



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

**Modellen referentiekader ambulancezorg  
2016**

Ontwikkeling modellen voor DAM, B-vervoer en rijtijden

RIVM Briefrapport 2015-0190  
G. J. Kommer | S.L.N. Zwakhals | E. Over



## Colofon

© RIVM 2017

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 (auteur), RIVM  
S.L.N. Zwakhals (auteur), RIVM  
E. Over (auteur), RIVM

Contact:  
Geert Jan Kommer  
Afdeling Kwaliteit van Zorg en Gezondheidseconomie

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van Ministerie van VWS, in het kader van Kennisvraag Acute Zorg

Dit is een uitgave van:  
**Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu**  
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven  
Nederland  
[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)



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

## **Modellen referentiekader ambulancezorg 2016**

Ontwikkeling modellen voor DAM, B-vervoer en rijtijden

RIVM Briefrapport 2015-0190

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

## Publiekssamenvatting

### **Modellen referentiekader ambulancezorg 2016**

Ontwikkeling modellen voor DAM, B-vervoer en rijtijden

In Nederland wordt ernaar gestreefd dat ambulances bij spoedeisende gevallen binnen vijftien minuten na een melding ter plaatse te zijn. Voor de planning van de ambulancezorg wordt met modellen berekend hoeveel ambulances op welke locatie nodig zijn. Deze modellen zijn onderdeel van het referentiekader spreiding en beschikbaarheid. In opdracht van het ministerie van VWS heeft het RIVM de rekenmodellen verder ontwikkeld en enkele varianten uitgewerkt waarmee het referentiekader zou kunnen worden verbeterd.

Het rijtijdenmodel voor ambulances die met spoed rijden is geactualiseerd op basis van recente metingen van snelheden van ambulances in Nederland. Verder is onderzocht welke factoren gunstig zijn om een positief effect te behalen uit 'dynamisch' ambulancemanagement. Met dynamisch ambulancemanagement worden beschikbare ambulances op strategische plekken in de regio geplaatst om snel ter plaatse te kunnen zijn. Het effect hiervan is dat responstijden korter kunnen worden. Gunstige factoren zijn onder andere een hoge dichtheid van het wegennet en een hoge 'dubbele dekking' van standplaatsen, ofwel een overlap tussen de verzorgingsgebieden van standplaatsen binnen een regio. Het onderzoek wijst uit dat deze dubbele dekking in het referentiekader per regio verschilt. Aanbevolen wordt om dit gelijk te trekken.

Daarnaast is bekeken of het rekenmodel kan worden verbeterd zodat het beter de praktijk van het planbaar (besteld) vervoer benadert. Dit betreft het vervoer op afspraak van patiënten van en naar ziekenhuizen voor een therapie of behandeling. Het rekenmodel van het referentiekader is uitgewerkt om voor verschillende regio's een andere bezettingsgraad te kunnen gebruiken. Voordat dit nieuwe model kan worden toegepast, is meer inzicht nodig in de relatie tussen de beschikbare capaciteit en mogelijke wachttijden in het besteld vervoer in de ambulancezorg.

**Kernwoorden:** referentiekader ambulancezorg, spreiding en beschikbaarheid, acute zorg, locatiemodellen, rijtijdenmodel, capaciteitsmodellen



## Synopsis

### **Models for the National Ambulance Plan 2016**

Development of models for dynamic ambulance management, planned transport and drive-times

In the Netherlands, the target response time for ambulance services in case of life threatening emergencies is 15 minutes. Models are used to determine the number and locations of ambulances needed to meet this target. These models are part of the National Ambulance Plan, a framework for planning ambulance care. RIVM research has shown that the models do not fully suit the daily practice of ambulance service care and that they need to be adapted to improve the capacity calculations.

The driving time model for ambulances has been updated using recent measurements of actual speeds of ambulances. A number of factors that facilitate dynamic ambulance management have been identified, including a high-density road network and a certain overlap of base station coverage areas. It is recommended to level out the differences in overlap between the 25 ambulance organizations in the Netherlands

In addition, it was investigated whether the models could also be improved thus to better reflect the actual practice of planned, non-emergency ambulance services, such as inter-hospital transportations. The computation models of the framework have been adapted to accommodate different numbers of ambulances for different regions. The implementation of the new computation models requires more knowledge of and insight into issues in the ambulance care delivered and the quality of care.

**Keywords:** ambulance services, distribution and availability ambulance services, emergency care, location models, driving time model, capacity models





## Inhoudsopgave

	<b>Samenvatting – 9</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding – 27</b>
1.1	Vraagstelling – 28
1.2	Leeswijzer – 30
<b>2</b>	<b>Rijtijdenmodel – 31</b>
2.1	Gegevensverzameling – 33
2.2	Gegevensbewerking – 34
2.3	Gemiddelde snelheden per wegtype – 35
2.4	Evaluatie – 37
2.5	Vergelijking met het 2013-rijtijdenmodel – 42
<b>3</b>	<b>Capaciteitsmodellering dynamisch ambulancemanagement – 45</b>
3.1	Methodologie – 45
3.2	DAM in de literatuur – 49
3.3	DAM in de praktijk – 54
3.4	Capaciteitsmodel bij statisch ambulancemanagement – 57
3.5	Simulaties – 68
3.5.1	Simulaties met Anylogic® – 68
3.5.2	Simulaties met Optima Predict™ – 69
3.5.3	Simulaties met TIFAR – 73
3.5.4	Conclusies simulaties – 77
3.6	Omgevingsfactoren voor het behalen van een effect van DAM – 79
3.7	Capaciteitsmodel dynamisch ambulancemanagement – 87
<b>4</b>	<b>Capaciteitsmodellering bezettingsgraad besteld vervoer – 91</b>
4.1	Methodologie – 91
4.2	Analyse bezettingsgraad besteld vervoer in de praktijk – 91
4.2.1	Ritselectie – 92
4.2.2	Resultaten – 94
4.2.3	Conclusie en discussie – 97
4.3	Omgevingsfactoren voor het behalen van een bezettingsgraad besteld vervoer – 99
4.4	Capaciteitsmodel bezettingsgraad besteld vervoer – 105
<b>5</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen – 109</b>
5.1	Conclusies – 109
5.2	Aanbevelingen – 113
	<b>Referenties – 115</b>
	<b>Bijlage 1 Samenstelling klankbordgroep – 119</b>
	<b>Bijlage 2 Lijst van afkortingen – 120</b>
	<b>Bijlage 3 Het referentiekader: modellen en uitgangspunten – 121</b>
	<b>Bijlage 4 Waarnemingen van ambulancesnelheden – 127</b>
	<b>Bijlage 5 Verslag van de inventarisatie DAM in de praktijk – 132</b>



## Samenvatting

### **Inleiding en vraagstelling**

#### *Het referentiekader ambulancezorg*

Het 'referentiekader spreiding en beschikbaarheid ambulancezorg' geeft een berekening van het aantal benodigde ambulances om aan de vraag naar ambulancezorg te voldoen. Het referentiekader kent een aantal uitgangspunten en randvoorwaarden, zoals de norm voor de responstijd van spoedeisende inzetten en een bepaalde bezettingsgraad van het ambulancevervoer. Het aantal benodigde ambulances wordt berekend in een *capaciteitsmodel*. Dit model is opgebouwd uit drie deelmodellen: voor spoedeisende ambulancezorg, voor het besteld vervoer en voor borging van de geografische paraatheid. Het referentiekader maakt gebruik van een *spreidingsmodel*, dat aangeeft hoeveel standplaatsen nodig zijn voor een bepaalde dekkingsgraad en wat de locaties van deze standplaatsen zijn.

#### *Rijtijdenmodel voor de spoedeisende ambulancezorg*

Voor het berekenen van de bereikbaarheid gebruikt het RIVM een model voor de rijtijden van ambulances die met spoed (A1-urgentie) rijden. Met dit rijtijdenmodel schatten we de benodigde tijd voor aan ambulance om met spoed van 'A naar B' te rijden. Het rijtijdenmodel is een hulpmiddel om de dekkingsgraad te berekenen aan de hand van een spreiding van standplaatsen. Het rijtijdenmodel wordt niet alleen in het referentiekader gebruikt maar ook in andere bereikbaarheidsanalyses van de acute zorg.

#### *Punten voor verdere ontwikkeling in 2013*

Het referentiekader is voor het eerst opgesteld in 2004. Sindsdien is het driemaal geactualiseerd. In de actualisatie van 2013 kwamen twee discussiepunten naar voren die aanleiding gaven voor nader onderzoek. Dat waren *dynamisch ambulancemanagement* en de *bezettingsgraad van het besteld vervoer*.<sup>1</sup> Geconstateerd was dat de manier waarop deze twee onderwerpen in de modellen van het referentiekader waren uitgewerkt onvoldoende aansloten bij de praktijk.

#### *Dynamisch versus statisch ambulancemanagement*

Een model zonder dynamisch management gaat uit van het inzetten van ambulances vanaf standplaatsen, met één of meer ambulances per standplaats. Na afloop van een inzet gaat de ambulance terug naar de standplaats en wacht daar een volgende inzet af. Bij deze statische manier van inzetten kunnen 'gaten' in de dekking ontstaan wanneer ambulances bezig zijn met een inzet en daarom niet beschikbaar zijn voor een nieuw incident. Deze gaten kunnen worden gedicht door het verplaatsen van beschikbare ambulances. Of actie noodzakelijk is voor een beoogde borging van korte responstijden, behoort bij de strategie

<sup>1</sup> Dynamisch ambulance management is het herpositioneren van beschikbare (vrije) ambulances met als doel de dekking van de ambulances te optimaliseren en korte responstijden te realiseren. De bezettingsgraad van het besteld vervoer is het aandeel van de totale beschikbare tijd waarin ambulances daadwerkelijk bezig zijn met de uitvoering van het besteld vervoer, gerekend vanuit geregistreerde ritopdrachten, zonder wachttijden tussen ritten.

van de ambulancedienst of meldkamer. Het is een managementaspect en wordt daarom dynamisch ambulancemanagement (DAM) genoemd.

#### *Bezettingsgraad in het capaciteitsmodel*

In het capaciteitsmodel van het referentiekader is de bezettingsgraad van het besteld vervoer (B-vervoer) een vast getal, namelijk 2/3. Bij het opstellen van de referentiekaders in 2008 en 2013 is gediscussieerd over deze waarde en hoe deze zich verhoudt met de werkelijkheid. De vraag is toen gesteld hoe hoog de bezettingsgraad zou kunnen zijn wanneer het besteld vervoer meer doelmatig gepland zou kunnen worden – aangenomen dat dit kan. En of het capaciteitsmodel van het referentiekader met een andere modellering van deze bezettingsgraad beter kan aansluiten bij de praktijk.

#### *Vraagstelling*

Het ministerie van VWS heeft het RIVM in 2014 gevraagd te onderzoeken of het mogelijk is om het capaciteitsmodel van het referentiekader op deze twee punten te verfijnen. Daarnaast is gevraagd om een nieuwe versie van het rijtijdenmodel te ontwikkelen, gebaseerd op een actuele meting van snelheden van ambulances. De onderzoeksvragen zijn als volgt geformuleerd:

#### Rijtijdenmodel

1. Wat waren de snelheden van ambulances in de meetperiode in 2014-2015 en waren deze anders dan in de vorige meetperiode in 2010-2011?
2. Benadert het rijtijdenmodel de rijtijden in de praktijk van de ambulancezorg en hoe groot zijn de verschillen tussen model en praktijk?

#### Capaciteitsmodel DAM

3. Op welke manier wordt dynamisch ambulancemanagement in de praktijk gehanteerd en welke factoren spelen een rol in het effectief uitvoeren ervan?
4. Welke modellen voor dynamisch ambulancemanagement worden in de literatuur gevonden?
5. Kan het effect van dynamisch ambulancemanagement op de prestaties van de ambulancezorg kwantitatief uitgedrukt worden?
6. Kan dynamisch ambulancemanagement bijdragen aan betere prestaties in de Nederlandse ambulancezorg?
7. Kan het capaciteitsmodel worden uitgebreid met een model voor dynamisch ambulancemanagement zodat het de werkelijkheid beter benadert?

#### Capaciteitsmodel bezettingsgraad B-vervoer

8. Wat is de bezettingsgraad van het besteld vervoer in de praktijk van de Nederlandse ambulancezorg?
9. Kan de modellering van de bezettingsgraad van het besteld vervoer in het huidige capaciteitsmodel verder ontwikkeld worden zodat het beter aansluit bij de praktijk?

Uitgangspunt voor de te ontwikkelen modelvarianten was het capaciteitsmodel van het referentiekader. Dat betekent dat geen nieuwe modellen zijn ontwikkeld, maar varianten op het bestaande model.

### *Organisatie van het onderzoek*

Het onderzoek kende twee fases. In de eerste fase is een inventarisatie gedaan van dynamisch ambulancemanagement modellen, zowel in de Nederlandse praktijk van de ambulancezorg als in de (wetenschappelijke) literatuur. Ook is in deze fase een analyse gedaan op ritgegevens van besteld vervoer en zijn benodigde gegevens verzameld en analyses gedaan voor het rijtijdenmodel. In de tweede fase zijn simulatiestudies uitgevoerd, is het effect van dynamisch ambulancemanagement geschat en is dit effect in het capaciteitsmodel gebruikt. Ook zijn varianten van het capaciteitsmodel ontwikkeld met een alternatieve modellering van de bezettingsgraad van het besteld vervoer. De tweede fase is begeleid door een klankbordgroep met experts uit de ambulancezorg, zorgverzekeringen en de universiteiten.

### **Rijtijdenmodel**

#### *Data, -verzameling en -bewerking*

In de periode 1 juli 2014 tot en met 30 juni 2015 zijn metingen van ambulancesnelheden gedaan. De gegevens zijn ontleend aan een landelijk informatiesysteem van de Nederlandse ambulancezorg met actuele geografische informatie over de aantallen, status en beschikbaarheid van ambulances.<sup>2</sup> Alle regio's zijn meegenomen in het onderzoek. De gegevensverzameling leverde 3,6 miljoen waarnemingen van snelheden van ambulances die met A1-urgentie onderweg naar een patiënt waren. Waarnemingen waarvan niet met zekerheid het wegtype kon worden vastgesteld zijn verwijderd. Ook onwaarschijnlijke waarnemingen zijn verwijderd, bijvoorbeeld van ambulances die structureel extreem hoge of lage snelheden hadden en waarnemingen met evident foutieve statussen van de ambulance. Grenswaarden van snelheden voor deze exclusies zijn afgestemd met experts in de ambulancezorg. Na deze selecties resteerde een dataset van ruim 1,8 miljoen waarnemingen waarmee de schattingen van gemiddelde snelheden zijn uitgevoerd.

#### *Onderzoeksvraag 1: gemiddelde snelheden van ambulances*

Gemiddelde snelheden zijn geschat voor tien wegtypes, drie regio's (randstad, intermediair en periferie) en drie tijdstippen op de dag (spits, buiten de spits en avond/nacht). Er is onderscheid naar ligging van het wegsegment binnen of buiten de bebouwde kom. Deze klassen worden gehanteerd omdat het rijtijdenmodel hiernaar gespecificeerd is. Tabel 1 geeft de snelheden voor de spitsuren op de dag. De gemiddelde snelheden in de spits zijn in de meeste gevallen lager dan voor de andere tijden op de dag of in de avond/nacht. Het rijtijdenmodel voor de spits geeft daarom in de meeste gevallen de hoogste rijtijden. In de meeste bereikbaarheidsanalyses die door het RIVM worden uitgevoerd wordt gerekend met het rijtijdenmodel voor de spits omdat die een behoudende schatting van de bereikbaarheid geeft.

<sup>2</sup> De status van een ambulance geeft aan of deze vrij is en beschikbaar voor een inzet dan wel bezig is met een inzet. Een inzet van een ambulance wordt ingedeeld naar verschillende fases. Een fase wordt 'status' genoemd. Voorbeelden van een status zijn 'onderweg naar de patiënt', 'ter plaatse' (van het incident) of 'onderweg naar het ziekenhuis'.

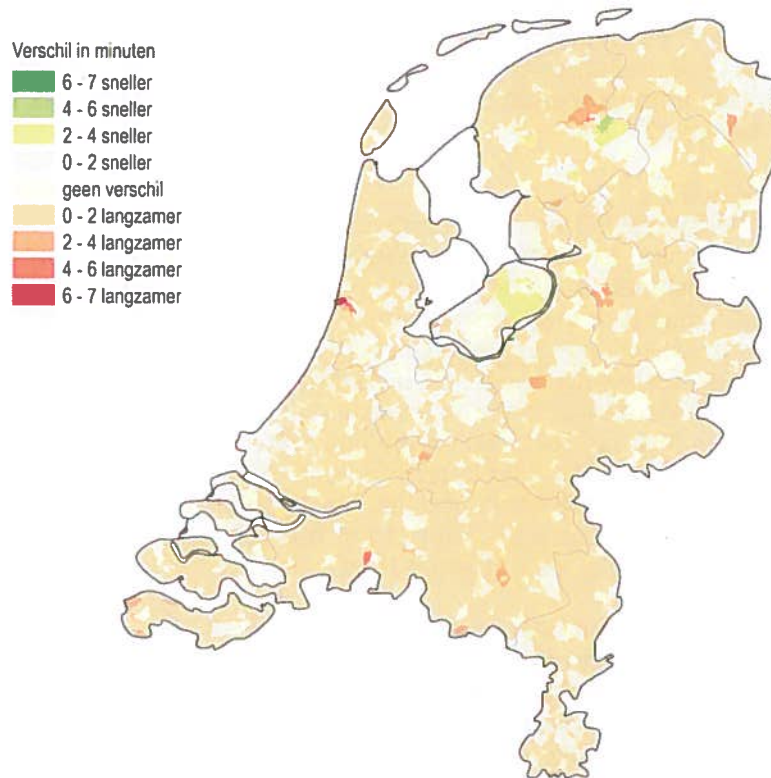
*Vergelijking met het 2013-rijtijdenmodel*

Er zijn verschillen tussen de oude en nieuwe rijtijden modellen. De verschillen tussen het nieuwe rijtijdenmodel en de eerdere versie uit 2013 worden door twee oorzaken verklaard. Ten eerste zijn er verschillen in gemiddelde snelheden per wegtype. Bij 43 van de 60 wegtypes is de gemiddelde snelheid in 2016 hoger dan in 2013. Gemiddeld is in deze gevallen de snelheid in het nieuwe model 6,6% hoger dan in 2013. Voor de 17 wegtypes waarbij de gemiddelde snelheid lager is dan in 2013, was de snelheid 6,6% lager. De tweede oorzaak is gelegen in een andere infrastructuur. Ten opzichte van de vorige meetperiode in 2011-2012 is in het wegennet veranderd waardoor gebieden sneller of juist minder snel te bereiken zijn. Figuur 1 laat zien hoe groot de verschillen zijn tussen het nieuwe rijtijdenmodel en het model uit 2013. Deze kaart vergelijkt rijtijden vanaf een standplaats naar een adres, op vierposities postcode. Voor elk adres is alleen de standplaats met de kortste rijtijd geselecteerd.

*Tabel 1: Gemiddelde snelheid per wegtype in de spits, op basis van de meetperiode 2014-2015 (km/u).*

Wegtype	Regiosoort		
	Randstad	Intermediair Buiten bebouwde kom	Periferie
Snelweg	106	101	119
100 km/u snelweg	94	107	106
Grote N-weg	80	80	99
Kleine N-weg	82	84	92
Hoofdweg	69	71	77
Doorgaande weg	56	57	62
Straat	43	43	44
Voetgangersgebied	27	25	27
Onbekend	43	44	46
Busbaan	70	70	69
	<i>Binnen bebouwde kom</i>		
Snelweg	90	95	104
100 km/u snelweg	78	98	106 <sup>(1)</sup>
Grote N-weg	74	70	75
Kleine N-weg	66	70	73
Hoofdweg	60	59	64
Doorgaande weg	49	47	52
Straat	31	32	36
Voetgangersgebied	27	20	28
Onbekend	23	27	31
Busbaan	52	55	72

1: Voor het schatten van de gemiddelde snelheid voor 100 km/u snelweg in de periferie binnen de bebouwde kom waren onvoldoende waarnemingen, daarom is de snelheid van buiten de bebouwde kom gehanteerd.



*Figuur 1: Vergelijking tussen rijtijden vanaf dichtstbijzijnde ambulancestandplaats: verschil tussen het 2016- en 2013-rijtijdenmodel.*

#### *Onderzoeksvraag 2: evaluatie van het rijtijdenmodel*

In de evaluatie van het model is nagegaan in hoeverre de modeluitkomsten de werkelijke rijtijden benaderen. Hiervoor was een constructie van werkelijke rijtijden nodig, omdat de metingen uit het eerder genoemde landelijke systeem zogenaamde 'puntwaarnemingen' van *snelheden* zijn, en niet, zoals benodigd de *rijtijden*. Deze rijtijden zijn geconstrueerd uit de data. Voor de evaluatie is uitgegaan van het rijtijdenmodel voor de spits, omdat dit het meest gebruikte model is. Het rijtijdenmodel is over het algemeen iets behoudend in vergelijking met de werkelijke rijtijden. Dat betekent dat de rijtijden van het rijtijdenmodel iets langer zijn dan de werkelijke rijtijden. Over het geheel is het model 6 secondes langer. Het behoudende karakter van het model neemt toe met langere trajecten. De grote variatie in de waarnemingen geeft aanleiding tot brede betrouwbaarheidsintervallen de modelrijtijden.

#### **Capaciteitsmodellering dynamisch ambulancemanagement**

De onderzoeksvragen voor dit onderdeel waren de volgende:

3. Op welke manier wordt dynamisch ambulancemanagement in de praktijk gehanteerd en welke factoren spelen een rol in het effectief uitvoeren ervan?
4. Welke modellen voor dynamisch ambulancemanagement worden in de literatuur gevonden?

5. Kan het effect van dynamisch ambulancemanagement op de prestaties van de ambulancezorg kwantitatief uitgedrukt worden?
6. Kan dynamisch ambulancemanagement bijdragen aan betere prestaties in de Nederlandse ambulancezorg?
7. Kan het capaciteitsmodel worden uitgebreid met een model voor dynamisch ambulancemanagement zodat het de werkelijkheid beter benadert?

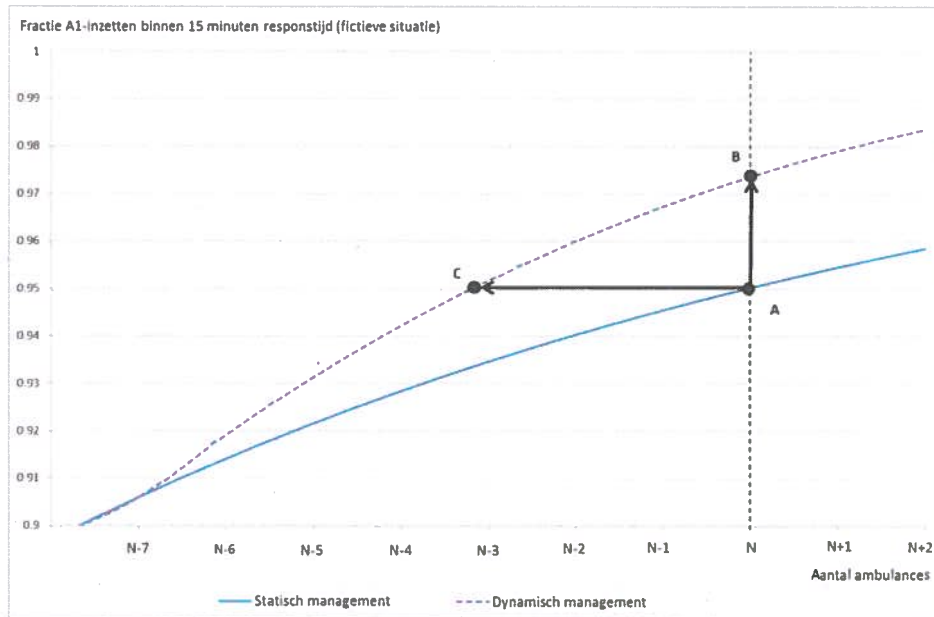
#### *Onderzoeksmethodiek*

Om de onderzoeksvragen 3 en 4 te beantwoorden zijn twee inventarisaties gedaan. In de eerste inventarisatie zijn interviews gedaan met professionals in de ambulancezorg en meldkamers over de manier waarop dynamisch management in de praktijk wordt toegepast. De tweede inventarisatie was een literatuurstudie naar modellen voor dynamisch ambulancemanagement. De inventarisatie van dynamisch ambulancemanagement in de praktijk leverde naast een overzicht van methodes ook een lijst van factoren op die een effectief dynamisch management bemoeilijken of juist beter mogelijk maken. Voorbeelden van deze factoren zijn de dichtheid van het wegennetwerk en de soort regiogrens. Regio's grenzend aan water of het buitenland hebben minder mogelijkheden voor een effectief DAM.

Voor de beantwoording van onderzoeksvragen 5, 6 en 7 zijn simulatiemodellen gebruikt om het effect van dynamisch ambulancemanagement te schatten en zijn modelvarianten van het capaciteitsmodel van het referentiekader ontwikkeld. Met de simulatiemodellen zijn simulaties uitgevoerd van de ambulancezorg met en zonder dynamisch ambulancemanagement. Dit is gedaan voor verschillende regio's en verschillende DAM-methodes. Als indicator voor het presteren van de ambulancezorg is gehanteerd het aantal spoedeisende inzetten met A1-urgentie dat binnen 15 minuten responstijd is gerealiseerd. De simulaties geven inzicht in het effect van dynamisch ambulancemanagement, dit effect is gebruikt in de varianten van het capaciteitsmodel.

Bij de uitwerking van de varianten is gebruik gemaakt van de lijst uit de eerste inventarisatie van factoren die een effectief dynamisch management bemoeilijken of juist beter mogelijk maken. Deze factoren zijn gekwantificeerd en gebruikt om de regio's in te delen in klassen met meer of minder gunstige DAM-omstandigheden. De klassen bepalen in welke mate een DAM-effect behaald kan worden. Het idee van deze uitwerking is geschetst in figuur 2. In de figuur is het aantal ambulances  $N$  waarmee een prestatie gehaald kan worden afhankelijk van de regio. Een grote regio met veel inwoners heeft meer ambulances dan een kleine regio met weinig inwoners.





Figuur 2: Schets van het verschil tussen statisch en dynamisch ambulancemanagement: prestatie als functie van het aantal ambulances.

De figuur beeldt uit dat bij statisch management de situatie in punt A wordt gerealiseerd: er is capaciteit ( $N$  ambulances) en de 95%-norm, het percentage ritten binnen de responstijdnorm, wordt gehaald. Onder dynamisch management kan een betere prestatie worden gehaald, langs de lijn AB. Een andere zienswijze is dat met minder ambulances een gelijke prestatie kan worden gehaald, langs de lijn AC. In hoeverre een regio de winst onder DAM kan realiseren hangt af van de factoren die DAM bemoeilijken of beter mogelijk maken. In de uitwerking van de modelvarianten is dit geoperationaliseerd in de klassen waarin de regio's zijn ingedeeld.

### Onderzoeksvraag 3: DAM in de praktijk

Voor een effectief dynamisch ambulancemanagement zijn er twee organisatorisch noodzakelijke voorwaarden, een technische en een personele. Op technisch gebied moet er informatie beschikbaar zijn over de locaties en statussen van alle ambulances in de regio en er moet een algoritme zijn voor het verplaatsen van de ambulances. Op het personele vlak moet er voldoende motivatie zijn bij de teams voor de voertuigverplaatsingen en er moeten voldoende vaardigheden bij de meldkamer zijn om het dynamisch management te regisseren. In interviews met betrokkenen van tien meldkamers en regionale ambulance voorzieningen (RAV's) in Nederland in de periode 2014-2015 is gevraagd naar de manier waarop DAM wordt toegepast en hun ervaringen met randvoorwaarden en uitgangspunten voor een effectief dynamisch management. De volgende punten geven de belangrijkste bevindingen:

- Alle geïnterviewde regio's passen een vorm van dynamisch management toe, de manier waarop en de tijden waarop dit gebeurt verschilt. Zo werken sommige regio's 's nachts niet met dynamisch management.

- Ambulances worden verplaatst na een verandering van het aantal vrije ambulances, vaak met een beperking van het aantal voertuigbewegingen bijvoorbeeld in verband met paraatheidsroosters.
- In de meeste gevallen wordt gewerkt met een (vooraf bepaalde) locatie-tabel die, bij verschillende aantallen vrije ambulances, aangeeft waar ambulances het beste geplaatst kunnen worden. Eén van de tien geïnterviewde meldkamers werkte met een real-time systeem.
- Er is interactie met het besteld vervoer: ambulances uit het B-vervoer worden gebruikt in het dynamisch managen van de ambulances voor het spoedvervoer. De aanwezigheid van een of meer grote (academische) ziekenhuizen maakt dat er meer ambulances uit het B-vervoer beschikbaar komen voor dynamisch management.
- Burenhulp, waarbij assistentie en dekking gevraagd wordt van een buur-regio, wordt door veel regio's gezien als een belangrijk onderdeel van dynamisch management.
- Het samengaan van meldkamers heeft een positief effect gehad op het dynamisch management van ambulances.

#### *Onderzoeksvraag 4: DAM-modellen in de literatuur*

Management van ambulances is – in de context van statisch en dynamisch ambulancemanagement – gebaseerd op twee onderwerpen: spreiding en beschikbaarheid. Een goede spreiding van ambulances is een eerste vereiste voor korte responstijden, het beschikbaar hebben van voldoende ambulances is een tweede vereiste, en minstens zo belangrijk. De vroege publicaties van modellen voor de spreiding van standplaatsen dateren uit begin jaren '70 van de vorige eeuw. Deze eerste modellen hadden betrekking op een statisch en deterministisch locatieprobleem. Deze modellen waren bruikbaar voor het plannen van een dekkingsprobleem met een aantal voertuigen maar gingen voorbij aan het feit dat in de vraag naar ambulancezorg in bepaalde zin een 'toevallige' gebeurtenis is. Daarom is de bezettingsgraad van een ambulance afhankelijk van deze toevallige gebeurtenissen en kent dan ook een variatie. Modellen waarin de spreiding en beschikbaarheid integraal worden benaderd, rekening houdend met de variatie in beschikbaarheid, zijn de afgelopen 25 jaar sterk ontwikkeld en het aantal modellen neemt toe in de tijd. Deze toename gaat gelijk op met de ontwikkeling van informatietechnologie en het gebruik van GPS en AVLS. De afgelopen vijftien jaar zijn diverse dynamische modellen gepubliceerd. In deze modellen worden optimale locaties van beschikbare ambulances gedurende de dag herhaaldelijk bepaald. Een van de veel gebruikte technieken hierbij is dynamisch programmeren. Deze techniek is in principe erg exact omdat het informatie van de toestand van het gehele systeem meeneemt, het houdt rekening met de statussen van alle ambulances. Maar dit schept tegelijkertijd beperkingen omdat de optimale oplossing gezocht moet worden in een erg grote oplossingsruimte. Met de toenemende rekenkracht komen wel steeds meer oplossingsmethoden voor dynamische programmeren binnen bereik en er komen nieuwe softwaresystemen beschikbaar die gebruik maken van deze methoden.

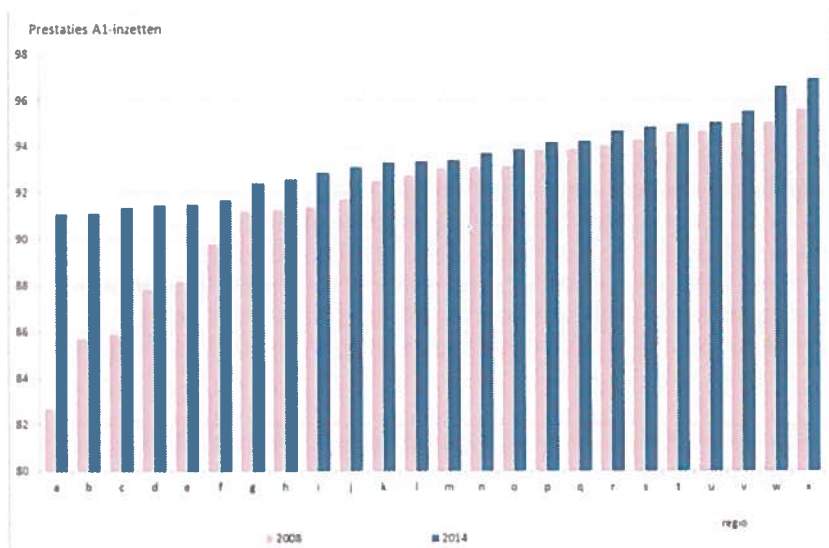
De modellen uit de literatuur hebben hun weg gevonden naar de praktijk. Locatiemodellen worden toegepast om inzicht te krijgen in de dekking van ambulances, het gebied dat door de ambulances binnen bepaalde rijtijd kan worden bereikt. Ook worden optimalisatiemodellen gebruikt voor het bepalen van locaties in zogenaamde 'schuiftabellen'. Deze tabellen beschrijven de locaties voor ambulances in geval er beperkte aantallen ambulances beschikbaar zijn. Recentelijk zijn modellen voor dynamisch ambulancemanagement uitgewerkt in real-time software systemen op de meldkamer ambulancezorg. Locatiemodellen zijn ook gebruikt voor analyses van de Nederlandse ambulancezorg en voor verkenning van de mogelijkheden voor het verder verbeteren van het referentiekader (Kommer en Zwakhals, 2013).

*Onderzoeksvraag 5: Kwantificering van het effect van dynamisch ambulancemanagement*

Het kwantitatief effect van DAM is geschat met behulp van simulaties. Met twee verschillende simulatiepakketten zijn voor zes regio's simulaties van statisch en dynamisch management gedaan. Er is voor elke regio een serie simulaties uitgevoerd, met een olopend aantal ambulances. Deze series zijn zowel onder statisch als dynamisch management doorgerekend. De resultaten van de simulaties zijn indicatief voor het effect van dynamisch management maar hangen af van een aantal factoren. De belangrijkste zijn:

- De uitgangspunten van de simulaties bij statisch management en de initiële spreiding van ambulances over de regio zijn in sterke mate bepalend voor de uitkomsten van de simulaties. De simulaties van dynamisch management bouwen voort op de statische variant. Het verschil is alleen het managen van de ambulances. Daarom hangen de resultaten van de simulaties van dynamisch management ook af van de initiële configuratie.
- Het gehanteerde DAM-algoritme is mede bepalend voor het behaalde effect.
- De simulaties zijn een simplificatie van de werkelijkheid. Zo zijn de meld- en uitruktijd buiten de analyses gehouden en zijn simulaties alleen voor de dagperiode uitgevoerd. In de praktijk zijn prestaties ook afhankelijk van deze intervallen en van inzetten in de avond en nacht.
- In de simulaties zijn de prestaties sterk afhankelijk van het aantal ingezette ambulances. Bij een te laag aantal ambulances is het niet mogelijk om goede prestaties te halen en is er geen verschil tussen statisch en dynamisch management.

Gegeven bovenstaande onzekerheden kan niet eenduidig worden geconcludeerd hoe groot de prestatieverbetering van dynamisch ambulance management is, maar het is altijd een positief effect. Het effect is onzeker en verschilt per regio. Het is afhankelijk van het aantal beschikbare ambulances en van het gehanteerde DAM-algoritme. In de uitwerking van de modelvarianten is uitgegaan van een maximaal DAM-effect van twee ambulances. Dit aantal is gehanteerd bij regio's met positieve factoren voor het behalen van een effect van DAM.



*Figuur 3: Vergelijking van de prestaties in 2008 en 2014: aantal inzetten A1-urgentie binnen 15 minuten responstijd per regio (%). De regio-aanduiding is met letters aangegeven om een associatie met de reguliere nummering te voorkomen. Een regio 'x' in 2008 correspondeert niet noodzakelijk met regio 'x' in 2014.*

#### **Onderzoeksvraag 6: Kan dynamisch ambulancemanagement bijdragen aan betere prestaties in de Nederlandse ambulancezorg?**

De inventarisatie van DAM in de praktijk liet zien dat dynamisch management structureel door alle regio's wordt toegepast. Er zijn verschillen tussen de regio's, afhankelijk van onder andere de mate van stedelijkheid en de infrastructuur, en er zijn verschillen in de gehanteerde modellen. Er zijn geen onderzoeken bekend waarin is nagegaan of DAM een bijdrage levert aan betere prestaties. Wel is het aannemelijk dat er een bijdrage is omdat een adequaat DAM erop gericht is om korte responstijden te realiseren. Uit de inventarisatie kwam naar voren dat de regio's meer en meer bewust zijn geworden van het belang goed ambulancemanagement om goede prestaties te behalen. Daarom is voor dit onderzoek een analyse van de ontwikkeling van prestaties in de tijd gemaakt.

#### **Ontwikkeling van prestaties in de tijd**

Figuur 3 laat de prestaties in de periode 2008-2014 zien. We zien het percentage inzetten met A1-urgentie dat binnen 15 minuten responstijd is gerealiseerd. Uit deze figuur kan niet afgelezen worden of een bepaalde regio beter is gaan presteren omdat de staven van het diagram niet corresponderen met een regio. In vergelijking met 2008 zijn de prestaties in 2014 beter. Deels komt dit door betere registraties, deels door beter (dynamisch ambulance-)management en deels door meer ambulances op de weg. Ofschoon het effect van DAM niet in detail is gekwantificeerd is het wel aannemelijk dat DAM een bijdrage levert aan de prestaties in de ambulancezorg.

*Onderzoeksvraag 7: Kan het capaciteitsmodel worden uitgebreid met een model voor dynamisch ambulancemanagement zodat het de werkelijkheid beter benadert?*

Beantwoording van deze onderzoeksvraag valt uiteen in een aantal stappen. Als eerste beoordelen we of het huidige capaciteitsmodel de situatie bij statisch management benadert en in hoeverre het geschikt is om uit te breiden met een DAM-variant. Vervolgens bespreken we de DAM-variant en de voor- en nadelen van de nieuwe modelvariant. Bij de uitwerking maken we gebruik van de lijst van factoren die een effect van DAM positief dan wel negatief beïnvloeden.

*Stap 1: Capaciteitsmodel bij statisch ambulancemanagement*

Uitgangspunt van de modelontwikkeling is het capaciteitsmodel van het referentiekader-2013. Aanneمة is dat dit model voor elke RAV voldoende capaciteit berekent om bij statisch ambulancemanagement zodat 95% van de spoedeisende inzetten binnen de normtijd kan worden verzorgd. Grafisch gezien is dit de situatie in punt A in figuur 2. We gaan na in hoeverre het model voldoet aan deze aanname.

Het onderzoek levert de volgende bevindingen:

- In het capaciteitsmodel van het referentiekader wordt capaciteit voor spoedvervoer op RAV-niveau berekend, extra capaciteit voor borging van de paraatheid wordt toegevoegd en er vindt een verrekening van restcapaciteit plaats. Deze getrapte berekeningswijze in drie deelmodellen benadert statisch management op een impliciete manier, het is een grove benadering van statisch management.
- De berekeningswijze en uitgangspunten van de deelmodellen voor spoedvervoer en voor besteld vervoer zijn voor alle regio's gelijk. Voor het deelmodel voor geografische paraatheid zijn er wel verschillen tussen de regio's. Dit komt door het spreidingsmodel dat wordt gehanteerd. Het spreidingsmodel is zo dat in elke regio minstens 97% van de inwoners binnen 12 minuten rijtijd vanaf een standplaats kan worden bereikt. Verschillen zijn er in de mate van 'dubbele' en 'driedubbele' dekking, uitgedrukt als het aantal inwoners dat binnen 12 minuten rijtijd vanuit twee of drie standplaatsen kan worden aangereden. De ene regio heeft meer overlap tussen standplaatsen dan de andere regio. Een hoge dubbele en driedubbele dekking is een positieve factor voor een effectief dynamisch management. Weliswaar zijn de uitgangspunten van het geografisch deelmodel voor statisch ambulancemanagement voor alle regio's gelijk, maar door de verschillen in dubbele en driedubbele dekking zijn de uitgangspunten voor een uitwerking voor dynamisch ambulancemanagement niet gelijk.
- Er is geen directe relatie tussen de prestatienorm uit de praktijk en de berekende capaciteit omdat het model niet rekent met de kans dat een inzet binnen 15 minuten responstijd wordt verzorgd. In het model voor het spoedvervoer wordt berekend hoeveel ambulances beschikbaar moeten zijn om in 95% van de gevallen een ambulance beschikbaar te hebben. Dat is wat anders dan het realiseren van een responstijd van minder dan 15 minuten.



- *De vorm van een regio.* Een ronde, compacte vorm van een regio biedt meer mogelijkheden om ambulances snel door de eigen regio te verplaatsen dan een langwerpige regio.
- *De mate van overlap van standplaatsen.* In een regio met veel overlap tussen standplaatsen is er meer keuzevrijheid om een ambulance in te zetten omdat er in de gebieden met dubbele dekking meer ambulances binnen de twaalf minuten rijtijd kunnen arriveren.
- *Oppervlakte van de regio.* In Nederland hebben de regio's met een groot oppervlakte relatief veel plattelandsgebied en is de bevolking gespreid. Dit maakt het realiseren van dynamisch management moeilijker.
- *Lengte van het wegennet.* Een regio met een dicht wegennetwerk heeft meer mogelijkheden om ambulances door de regio te verplaatsen bij dynamisch ambulance management.
- *Aantal spoedritten.* Bij een gelijk aantal ambulances, en bij gelijke regiokenmerken, hebben de ambulances van een regio met een hoog aantal spoedritten hoge bezettingsgraden. Daardoor zijn er minder vrije ambulances dan in de regio met een laag aantal spoedritten. Minder vrije ambulances biedt minder mogelijkheden voor dynamisch management.

Aan de hand van deze factoren zijn regio's ingedeeld in vier *clusters*, met vergelijkbare kenmerken. De clusters delen de regio's in naar oplopende gunstige factoren voor een effectief gebruik van dynamisch management. Het eerste cluster heeft regio's met ongunstige factoren, het vierde cluster heeft regio's met gunstige factoren. De factoren zijn goed te gebruiken in de clusteranalyse en geven een intuïtieve klasse-indeling die gebruikt kan worden in de modellering.

### *Stap 3: Capaciteitsmodel met DAM*

Er is een variant van het capaciteitsmodel van het referentiekader geconstrueerd waarbij de berekeningen in het geografisch deelmodel zijn aangepast om rekening te houden met de opbrengsten van dynamisch ambulancemanagement. In de kwantitatieve uitwerking is uitgegaan van het referentiekader-2013, met productiegegevens over 2012. Op basis van de uitkomsten van de simulaties naar het effect van DAM, is bij de uitwerking uitgegaan van een maximaal DAM-effect van 2 ambulances. Dat wil zeggen dat aangenomen is dat de prestatienorm met 2 ambulances minder kan worden bereikt wanneer het maximale effect van DAM wordt gerealiseerd. De mate waarin een regio het maximale effect kan realiseren hangt af van het cluster waarin het is ingedeeld. Regio's in het eerste cluster hebben geen effect van DAM. Doorrekening van het model laat zien dat in vergelijking met de 588 ambulances van het referentiekader-2013 in deze DAM-modelvariant 17 ambulances minder worden berekend, uitgaande van werkdagen overdag (8-16 uur). De 'minimum'-variant die tot 2013 in het referentiekader werd gehanteerd, verschilde 82 ambulances met het referentiekader-2013.

Concluderend wordt op de zevende onderzoeksvraag geantwoord dat het mogelijk is om het capaciteitsmodel uit te breiden tot een model voor dynamisch ambulancemanagement. Hierbij is rekening gehouden met factoren die het effect van DAM positief beïnvloeden. Wel zijn er

kanttekeningen bij de onderbouwing van een aantal keuzes in de modellering.

### **Capaciteitsmodel bezettingsgraad B-vervoer**

De onderzoeksvragen voor het modelleren van het besteld vervoer in het capaciteitsmodel waren de volgende:

8. Wat is de bezettingsgraad van het besteld vervoer in de praktijk van de Nederlandse ambulancezorg?
9. Kan de modellering van de bezettingsgraad van het besteld vervoer in het huidige capaciteitsmodel verder ontwikkeld worden zodat het beter aansluit bij de praktijk?

### *Methodiek*

Het onderzoek hiernaar kende twee delen. In het eerste deel is een analyse gedaan van ritstatistieken en is een schatting gemaakt van de werkelijke bezettingsgraad van het B-vervoer. In het tweede deel is een variant van het capaciteitsmodel geconstrueerd met een differentiatie van de bezettingsgraad. In deze differentiatie hangt voor een regio de hoogte van de bezettingsgraad af van een aantal factoren. Ook wordt verondersteld dat een hoge bezettingsgraad op een deel van de productie gehaald kan worden.

Voor de analyse zijn gegevens over 2013 geselecteerd van zeven regio's. In totaal verzorgden deze regio's een derde van de totale productie aan besteld vervoer in 2013. Op deze gegevens is een nadere selectie gedaan: alleen gegevens van zorgambulances zijn in de berekening van de bezettingsgraad meegenomen. Cijfers van ALS-ambulances die B-vervoer verzorgden konden niet worden geanalyseerd omdat deze ambulances in veel gevallen zowel spoed als besteld vervoer verzorgen. Een zuivere berekening van de bezettingsgraad voor het B-vervoer is dan niet mogelijk. Het aandeel van de zorgambulance in het besteld vervoer in de zeven regio's was 0,38 (variatie 0,12-0,53).

### *Onderzoeksvraag 8: Bezettingsgraad van het besteld vervoer in de praktijk van de Nederlandse ambulancezorg.*

De bezettingsgraad van zorgambulances in 2013 van de zeven regio's varieert tussen 0,82 en 0,33. De bezettingsgraad van zorgambulances is niet zonder meer te generaliseren naar al het besteld vervoer. De mate van complexiteit van de zorgvraag bepaalt of een inzet door een zorgambulance kan worden uitgevoerd. Hoog complex vervoer moet door een ALS-ambulance worden verzorgd. Dit soort vervoer is minder makkelijk te plannen en te roosteren dan laag complex vervoer. Door de regio's is aangegeven dat een deel van de aanvragen voor besteld vervoer op ad-hoc basis gebeurt en daardoor niet goed te plannen is. Pogingen om de aanvragen door ziekenhuizen en specialisten van besteld vervoer beter planbaar te maken hebben tot nu toe in de meeste regio's weinig effect gehad. De spreiding en het aanbod van ziekenhuizen heeft een effect op de bezettingsgraad. De aanwezigheid in de regio van academische ziekenhuizen of van grote ziekenhuizen leidt tot meer vraag naar besteld vervoer, met als gevolg meer mogelijkheden voor een hoge bezettingsgraad.



*Onderzoeksvraag 9: Kan de modellering van de bezettingsgraad van het besteld vervoer in het huidige capaciteitsmodel verder ontwikkeld worden zodat het beter aansluit bij de praktijk?*

Beantwoording van deze onderzoeksvraag valt uiteen in twee stappen. Als eerste zijn factoren geïdentificeerd een hoge bezettingsgraad in het besteld vervoer mogelijk maken. In de tweede stap is een modelvariant uitgewerkt waarbij een gedifferentieerde bezettingsgraad is gehanteerd.

*Omgevingsfactoren die een hoge bezettingsgraad mogelijk maken*

Door de regio's zijn factoren genoemd die het behalen van een hoge bezettingsgraad beïnvloeden. Deze zijn besproken met de klankbordgroep en een aantal belangrijk geachte factoren is geselecteerd en meegenomen in de modellering. Het gaat om de volgende factoren:

- *Aantal inzetten.* Een regio met een hoge productie heeft een relatief groot wagenpark. Bij de uitvoering van besteld vervoer is interactie met het spoedvervoer mogelijk.
- *Gemiddelde ritduur van het besteld vervoer.* Een lage gemiddelde ritduur van het besteld vervoer wijst op relatief korte afstanden van het besteld vervoer. Dat betekent dat de ambulances relatief snel weer beschikbaar zijn voor een volgende inzet, en dat het afhaal- of brengadres van de volgende inzet waarschijnlijk niet ver weg is.
- *Aantal ziekenhuisbedden gedifferentieerd naar soort ziekenhuis.* Een regio met veel ziekenhuisbedden heeft naar verwachting meer besteld vervoer dan een regio met weinig bedden. Academische ziekenhuizen en topklinische ziekenhuizen hebben bovendien meer patiënten met complexe ziektebeelden en daardoor meer besteld vervoer.

Aan de hand van deze factoren zijn regio's ingedeeld in vier *clusters* met vergelijkbare kenmerken. De clusters delen de regio's in naar oplopende gunstige factoren voor het behalen van een hoge bezettingsgraad voor het besteld vervoer. Het eerste cluster heeft regio's, en eilanden, met ongunstige factoren, het vierde cluster heeft regio's met gunstige factoren. De factoren lijken een goed hulpmiddel in de modellering en de indeling in klassen is intuïtief.

*Capaciteitsmodel met gedifferentieerde bezettingsgraad*

Bij het uitwerken van de variant van het capaciteitsmodel dat beter aansluit bij de werkelijke bezettingsgraad van het B-vervoer zijn twee aannames gedaan. De eerste is dat een hoge bezettingsgraad alleen op een bepaald deel van het besteld vervoer kan worden gerealiseerd. Gedachte hierachter is dat dit het aandeel laag-complex besteld vervoer is. Deze aanname geldt alleen voor die regio's die gunstige factoren hebben voor het realiseren van een hoge bezettingsgraad: de regio's in de klassen drie en vier van de clusterindeling. In het uitgewerkte rekenvoorbeeld is ervan uitgegaan dat 38% van de productie van het besteld vervoer gedaan kan worden met een hoge bezettingsgraad. De tweede aanname betreft de bezettingsgraad zelf. Hiervoor worden twee cijfers gehanteerd: een hoge bezettingsgraad van 80% en een lage van 67%. De resultaten van deze modelvariant met gedifferentieerde bezettingsgraad laten zien dat er tien ambulances minder nodig zijn in vergelijking met de 588 ambulances van het referentiekader-2013. Er is

een variatie-analyse uitgevoerd waarbij de productie van het besteld vervoer met 10% is veranderd. Een daling van de productie met 10% leidt tot 25 ambulances minder, in vergelijking met het referentiekader-2013, een productiestijging van 10% leidt tot 21 ambulances meer.

### **Conclusies en discussie**

Op basis van de bevindingen van het onderzoek worden de volgende conclusies getrokken.

#### *Rijtijdenmodel*

1. Ten opzichte van 2010-2011 hadden ambulances in 2014-2015 gemiddeld gezien iets lagere snelheden. Als gevolg van de lagere gemiddelde snelheden zijn de *rijtijden* van het nieuwe rijtijdenmodel in veel gevallen hoger dan in het 2013-model.
2. De evaluatie van het model wijst uit dat, ondanks de grote variatie in de waargenomen rijtijden, het model de gerealiseerde rijtijden benadert. De mate van benadering is afhankelijk van de lengte van het traject, ook zijn er verschillen tussen de regio's. De evaluatie van het model werd bemoeilijkt doordat rijtijden moesten worden geconstrueerd uit de waarnemingen. De geconstrueerde rijtijden hadden een zeer grote variatie. Door deze variatie zijn de betrouwbaarheidsintervallen relatief groot. Het model is iets behoudend, in de zin dat in de werkelijkheid, in veel gevallen, trajecten sneller werden afgelegd dan het model berekent (gemiddeld 6 secondes). De beste benadering wordt geleverd voor trajecten met een rijtijd tussen vijf en tien minuten.

#### *Dynamisch ambulancemanagement*

3. Alle regio's passen op een bepaalde manier dynamisch ambulancemanagement toe. De wijze waarop dit gebeurt en de doelstelling die bij de uitvoering gehanteerd wordt verschillen per regio. In interviews hebben regio's aangegeven dat de opbrengst van dynamisch management, in termen van kortere responstijden, afhangt van een aantal (omgevings-)factoren. Genoemd zijn het aantal, soort en de locaties van ziekenhuizen, geografische kenmerken van de regio en de dichtheid van de infrastructuur.
4. De modellen in de wetenschappelijke literatuur hebben de afgelopen decennia een grote ontwikkeling doorgemaakt door het beschikbaar komen van meer rekenkracht en gedetailleerde geografische (GPS) informatie. Het is nu mogelijk om meer complexe algoritmes door te rekenen die bovendien ook rekening kunnen houden met de beschikbaarheid van de ambulances en de veranderingen van de status van de ambulances. De aanwezigheid van transponders in ambulances, gebruikt voor het doorgeven van GPS-informatie, biedt voor deze algoritmes veel gedetailleerde geografische informatie.
5. De simulaties van de ambulancezorg onder statisch en dynamisch management wijzen uit dat dynamisch management een positief effect kan hebben op de prestaties. De grootte van het effect hangt af van onder andere het algoritme voor dynamisch management, het aantal beschikbare ambulances en de mate van stedelijkheid van de regio. Er is een bovengrens voor de te

behalen prestaties: de prestatiecurve vlakkt sterk af bij een toenemend aantal ambulances en het effect van dynamisch management ten opzichte van statisch management wordt kleiner. De hoogte van de bovengrens verschilt per regio en is afhankelijk van regionale kenmerken zoals bevolkingsdichtheid en -spreiding, verkeersinfrastructuur, zorgvoorzieningen en vorm van de regio. De grootte van het effect van dynamisch management is op basis van de simulaties niet eenduidig voor alle regio's vast te stellen.

6. Dynamisch ambulancemanagement wordt op dit moment in alle regio's in bepaalde vorm toegepast en draagt al bij in de huidige prestaties in de ambulancezorg. Een schatting van de prestaties van de ambulancezorg bij statisch management of bijdrage van dynamisch management is daarom niet te geven.
7. Het huidige capaciteitsmodel van het referentiekader kan worden uitgebreid met een deel dat dynamisch ambulancemanagement simuleert. De nu ontwikkelde modeluitbreiding voor dynamisch management gaat uit van een tweetal beleidskeuzes:
  - a. een maximaal effect van dynamisch management;
  - b. een differentiatie van dit effect naar verschillende klassen van regio's, op basis van omgevingskenmerken.

Model-technisch gezien kan het effect van dynamisch ambulancemanagement gebruikt worden voor een te behalen efficiency: in regio's waar de prestatienorm wordt behaald kan dat dan met minder ambulances (malus-model). Andersom rekenend kan het effect gebruikt worden om de prestatienorm te verhogen tot de vereiste 95% (bonus-model). Een mix van een bonus-malus model is ook mogelijk om zo bepaalde herverdelingen toe te passen.

#### *Bezettingsgraad B-vervoer*

8. In dit onderzoek is een beperkte analyse van de bezettingsgraad gedaan. Er is alleen naar de bezettingsgraad van zorgambulances gekeken. Op basis van een analyse van ritgegevens van zeven regio's over 2013 varieert de bezettingsgraad van zorgambulances tussen 30% en 90%. Er zijn grote verschillen tussen regio's en binnen een regio verschilt de bezettingsgraad per dag van de week. De analyse werd beperkt door onvolledige informatie over het werkelijke paraatheidsrooster van de zorgambulances. Door de regio's is aangetekend dat het behalen van een hoge bezettingsgraad afhangt van een aantal factoren, zoals het aantal en soort ziekenhuizen in de regio.
9. Het huidige capaciteitsmodel van het referentiekader kan worden uitgebreid met een gedifferentieerde bezettingsgraad van het besteld vervoer. De hier ontwikkelde modeluitbreiding voor een gedifferentieerde bezettingsgraad van het besteld vervoer gaat uit van een drietal beleidskeuzes:
  - a. een maximaal te behalen bezettingsgraad van het besteld vervoer;
  - b. een aandeel van het volume van het besteld vervoer waarop de maximaal te behalen bezettingsgraad kan worden behaald;
  - c. een differentiatie van deze twee keuzes naar verschillende klassen van regio's, op basis van omgevingskenmerken.

## **Aanbevelingen**

### *Rijtijdenmodel*

Het actualiseren van het rijtijdenmodel is tot nu toe een vierjaarlijks proces dat gepaard gaat met het verzamelen van zeer veel data. Het verdient aanbeveling om een meer continue proces in te richten waarbij de actualisatie niet eens in de vier jaar met een grote dataset gebeurt, maar jaarlijks op basis van een kleinere dataset. De kleinere dataset kan bestaan uit een steekproef van metingen van snelheden in een beperkt aantal regio's. Deze kleine dataset kan worden toegevoegd aan de bestaande grotere set. Schattingen van gemiddelde snelheden kunnen worden geactualiseerd met nieuwe waarnemingen. Een meer frequente actualisatie van het rijtijdenmodel leidt tot het 'meer geleidelijk' volgen van de veranderingen in de snelheden op de weg.

### *Capaciteitsmodel referentiekader*

Het huidige capaciteitsmodel van het referentiekader kan worden aangepast en uitgebreid om aan te sluiten bij het principe van dynamisch ambulancemanagement en om een gedifferentieerde berekening van het besteld vervoer te hanteren. In dit onderzoek zijn hiervoor methodieken en bouwstenen aangegeven. Voordat deze nieuwe modelvariant in gebruik worden genomen, zijn drie zaken van belang.

1. Ten eerste zou het huidige capaciteitsmodel, verbeterd kunnen worden om regio's gelijke uitgangspunten te bieden om effectief dynamisch ambulancemanagement toe te passen. Het gaat dan om het gelijktrekken van de dubbele en driedubbele dekking in het spreidingsmodel van het referentiekader. Een bepaalde mate van overlap van dekking van standplaatsen is namelijk een noodzakelijke voorwaarde voor een effectief dynamisch management.
2. Ten tweede is meer inzicht nodig in de huidige knelpunten in het besteld vervoer voordat een model met gedifferentieerde bezettingsgraad voor besteld vervoer kan worden gehanteerd. De vraag is hoe groot deze knelpunten (bijvoorbeeld wachttijden) zijn en wat de achtergronden hiervan zijn.
3. Ten derde is het noodzakelijk om de aannames van de modelvarianten goed te onderbouwen. Hierbij moet de relatie tot de kwaliteit van de zorg, zoals de prestatienorm van 95% bij het spoedvervoer maar ook andere kwaliteitsaspecten, goed worden onderzocht. Voorkomen moet worden dat een nieuwe variant van het capaciteitsmodel huidige knelpunten in de ambulancezorg groter maakt of nieuwe knelpunten introduceert.

## 1 Inleiding

Voor het afstemmen van het aanbod van ambulancezorg bij de vraag ernaar hanteert het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) een aantal modellen. Deze zijn onderdeel van het *referentiekader spreiding en beschikbaarheid ambulancezorg*. Het *capaciteitsmodel* berekent per regio hoeveel ambulances er nodig zijn om aan de vraag naar ambulancezorg te voldoen. Het *rijtijdenmodel* voor de spoedeisende ambulancezorg simuleert de rijtijden die een ambulance nodig heeft om met spoed te rijden. Het rijtijdenmodel wordt niet alleen gebruikt in de analyses voor het referentiekader. Het wordt ook gebruikt in andere bereikbaarheidsanalyses van de acute zorg.

### *Referentiekader spreiding en beschikbaarheid ambulancezorg*

Het RIVM beheert de modellen van het referentiekader in opdracht van het ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS). Het referentiekader is een model dat per RAV (regio) beschrijft hoeveel ambulances minimaal nodig zijn om aan de vraag naar ambulancezorg te voldoen. In het referentiekader wordt aan de hand van vooraf gekozen uitgangspunten en randvoorwaarden, die een zeker minimumniveau voor de logistieke aspecten van de ambulancezorg beschrijven, de benodigde capaciteit en spreiding berekend. De capaciteitsberekeningen zijn gebaseerd op het gebruik van ambulancezorg in een bepaald basisjaar, de productie- of ritstatistieken. De uitkomsten van het referentiekader zijn op regionaal niveau gedefinieerd en zijn de basis voor het verdeelmodel van het macrobudget voor de ambulancesector dat door de Nederlandse Zorgautoriteit wordt beheerd.

### *Vaststellen van het referentiekader*

De minister van VWS stelt het referentiekader vast. Dat gebeurde voor het eerst in 2004. Actualisaties volgden in 2008 en in 2013 (Ministerie van VWS, 2004; 2008; 2013). In die jaren vond voorafgaand aan de vaststelling van het referentiekader een discussie plaats over de randvoorwaarden en uitgangspunten. Dat gebeurde in een platform met vertegenwoordigers van de ambulancesector, zorgverzekeraars en het ministerie. De discussies werden ondersteund door analyses van het RIVM. Hierbij werden modelvarianten doorgerekend, op basis van alternatieve definities van parameters, of werden analyses van ritgegevens gedaan om inzicht te krijgen in (logistieke) details van de ambulancezorg. Ook de definitieve doorrekening van het referentiekader, op basis van de overeengekomen uitgangspunten en randvoorwaarden en geactualiseerde ritstatistieken, werd verzorgd door het RIVM (Kommer en Zwakhals, 2009; 2013a). Naast deze rapportages van het referentiekader zijn de afgelopen jaren twee achtergrondrapporten gepubliceerd. In 2011 zijn de modellen van het referentiekader gedocumenteerd (Kommer en Zwakhals, 2011) en in 2013 is een rapportage uitgebracht waarin verschillende analyses van de ambulancezorg zijn gegeven en waarin een aantal modelvarianten is uitgewerkt (Kommer en Zwakhals, 2013). Bijlage 3 geeft een beknopte toelichting op de modellen en uitgangspunten van het referentiekader.

*Analyses van bereikbaarheid*

Het RIVM voert ook analyses uit van de bereikbaarheid van de acute zorg en de logistieke prestaties van de ambulancezorg. In de bereikbaarheidsanalyses wordt berekend hoe snel een ambulance ter plaatse van een incident kan zijn wanneer de ambulance vertrekt vanaf een standplaats en met sirenes en zwaailichten naar het incident rijdt (Volksgesondheidszorg.info, 2016a). In de bereikbaarheidsanalyses van ziekenhuizen wordt berekend hoe snel een patiënt naar een spoedeisende hulpafdeling van een ziekenhuis kan worden vervoerd (Volksgesondheidszorg.info, 2016b, Kommer *et al.*, 2015). In deze analyses worden ook bereikbaarheidsnormen gehanteerd, bijvoorbeeld de 15-minuten norm voor de responstijd van een ambulance. Of de 45-minuten norm voor de bereikbaarheid van een spoedeisende hulpafdeling. In deze bereikbaarheidsanalyses wordt gebruik gemaakt van het rijtijdenmodel voor de spoedeisende ambulancezorg. Het rijtijdenmodel kent een historie die teruggaat tot eind jaren negentig van de vorige eeuw (Kommer en Zwakhals, 2011). Het model is in de loop der tijd verder ontwikkeld, waarbij het model steeds meer de werkelijke rijtsnelheden is gaan benaderen. Het rijtijdenmodel wordt periodiek geactualiseerd. In dit rapport is een verslag van de meest recente actualisatie opgenomen.

*Ontwikkelpunten van het referentiekader*

De actualisatie van het rijtijdenmodel is één van de onderwerpen van dit rapport. Dit is zelfstandig en los van het tweede onderwerp geschreven. Het tweede onderwerp betreft onderzoek naar het capaciteitsmodel van het referentiekader. Bij het opstellen van het referentiekader in 2013 waren er twee discussiepunten die aanleiding gaven voor nader onderzoek:

- de manier waarop dynamisch ambulancemanagement (DAM) in het referentiekader was uitgewerkt, en
- de bezettingsgraad van het besteld vervoer in het capaciteitsmodel.

Het ministerie van VWS heeft het RIVM gevraagd naar deze punten onderzoek te doen. Deze punten zijn in dit rapport uitgewerkt.

**1.1 Vraagstelling**

In dit rapport worden de volgende onderwerpen behandeld en onderliggende vragen beantwoord:

*Actualisatie rijtijdenmodel*

Het rijtijdenmodel voor de spoedeisende ambulancezorg is geactualiseerd. Voor de actualisatie zijn meetgegevens verzameld over de periode juli 2014 tot en met juni 2015. Het nieuwe model is gevalideerd. Hierbij is het model vergeleken met rijtijden uit de praktijk. De volgende onderzoeksvragen zijn hierbij gesteld.

1. Wat waren de snelheden van ambulances in de meetperiode in 2014-2015 en waren deze anders dan in de vorige meetperiode in 2010-2011?
2. Benadert het rijtijdenmodel de rijtijden in de praktijk van de ambulancezorg en hoe groot zijn de verschillen tussen model en praktijk?

### *Modelvarianten capaciteitsmodel referentiekader*

In 2014 heeft het ministerie het RIVM gevraagd een advies uit te brengen over de manier waarop in het huidige capaciteitsmodel kan worden omgegaan met dynamisch ambulancemanagement en hoe de bezettingsgraad van het besteld vervoer in dit capaciteitsmodel kan worden gemodelleerd. Dit onderzoek moest worden gebaseerd op bevindingen uit de praktijk en de literatuur en een discussie met een klankbordgroep met vertegenwoordigers van de Nederlandse ambulancezorg, de zorgverzekeraars en de academische wereld. Het moest uitgaan van het huidige capaciteitsmodel, het onderzoek moest leiden tot varianten van het huidige model.

Het advies is gebaseerd op de volgende onderzoeksvragen.

Voor dynamisch ambulancemanagement:

3. Op welke manier wordt dynamisch ambulancemanagement in de praktijk gehanteerd en welke factoren spelen een rol in het effectief uitvoeren ervan?
4. Welke modellen voor dynamisch ambulancemanagement worden in de literatuur gevonden?
5. Kan het effect van dynamisch ambulancemanagement op de prestaties van de ambulancezorg kwantitatief uitgedrukt worden?
6. Kan dynamisch ambulancemanagement bijdragen aan het betere prestaties in de Nederlandse ambulancezorg?
7. Kan het capaciteitsmodel worden uitgebreid met een model voor dynamisch ambulancemanagement zodat het de werkelijkheid beter benadert?

En voor de bezettingsgraad van het besteld vervoer:

8. Wat is de bezettingsgraad van het besteld vervoer in de praktijk van de Nederlandse ambulancezorg?
9. Kan de modellering van de bezettingsgraad van het besteld vervoer in het huidige capaciteitsmodel verder ontwikkeld worden zodat het beter aansluit bij de praktijk?

### *Gefaseerd onderzoek*

Het onderzoek kende twee fases. De eerste fase omvatte een inventarisatie en analyse van de bezettingsgraad van het besteld vervoer en een inventarisatie van dynamisch ambulancemanagement in de theorie en de praktijk. Deze fase is in de periode september 2014 tot september 2015 uitgevoerd. In de tweede fase zijn resultaten van de analyses en de uitwerking van het capaciteitsmodel van het referentiekader besproken met een klankbordgroep. De klankbordgroep is in september 2015 geformeerd en is in de periode september-2015 tot februari-2016 vier maal bijeen gekomen.

### *Rol klankbordgroep*

De klankbordgroep bestond uit vertegenwoordigers van de ambulancezorg, zorgverzekeraars, onderzoekers van de Vrije Universiteit Amsterdam en van het Centrum Wiskunde en Informatica in Amsterdam en van het RIVM. Het ministerie van VWS is opdrachtgever van het onderzoek en was toehoorder bij de klankbordgroep. De leden van de klankbordgroep namen deel op persoonlijke titel en deelden hun kennis van de ambulancezorg in de discussie over het onderzoek en de

resultaten ervan. Zij zaten er niet namens hun achterban, maar namen zitting in de klankbordgroep vanwege hun kennis van de ambulancezorg, van modelleren en van het referentiekader.

### *Terminologie*

In dit rapport worden de termen 'dynamisch ambulancemanagement', 'dynamisch management' en de afkorting 'DAM' gebruikt voor dynamisch ambulancemanagement. Afhankelijk van de context is gekozen voor één van deze termen. In het rapport worden wisselend de termen 'regio' en 'RAV' gehanteerd voor de RAV als organisatie of het geografisch grondgebied waarbinnen de RAV de ambulancezorg verzorgt. De termen 'planbaar vervoer', 'besteld vervoer' en 'B-vervoer' worden gehanteerd voor het planbare vervoer in de ambulancezorg: het vervoeren van patiënten van en naar ziekenhuizen in verband met afspraken voor onderzoek, therapie of behandeling.

## **1.2 Leeswijzer**

Hoofdstuk 2 geeft verslag van de actualisatie van het rijtijdenmodel en begint met een beschrijving van de gegevensverzameling (paragraaf 2.1) en de -bewerking (paragraaf 2.2). De resultaten van de schattingen van de gemiddelde snelheden per wegtype, regio en tijdstip op de dag zijn gegeven in paragraaf 2.3. Een evaluatie van het rijtijdenmodel is gegeven in paragraaf 2.4, paragraaf 2.5 vergelijkt het nieuwe model met het model uit 2013.

Hoofdstuk 3 gaat over dynamisch ambulancemanagement en hoe dit concept in het capaciteitsmodel kan worden uitgewerkt. Paragraaf 3.1 bespreekt de methodologie, paragraaf 3.2 welke modellen voor dynamisch management in de literatuur zijn gevonden. Toepassing van dynamisch ambulancemanagement in de praktijk is beschreven in paragraaf 3.3. Paragraaf 3.4 bespreekt het huidige capaciteitsmodel en hoe dit past in het uitgangspunt als model voor statisch management. In paragraaf 3.5 worden de resultaten van de simulaties gepresenteerd. Factoren en omgevingskenmerken die gebruikt zijn in de modellering zijn gegeven in paragraaf 3.6. Tenslotte wordt in paragraaf 3.7 de variant van het capaciteitsmodel besproken waarin dynamisch management is uitgewerkt.

Hoofdstuk 4 presenteert de uitwerking van het model waarin de bezettingsgraad van het besteld vervoer gedifferentieerd wordt toegepast. Paragraaf 4.1 geeft de methodologie, in paragraaf 4.2 worden de resultaten van de analyse van de bezettingsgraad in de praktijk gepresenteerd. Paragraaf 4.3 beschrijft de omgevingsfactoren en kenmerken die gebruikt zijn in de modellering, tot slot wordt in paragraaf 4.4 het capaciteitsmodel gepresenteerd waarin een gedifferentieerde bezettingsgraad van het besteld vervoer is uitgewerkt.

Hoofdstuk 5 geeft de conclusies (5.1) en de aanbevelingen (5.2).



## 2 Rijtijdenmodel

Het rijtijdenmodel voor de spoedeisende ambulancezorg geeft een schatting van de rijtijd die een ambulance nodig heeft om met spoed een traject af te leggen. In het model zijn trajecten gedefinieerd op het niveau van vierpositie postcodes. Het rijtijdenmodel is in feite een tabel met verwachte rijtijden van een willekeurig vierpositie postcodegebied A naar een willekeurig ander vierpositie postcodegebied B. De rijtijden worden bepaald met een routeplanner met gebruik van gemiddelde snelheden van een ambulance die met spoed rijdt. De routeplanner is toegesneden op ambulancevervoer. De wegenkaart die wordt gehanteerd bevat speciale op- en afritten voor hulpdiensten en bus- en tramlijnen die open staan voor hulpdiensten. Deze kaart wordt ook gebruikt op de meeste meldkamers ambulancezorg in Nederland. In de kaart wordt onderscheid gemaakt naar elf verschillende soorten wegen met verschil naar de positie van het wegsegment, of deze binnen of buiten de bebouwde kom is gelegen. De gemiddelde snelheden die in de routing worden gebruikt zijn dus gedifferentieerd naar wegtype en positie in de bebouwde kom. Daarnaast is er differentiatie naar soort regio en tijdstip op de dag.

### *Specificaties rijtijdenmodel*

In de eerste versies van het rijtijdenmodel, tot het jaar 2007, werd geen onderscheid gemaakt naar regio en tijdstip van de dag (Kommer en Zwakhals, 2011). Snelheden waren alleen gespecificeerd naar wegtype. In 2007 is een nieuwe versie van het model ontwikkeld waarbij snelheden gedifferentieerd waren naar tijdstip op de dag en naar regio. Idee hierachter was dat 's nachts andere snelheden worden gehaald dan overdag, onder andere vanwege de verminderde zicht in de nacht. Het onderscheid naar regio was ingegeven door de grotere filedruk in de randstad, waardoor ambulances daar andere snelheden realiseren dan in de meer rustige plattelandsgebieden. De gegevensverzameling in 2007 liet het ook voor het eerst toe deze differentiatie te hanteren omdat voor het eerst gegevens werden verzameld van werkelijke snelheden van ambulances gedurende een inzet.

In de 2007-versie van het model was gekozen om uit te gaan van drie regiotypes en drie blokuren op de dag. Voor de regio-indeling werd uitgegaan van Randstad, intermediaire regio en periferie. De 24 RAV-regio's in Nederland waren op basis van infrastructuur toegeedeeld naar deze klassen, zie tabel 2.1. Voor het tijdstip op de dag was er onderscheid naar de spits, welke de ochtend en de avondspits omvat, de dagperiode buiten de spits en de avond/nachtperiode. Deze indeling is in overleg met de Verkeersinformatiedienst vastgesteld, zie tabel 2.2.

Bij de actualisatie van het rijtijdenmodel in 2011 is nagegaan of een andere indeling van regio's en van tijdsblokken een beter model zou geven (Kommer en Zwakhals, 2013). De vraag was of met een andere indeling het rijtijdenmodel de werkelijke snelheden beter zou benaderen. Uit deze toets bleek dat een andere indeling geen beter model zou opleveren omdat de variatie in rijtijden groot is. Deze variatie domineert over de alternatieve indelingen, de modeluitkomsten zijn voor

een belangrijke mate afhankelijk van deze variatie en in veel mindere mate van de indeling naar regio en tijdstip op de dag.

#### *Klