch			1
		5281	Boxtel			1
		5283	Boxtel	1	1	
		5341	Oss	1	1	1
		5363	Velp (NB)	1		1
		5405	Uden	1	1	1
		5441	Oeffelt			1
		5443	Haps	1	1	
		5463	Veghel			1
		5465	Veghel	1	1	
22	Brabant-Zuidoost	5521	Eersel	1	1	
		5541	Reusel			1
		5555	Valkenswaard	1	1	
		5571	Bergeijk			1
		5611	Eindhoven	1	1	1
		5657	Eindhoven			1
		5683	Best	1	1	
		5701	Helmond			1
		5705	Helmond	1	1	
		5751	Deurne	1	1	1
		6026	Maarheeze	1	1	1
23	Limburg-Noord	5801	Venray			1
		5802	Venray	1	1	
		5854	Bergen (Lb)			1
		5855	Well (Lb)	1	1	
		5912	Venlo	1	1	1
		5961	Horst	1		
		5981	Panningen	1		1
		6003	Weert	1	1	1
		6045	Roermond			1
		6049	Roermond (Herten)	1	1	
		6088	Roggel	1	1	
		6101	Echt	1	1	1
24	Zuid-Limburg	6162	Geleen	1	1	
		6166	Geleen			1
		6229	Maastricht	1	1	1
		6271	Gulpen	1	1	
		6291	Vaals			1
		6411	Heerlen	1	1	1
25	Flevoland	1326	Almere	1	1	1
		3897	Zeewolde	1	1	
		3899	Zeewolde			1
		8223	Lelystad			1
		8233	Lelystad	1	1	
		8251	Dronten	1	1	1
		8304	Emmeloord	1	1	1
		8308	Nagele			1
		8321	Urk	1	1	
Totaal aantal				225	203	206

Bijlage 5 Verklarend model voor de vraaggroei

In de statistische analyse wordt het aantal ritten per jaar per 1.000 inwoners verondersteld Poisson-verdeeld te zijn. De relatie met de groei van de bevolking wordt als een *Generalized Linear Model* (GLM) gemodelleerd. Het GLM-model is een uitbreiding van het klassieke lineaire regressie model. In een GLM-model kan de responsvariabele een breed scala van verdelingen aannemen, waaronder de Poisson-verdeling, terwijl in het lineaire regressiemodel deze verondersteld wordt normaal verdeeld te zijn. Er zijn gegevens op gemeente- en vierpositie postcode-niveau gebruikt. Voor elk gebied zijn er vier waarnemingen van het aantal inzetten en van het aantal inwoners; één voor elk kalenderjaar. Bij het GLM-model is er gebruikgemaakt van alle vier waarnemingen, om een schatting te maken van de trend die zo robuust mogelijk is tegen potentiële uitschieters in het eerste (2008) dan wel het laatste kalenderjaar (2011). Het GLM-model wordt voor elke gemeente dan wel vierpositie postcode geschat. Uit deze reeks van modellen komen p-waarden voort waaruit statistische significantie van de groei kan worden afgeleid; deze waarden worden achteraf ook gecorrigeerd voor het zogenaamde 'multiple testing'-fenomeen. Door het toetsen van een groot aantal gemeenten en postcodegebieden in deze analyse kan er worden verwacht dat er namelijk op basis van toeval alleen al significante resultaten kunnen optreden. Deze toevalligheden willen we niet in onze eindresultaten zien, vandaar deze correctie.

De relatie tussen de trend in het aantal inzetten en de trend in de bevolking is in drie stappen bepaald. In een eerste stap is geschat of de groei van het aantal spoedritten significant hoger is dan op basis van het toeval mag worden verwacht. In een tweede stap wordt gecorrigeerd voor de groei van de bevolking. We zien dan een aantal gemeentes waar de groei significant hoger is, ondanks de groei van de omvang van de bevolking. In de derde stap wordt gecorrigeerd voor de groei in het relatieve aantal inwoners van 65 jaar en ouder. Na deze laatste stap blijft een aantal gemeenten over waarin de groei van het aantal inzetten significant hoger is dan op basis van de bevolkingsontwikkeling kan worden verwacht.

Bijlage 6 'Best practices' en indicatoren

Deel A: NHS-rapport 'Emergency Services Review' (2009)

Deze paragraaf geeft een samenvatting van het rapport *Emergency Services Review – A comparative review of international Ambulance Service best practice*, van het Britse 'NHS Office of the Strategic Health Authorities'. In dit rapport geeft de *NHS-office* verslag van een internationaal onderzoek naar 'best practices' in de ambulancezorg. Doel van het Britse *Emergency Services Review* uit 2009 was het trekken van lessen uit vergelijkingen met andere landen om de prestaties en efficiëntie van ambulancediensten in het Verenigd Koninkrijk (VK) te kunnen verbeteren. Er wordt een overzicht gegeven van de visies van experts op het gebied van spoedeisende medische diensten (deel 1) en de resultaten van een literatuurstudie (deel 2).

A comparative review of international ambulance service best practice

Deel 1 – Visie van experts op het gebied van spoedeisende medische diensten

Er is een compilatie gemaakt van de visie van internationale leiders op het gebied van acute medische zorg. Aan deze experts is een serie vragen voorgelegd gericht op initiatieven ten behoeve van het management van de zorgvraag, klinische kwaliteit, innovatie en productiviteit. Respondenten uit Nieuw-Zeeland, Australië, Canada, Duitsland en de Verenigde Staten (VS) hebben deelgenomen.

- Management van de vraag naar ambulanceservices

Uit de reacties van de respondenten blijkt dat er geen eenduidige manier is om de vraag naar ambulanceservices te verminderen. In Queensland, Australië, heeft een publieke campagne geleid tot een betere bewustwording in de bevolking over gepast gebruik van deze zorg en een afname van de vraag. Vele andere initiatieven hebben echter geen effect gehad, hebben de vraag juist gestimuleerd of hebben gepast gebruik ontmoedigd. Hierbij moet opgemerkt worden dat het moeilijk is om veranderingen in vraag te correleren aan specifieke initiatieven.

In de VS heeft het wijzen van huiseigenaren op gevaren in huizen ertoe geleid dat de vraag naar zorg voor bepaalde incidenten afnam. Aangezien tienduizenden huizen dagelijks worden bezocht door ambulancepersoneel, is er ook in het Verenigd Koninkrijk ruime gelegenheid voor het overbrengen van gezondheidsboodschappen aan de gemeenschap.

Er ontstaan steeds meer initiatieven om minder urgente meldingen hulp te kunnen bieden zonder de patiënt thuis te bezoeken ('telemedicine') en zonder de patiënt te transporteren naar het ziekenhuis. In Australië en Canada worden speciaal getrainde paramedici ingezet om zorg te kunnen bieden aan deze patiënten, zodat transport naar het ziekenhuis overbodig wordt. In Duitsland worden senior-artsen ingezet in de meldkamer om het aantal huisbezoeken terug te brengen. In diverse landen worden meldingen steeds vaker afgehandeld met enkel telefonisch advies van paramedici of verpleegsters.

In het Verenigd Koninkrijk worden klinische indicatoren en uitkomstmaten ontwikkeld om te kunnen bepalen of een ambulance nodig is. Er moet echter wel

duidelijk worden gecommuniceerd naar het publiek dat er niet altijd een ambulance wordt uitgezonden bij het bellen van het alarmnummer 999.

Ten slotte kunnen verschillende technologische initiatieven er voor zorgen dat de vraag naar zorg beter verwerkt kan worden. Zo wordt er in Toronto, Canada, gebruik gemaakt van het Patient Distribution System. Dit systeem identificeert ziekenhuizen met de beste middelen om de patiënt op te kunnen vangen en streeft naar een zo gelijk mogelijke verdeling van patiënten over de afdelingen spoedeisende hulp (SEH's) in de regio, gebaseerd op tijd, afstand en volume.

- Metingen klinische kwaliteit van ambulanceservices

Respondenten meldden verschillende meetsystemen om de klinische kwaliteit van de ambulancezorg te bepalen en gelegenheden voor verbetering te ontdekken. Wereldwijd wordt er veel aandacht besteed aan het beoordelen van de zorg voor patiënten in een levensbedreigende situatie. Zo noemden respondenten van diverse ambulancediensten hun audit van patiënten met een hartstilstand en STEMI-patiënten. Uit de reacties komt naar voren dat er een focus moet blijven op de zorg voor deze groep patiënten.

Meerdere ambulancediensten maken gebruik van het Electronic Patient Report Form (ePRF) of gaan het gebruik invoeren om hun audit-processen te verbeteren. Het ePRF wordt gezien als een efficiënt hulpmiddel voor ambulancepersoneel om gegevens van vele parameters sneller te kunnen analyseren en de geboden zorg over een grotere tijdsperiode in kaart te brengen.

Vooraf door ambulancediensten uit de VS wordt er intensief gebruik gemaakt van klinische prestatie-indicatoren (KPI). Daarnaast worden er metingen gedaan naar patiënttevredenheid en wordt de correctheid van besluitvorming omtrent het uitzenden van ambulances gemeten. Ten slotte wordt klinische kwaliteit door verschillende ambulancediensten gemeten aan de hand van binnengekomen klachten.

- Plannen omtrent het verbeteren van klinische kwaliteit

Vanuit de VS wordt er gerapporteerd over diverse klinische interventies die worden geïntroduceerd of in ontwikkeling zijn en voordelen opleveren voor patiëntuitkomsten. Vooral nieuwe hulpmiddelen voor gebruik tijdens beademingen worden genoemd. In Nieuw-Zeeland zullen KPI's geïntroduceerd worden, evenals het ePRF. Verder gaven verschillende respondenten aan dat de aandacht voor onderzoek en klinische trials zal vergroten, wat direct gelinkt is aan verbeterde klinische uitkomsten. Ten slotte wordt een verbeterde klinische capaciteit beoogd door te investeren in zaken als een simulatie trainingscentrum, medische voorzieningen voor onderweg, het inzetten van helikopters voor ernstig trauma of het aanstellen van een specialist als assistent van de medisch directeur.

- Grootste innovaties van de afgelopen twee jaar

Wereldwijd zijn er diverse innovaties geïntroduceerd waarbij van sommigen wordt verwacht dat ze de zorgverlening zullen verbeteren en waarbij anderen al hebben aangetoond dat een verbetering van zorgverlening is bereikt. In Nieuw-Zeeland is recentelijk een bariatrische ambulance geïntroduceerd voor het transport van obese patiënten. Er wordt verwacht dat deze ambulances voordelen voor zowel het personeel als de patiënten op zullen leveren. Daarnaast is het aantal meldkamers teruggebracht en verbonden met elkaar, waardoor de capaciteit voor het afhandelen van meldingen landelijk is verbeterd.

De aanstelling van een apotheker bij ambulanceservices in New South Wales heeft bijgedragen aan significante verbeteringen van het klinisch functioneren en de efficiëntie van ambulancediensten. Daarnaast heeft het Healthy Workplace Programme tot doel de moraal en werkcultuur te verbeteren van de diensten in deze Australische staat. Als onderdeel van dit programma wordt een verantwoordelijke manager aangesteld en zijn er trainingsprogramma's voor zowel het totale personeel als het management. De Australische staat Queensland benadrukt het belang van de invoering van Regional Performance Reviews die bijdragen aan het bereiken van operationele en strategische doelen van de organisaties.

Verder werden klinische verbeteringen genoemd door vele respondenten, wat aangeeft dat de focus van de zorg op de patiënt ligt. Er wordt in het bijzonder aandacht besteed aan verbeteringen in de zorg voor hartpatiënten met continue borstcompressies bij CPR en de directe toegang tot katheterisatiecentra voor STEMI-patiënten, waardoor SEH's kunnen worden omzeild.

- Nieuwe ontwikkelingen wat betreft de prestaties van services
Ambulancediensten in verschillende landen zijn bezig met het ontwikkelen van betere modellen voor dynamische spreiding van ambulances ('deployment') en software om een efficiëntere inzet van middelen te bereiken, wat naar verwachting de patiëntenzorg zal verbeteren. In verschillende Australische staten wordt verbetering voorzien door het herstructureren van ambulancediensten. De staat New South Wales heeft fors geïnvesteerd in een Ambulance Electronic Patient Record, waardoor de toegang van paramedici tot protocollen, klinische procedures en informatie over medicijnen onderweg mogelijk wordt gemaakt.

Wereldwijd zijn er landelijk responstijd-doelen vastgesteld voor ambulancediensten. In Toronto hebben diensten voor de meeste medische gevallen de mogelijkheid gekregen om eigen standaarden voor responstijden op te stellen. De tijden kunnen daardoor beter worden afgestemd op eigen ervaringen en klinische data, waardoor prestaties naar verwachting zullen verbeteren.

In Duitsland wordt kwaliteitsverbetering nagestreefd door het verhogen van de opleidingseisen voor ambulance personeel. Ook in de Verenigde Staten is er een groeiende behoefte aan educatie en training op universitair niveau van ambulancepersoneel en managers in de spoedeisende zorg. Men verwacht dat veranderingen in educatie significante voordelen op kunnen leveren voor het systeem.

- Wachttijden bij ziekenhuizen
Problemen rondom wachttijden bij ziekenhuizen spelen een rol bij ambulancediensten over de hele wereld. Respondenten noemen verschillende strategieën, toegepast vanuit ziekenhuizen of ambulancediensten, om dit probleem te verminderen. In Nieuw-Zeeland werd de situatie verbeterd door patiënten met een niet-levensbedreigende situatie tijdelijk onder de zorg van één ambulancemedewerker te plaatsen. In Toronto wordt verpleging van ziekenhuizen ingezet om zorg te bieden aan minder urgente patiënten bij binnenkomst van ambulances bij SEH's, wat de druk op paramedici terugbrengt. Dit initiatief bleek zeer succesvol in het verbeteren van de beschikbaarheid van ambulance-eenheden.

In New South Wales werden er uitgebreide hervormingsprojecten geïmplementeerd bij ziekenhuizen om de wachttijden te reduceren, waarbij het ziekenhuis zich specifiek richtte op het hele pad dat een patiënt doorloopt. Ook kan een verbeterde samenwerking van services met ziekenhuizen de doorstroom van patiënten bevorderen.

In diverse landen worden elektronische systemen gebruikt die de toegang en wachttijden van ziekenhuizen monitoren, waarna de gegevens worden gebruikt (in combinatie met de klinische presentatie van de patiënt) om ambulances te adviseren over de meest geschikte SEH. Hierdoor kan de werkdruk gelijkmatig worden verdeeld over de SEH's in het netwerk.

In staten in Canada en de VS hebben financiële incentives effect gehad. Het in rekening brengen van kosten of het tijdelijk vermijden van SEH's bij lange wachttijden bleek positieve veranderingen in gang te zetten bij ziekenhuizen.

Volgens Canadese respondenten was het inzetten op verschillende niveaus van management effectief. Er werd aangestuurd op de supervisie en het management van SEH-personeel en paramedici en het probleem werd actief onder de aandacht gebracht bij ziekenhuis-CEO's.

- Productiviteitsmaten

Het meest gebruikelijke type van productiviteitsmaat wereldwijd is het meten van prestaties in de vorm van componenten van responstijden. Hierbij worden er verschillende richtlijnen opgesteld voor aparte categorieën van incidenten.

In de VS zijn de kosten van groot belang voor het voortbestaan van aanbieders. De productiviteitsmaat Unit Hour Utilisation (UHU) wordt door services in dit land daarom vaak gemeten naast vele andere parameters.

Een uitzonderlijke categorie van parameters wordt gemeten in Virginia: data over de ritten en bestuurder van ambulances. Deze gegevens worden vervolgens gepresenteerd aan het personeel, wat verkeersongevallen van ambulances blijkt te voorkomen.

- Plannen omtrent verbetering efficiëntie en effectiviteit

Plannen om de efficiëntie en effectiviteit van services in Nieuw-Zeeland te verbeteren zijn onder andere gericht op het aanpassen van werkroosters, omdat diensten van 12 uur nu te lang worden als personeel eerder begint of langer door moet werken. Ook zullen operationele KPI's meer toegepast gaan worden bij de services in dit land.

De operationele centra van New South Wales (Australië) zullen ingrijpende hervormingen ondergaan op het gebied van technologie, organisatie en werkpraktijk. Een van de belangrijkste doelen is het standaardiseren van processen om de benodigde tijd voor het afhandelen van meldingen te verbeteren. In Toronto wordt de respons op determinanten van het Medical Priority Dispatch System geherdefinieerd om ALS-eenheden beter te matchen aan patiënten die ALS nodig hebben en BLS-eenheden in te zetten voor minder urgente gevallen.

In Queensland worden ambulancevoertuigen voorzien van een gps-systeem, wat paramedici beter in staat stelt de juiste locatie op tijd te bereiken. Daarnaast zijn er vanaf 2008 ervaren paramedici werkzaam in communicatiecentra. Zij functioneren hier als supervisors bij beslissingen over het uitzenden van

ambulances en de inzet van gespecialiseerd personeel. Sinds deze invoering worden er relatief minder ambulances ingezet per incident, en worden middelen dus beter benut. Ook is het Medical Priority Dispatch System onder de loep genomen en hebben verbeteringen in protocollen voor rituitgifte ook geresulteerd in een reductie van deze ratio. Verder zal er via educatie worden ingezet op professionele ontwikkeling om leiderschaps- en managementcapaciteiten van ambulancepersoneel te vergroten.

Deel 2 – Literatuurstudie naar internationale vergelijkingen op het gebied van spoedeisende medische zorg

Een literatuurstudie is uitgevoerd naar internationale vergelijkingen van spoedeisende ambulancezorgsystemen, responstijddoelen van hoog presterende systemen, prestatie-indicatoren en strategieën voor vraagmanagement. Daarnaast is er een zoektocht op het internet gedaan naar regionale prestatie-indicatoren.

In de literatuur worden er nauwelijks directe internationale vergelijkingen gemaakt tussen systemen van spoedeisende ambulancezorg. De verschillen tussen registraties en heterogeniteit van regio's compliceren het maken van betrouwbare vergelijkingen. Er zijn internationale samenwerkingsverbanden opgestart om datacollectie te standaardiseren en zo vergelijkend onderzoek tussen landen mogelijk te maken. Vergelijking van gegevens van hartstilstanden is al eerder verbeterd door het opzetten van een uniform systeem van rapporteren.

Uit het voornamelijk beschrijvende onderzoek dat is uitgevoerd, kwam naar voren dat diensten in verschillende landen zoeken naar mogelijkheden om het publiek meer te betrekken bij reanimaties. Dit wordt getracht door reanimaties te begeleiden via de telefoon en door het opzetten van publieke educatieprogramma's in het rapporteren van symptomen en het toepassen van BLS en AED.

Literatuurstudies waarin indirecte vergelijkingen worden gemaakt tussen spoedeisende ambulancezorgsystemen laten zien dat alle systemen worstelen met een groeiende vraag en de balans tussen kosten en klinische effectiviteit.

- Responstijden

Wereldwijd werken spoedeisende ambulancediensten al jaren aan het verbeteren van responstijden. Vooral het belang van de maximale tijd om een patiënt met een hartstilstand te bereiken, wordt breed herkend. Standaarden van responstijden variëren echter sterk tussen landen, bijvoorbeeld voor patiënten in een levensbedreigende situatie tussen de 8 en 15 minuten. Recente studies in Canada laten zien dat het verder omlaag brengen van deze standaard naar 5 minuten de kans op overleving nog verder kan verbeteren. Er zijn nog diverse punten van discussie betreft het meten van responstijden, zoals de begin- en eindpunten van de meting en het gebruikte meetsysteem. Er wordt internationaal ook veel aandacht besteed aan de benodigde tijd voor overdracht van patiënten aan SEH's. Vertragingen hierin zorgen ervoor dat EMS-personeel niet beschikbaar komt voor volgende spoedgevallen en dat responstijden toenemen.

Studies tonen aan dat responstijden en overlevingskansen van patiënten verder verbeterd kunnen worden door het inzetten van alternatieve spoedeisende diensten, zoals politie en brandweerteams met BLS en defibrillatievaardigheden.

Ook is het gebruikelijk om automatische externe defibrillators (AED's) op vaste openbare plekken te plaatsen, waardoor defibrillatie en BLS sneller plaatsvinden. Daarnaast kunnen 'community first responders' naar de plek van het incident worden gestuurd. Hierbij worden er echter belemmeringen ondervonden door de middelmatige sensitiviteit van het AMPDS-systeem om nauwkeurig hartstilstanden te identificeren.

Als gevolg van de introductie van strikte responstijden heeft de technologie zich ontwikkeld om de communicatie tussen meldkamers en ambulance teams te verbeteren en een optimale dekking van grote geografische gebieden mogelijk te maken. Deze technologische ontwikkelingen hebben bijgedragen aan de verbetering van responstijden van zowel first responders als ambulance eenheden.

Hoewel responstijden een benchmark kunnen zijn voor spoedeisende ambulancezorg, is het op zichzelf te beperkt en niet representatief voor het merendeel van de werkzaamheden van ambulanceservices. Klinische uitkomsten krijgen daarom ook een steeds grotere rol in de beoordeling van de prestaties van services, gemeten met behulp van KPI's.

- Klinische prestatie-indicatoren

De afgelopen jaren is de set van indicatoren uitgebreid waarmee de prestaties van spoedeisende ambulancediensten worden beoordeeld. In 2006 heeft de Joint Royal Colleges Ambulance Liaison Committee (JRCALC) een uitgebreide lijst van klinische richtlijnen voor de Britse 'ambulance trusts' in het VK opgesteld. Uit sommige van deze richtlijnen zijn prestatie-indicatoren ontwikkeld, waarbij er een focus ligt op zes levensbedreigende condities. Voor de VS is in 2007 een vergelijkbare set van prestatie-indicatoren beschreven. In verschillende landen staat de ontwikkeling of een uitbreiding van de lijst met prestatie-indicatoren op de planning.

Studies naar prestaties van systemen toonden aan dat de praktijk van paramedici en ander ambulancepersoneel verbeterde bij aansturing door artsen. Dit pleit voor services geleid door medici.

- Benchmarks

Het ontwikkelen van een serie van benchmarks om praktijken te kunnen vergelijken is nodig om ambulance diensten te kunnen blijven verbeteren. Heterogeniteit bemoeilijkt het uitvoeren van vergelijkingen. Spoedeisende ambulancediensten kunnen beter vergelijkbaar worden gemaakt door ze in te delen naar categorieën. Twee projecten hebben benchmarks ontwikkeld voor ambulancezorg in landen vergelijkbaar met het Verenigd Koninkrijk, met korte pre-hospital-tijden en ontwikkelde ontvangende instituten.

In het Verenigd Koninkrijk bestaat er voor de specifieke groep van myocardiale infarcten een aparte nationale database waarin gegevens over de zorg voor deze groep patiënten worden verzameld.

- Zorgvraag

De toenemende vraag naar spoedeisende ambulancezorg krijgt sinds vele jaren aandacht in de literatuur. Statistieken van ambulances uit het Verenigd Koninkrijk laten zien dat er een stijgende trend is van het aantal spoedeisende en urgente meldingen. Sinds 2003 heeft er echter een geleidelijke afname plaatsgevonden in het aantal vervoerde patiënten. Deze reductie zou te maken

kunnen hebben met de managementstrategieën die in de loop van de laatste vijf jaar zijn ontwikkeld.

Verschillende retrospectieve studies toonden een grote variatie in de percentages van ongepast gebruik van ambulances, met name toe te schrijven aan een zwakke methodologie. Daarnaast zijn er verschillende factoren geïdentificeerd die een verband hebben met een hoger ambulanceverbruik, bijvoorbeeld ouderdom en geestelijke gezondheidsproblemen. Gegevens over de meeste van deze factoren worden verzameld binnen de ambulancediensten.

Literatuurstudies richten zich meer op het managen dan op het terugbrengen van de vraag naar spoedeisende ambulancezorg. In het Verenigd Koninkrijk worden aantallen en patronen van ambulancemeldingen routinematig gemeten en worden daarna vraagpatronen geanalyseerd. Aan de hand van deze patronen worden ambulance-eenheden en personeel verdeeld over het gebied. De lokale meldkamers gebruiken deze informatie in combinatie met een geografisch informatiesysteem om de meest geschikte ambulance naar een melding toe te sturen.

Daarnaast ligt de focus van onderzoek naar vraagmanagement vooral op het terugbrengen van het aantal patiënten dat wordt getransporteerd naar het ziekenhuis, door zorg te bieden in de gemeenschap. Door middel van het telefonisch triagesysteem kunnen niet-urgente meldingen worden afgehandeld met telefonisch advies van verpleging. Dit bleek een kosteneffectieve manier om ambulanceritten te voorkomen. Beperkingen van het systeem zijn ondertriage voor meer ernstige ziektes en de toepasbaarheid voor slechts een klein gedeelte (ongeveer 10%) van de meldingen. Verder is de nieuwe functie van speciaal getrainde paramedici (emergency care practitioner) ontwikkeld, omdat paramedici niet altijd in staat bleken te beoordelen welke patiënten transport naar het ziekenhuis nodig hebben. Met het inzetten van speciaal getrainde paramedici werd een afname in het aantal transporten van ambulances naar SEH's bereikt. De implementatie bewees kosteneffectief te zijn voor de (Britse) eerstelijnszorg ('trusts') die deze diensten aanstellen. Het personeel bleek echter wel vaak langer te moeten worden ingezet. Daarnaast nam secundair gebruik van ziekenhuiszorg toe. Het gebruik van middelen en de vraag naar spoedeisende zorg nam dus niet direct af door het inzetten van deze getrainde paramedici.

Publieke educatie en empowerment van de gemeenschap kan ook een rol spelen in het afnemen van de zorgvraag. Retrospectief onderzoek heeft aangetoond dat hiermee het aantal niet-urgente en niet-levensbedreigende meldingen kan worden verminderd.

Deel B: Indicatoren in de ambulancezorg

In de internationale inventarisatie is informatie verkregen over de normen en standaarden in de ambulancezorg in de landen waarvoor de inventarisatie is uitgevoerd. Deze paragraaf geeft een overzicht van deze normen en standaarden. Dit overzicht is in dit hoofdstuk opgenomen omdat in het referentiekader voor de Nederlandse ambulancezorg de vijftienminutennorm voor responstijden een belangrijke rol speelt. Het internationaal overzicht geeft een beeld van de rol van de normen en standaarden in het buitenland. Deze beschrijving heeft een illustratief doel.

Engeland

In Engeland zijn er twaalf ambulancediensten waarvan één relatief klein is en een eilandstatus heeft (Isle of Wight). Alle ambulancediensten moeten voldoen aan nationale normen en moeten maandelijkse rapportages leveren over hun geleverde prestaties. Tot voor kort waren prestatienormen alleen gericht op responstijden. Recentelijk is een aantal andere proces- en (klinische) uitkomstindicatoren aan de normen toegevoegd. Deze zijn geformuleerd voor de vervoerders en ook voor meldkamers. De normen zijn dezelfde voor stedelijk en perifeer gebied. Een aantal van de nieuwe normen kon op het moment van de inventarisatie (februari 2012) nog niet goed worden gemeten omdat de benodigde techniek nog niet volledig operationeel was.

Alle normen en prestaties zijn te raadplegen via de website van het Engelse ministerie van Volksgezondheid (Department of Health, 2012).

Indicatoren voor responstijden zijn gedefinieerd in de categorie 'systeemindicatoren' die zijn gedefinieerd voor de volgende hoofdgroepen:

1. responstijden van inzetten met A1-urgentie;
2. proportie meldingen dat vroegtijdig ophangt;
3. onvoorzien hercontact met ambulancezorg binnen 24 uur na beëindiging eerste dienstverlening;
4. procedure voor frequente melders;
5. meldtijd en responstijd;
6. proportie patiënten behandeld zonder ambulance-inzet of zonder transport naar spoedeisende hulpafdeling van een ziekenhuis;
7. aantal vervoerde patiënten.

De norm voor de responstijd bij A1-inzetten is dat in 75% van de inzetten voor een levensbedreigende situatie (A1-urgentie) een respons binnen 8 minuten ter plaatse moet plaatsvinden. Deze respons mag door een 'rapid responder' worden geleverd. Een tweede norm zegt dat in 95% van de gevallen binnen 19 minuten een vervoersambulance aanwezig moet zijn.

De klinische indicatoren zijn gedefinieerd voor de volgende hoofdgroepen, die elk een aantal indicatoren omvatten:

1. hartstilstand – terugkeer van spontane circulatie;
2. hartstilstand – overleving tot ontslag;
3. uitkomsten voor acute STEMI;
4. uitkomsten voor beroerte.

Australië

In Australië heeft elke staat zijn eigen ambulancedienst, in totaal zijn er acht ambulancediensten. De normen en standaarden zijn gedefinieerd op nationaal niveau en omvatten indicatoren voor 'Equity' (gelijkheid), 'Effectiveness' (effectiviteit), 'Efficiency' (efficiency) en 'Outcome' (uitkomsten). Op deze gebieden is een aantal indicatoren gedefinieerd waarvan nog niet alle voor alle regio's (diensten) op een vergelijkbare manier meetbaar zijn. Het meten van de prestaties in Australië is nog in ontwikkeling. De indicatoren zijn op het internet gepubliceerd (Australian Government – Productivity Commission, 2012).

Equity — Indicatoren voor bereikbaarheid

1. uitrukpunten: aantal betaalde, mixed en vrijwillige locaties voor respons per 100.000 inwoners;
2. beschikbaarheid (aantal) aan ambulancepersoneel: aantal voltijds equivalenten per 100.000 inwoners;
3. responstijd in stedelijk gebied: 90e percentiel in minuten.

Effectiveness — Indicatoren voor bereikbaarheid

1. responstijd in de gehele staat: 90e percentiel in minuten.

Effectiveness — Indicatoren voor duurzaamheid

1. personeelsbestand naar leeftijdsklasse — Operationele personeelsaantal onder 50 jaar oud (%);
2. personeelsverloop (%)

Efficiency - Indicatoren

1. uitgaven aan de ambulancezorg per inwoner (\$).

Outcome - Indicatoren

1. overleving bij hartstilstand;
2. proportie overleving bij volwassenen met hartstilstand na reanimatie;
3. klanttevredenheid (%).

De inventarisatie laat zien dat in het Verenigd Koninkrijk en in Australië, landen met een systeem voor de ambulancezorg dat in bepaalde opzichten vergelijkbaar is met het Nederlandse systeem, meer en andere indicatoren worden gehanteerd voor de ambulancezorg. In Nederland is in 2009 een aantal indicatoren voor de spoedeisende keten geformuleerd (Gijsen et al, 2009). In het onderzoek naar deze indicatoren is in een pilot onderzocht of en in hoeverre de indicatoren gemeten konden worden. Uit het onderzoek bleek dat de indicatoren niet goed gemeten konden worden. Dat onderzoek is in 2008-2009 uitgevoerd. Het is onbekend of inmiddels de indicatoren wel gemeten kunnen worden. De internationale inventarisatie laat zien dat andere landen mogelijk meer indicatoren hebben, maar dat ook daar problemen kunnen zijn met het meten van de indicatoren.

Betekenis voor het referentiekader

De inventarisatie wijst uit dat organisaties in andere landen veel gebruikmaken van simulatiemodellen voor analyses van de spreiding en beschikbaarheid. In sommige gevallen zijn additioneel aan de modellen van Optima en ORH-programma's ontwikkeld voor extra analyses. Het HPEMS-model dat in de VS wordt gehanteerd, is een strategisch model dat de benodigde spreiding en capaciteit berekent. Het model is wat dat betreft soortgelijk aan het referentiekader, maar is toegesneden op dynamisch ambulancemanagement in een Amerikaanse setting. Simulatiemodellen kunnen verschillend uitgewerkt worden afhankelijk van de systemen in het buitenland. Als bijvoorbeeld het besteld vervoer door een andere vervoerder dan de ambulancedienst wordt verzorgd, ziet een simulatiemodel voor de spoedeisende ambulancezorg er anders uit dan wanneer het voor een Nederlandse situatie is uitgewerkt. De inventarisatie heeft geen informatie opgeleverd dat in andere landen een referentiekader zoals het Nederlandse wordt gehanteerd. De modellen in andere landen zijn niet direct bruikbaar voor het referentiekader. Wel is kennis van de modellen nuttig.

Het Verenigd Koninkrijk en in mindere mate Australië zijn verder met het gebruik van indicatoren voor het meten van de kwaliteit en prestaties van de ambulancezorg dan Nederland. In deze landen is de implementatie van de normen in ontwikkeling en nog niet alle indicatoren zijn op dit moment goed meetbaar. Als Nederland besluit meer normen te hanteren, kunnen de ervaringen in deze landen bruikbaar zijn. Voor het referentiekader zijn de normen interessant die uitgaan van verschillende responstijden voor de eerste respons op een spoedeisende melding, en de aankomst van de vervoersambulance. Deze bieden de mogelijkheid om met gedifferentieerd vervoer korte responstijden te realiseren en houden rekening met de variatie van de responstijden.

Bijlage 7 Resultaten capaciteitsmodel gescheiden vervoer

Tabel B.2: Het extra aantal ambulances nodig voor besteld vervoer wanneer in het referentiekader de capaciteit voor besteld vervoer gescheiden van het spoedvervoer wordt berekend, conform het model in paragraaf 7.1. De Waddeneilanden zijn buiten de berekening gehouden en krijgen in dit model hetzelfde aantal ambulances als in het referentiekader (twee ambulances per Waddeneiland).

	werkdagen			zaterdagen			zon- en feestdagen		
	0-8	8-16	16-24	0-8	8-16	16-24	0-8	8-16	16-24
RAV Groningen	1	0	0	1	1	0	1	0	0
Overig Friesland	1	0	0	1	1	0	0	0	0
RAV Friesland totaal									
RAV Drenthe	1	0	0	1	0	0	1	1	1
RAV IJssel-Vecht	1	0	1	1	1	0	1	0	1
RAV Twente	1	0	1	1	1	1	0	1	0
RAV Noordoost-Gelderland	1	0	1	1	0	0	0	1	1
RAV Gelderland-Midden	0	1	0	0	0	0	1	1	0
RAV Gelderland-Zuid	1	1	0	1	0	0	1	0	0
RAV Utrecht	0	0	1	0	1	0	1	0	1
Overig Noord-Holland-Noord	1	1	0	1	0	0	1	0	1
RAV Noord-Holland-Noord									
RAV Zaanstreek/Waterland	1	1	1	1	0	1	0	0	1
RAV Agglomeratie									
Amsterdam	1	2	0	1	0	1	0	0	0
RAV Kennemerland	1	1	1	1	1	0	1	1	0
RAV Gooi- en Vechtstreek	1	1	1	1	1	0	1	1	0
RAV Haaglanden	0	4	0	0	0	0	1	0	1
RAV Hollands Midden	1	1	1	1	0	1	0	0	1
Goeree-Overflakkee	1	0	1	1	1	1	1	1	1
Overig Rotterdam-Rijnmond	1	0	0	1	0	1	1	0	0
RAV Rotterdam-Rijnmond									
RAV Zuid-Holland-Zuid	0	1	1	1	0	1	1	1	0
Schouwen-Duiveland	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tholen	1	1	1	0	1	1	0	1	0
Walcheren en Bevelanden	1	0	1	1	1	1	1	1	0
Zeeuws-Vlaanderen	1	0	1	1	1	1	1	1	1
RAV Zeeland									
RAV Midden- en West-Brabant	0	0	1	1	1	0	0	1	1
RAV Brabant-Noord	1	1	1	1	0	0	1	1	0
RAV Brabant-Zuidoost	1	0	1	1	1	1	0	0	1
RAV Limburg-Noord	1	1	1	1	0	1	1	0	1
RAV Zuid-Limburg	1	1	0	1	1	1	0	0	1
RAV Flevoland	1	1	0	1	0	0	1	0	1
Totaal	24	20	18	25	15	14	19	14	16

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl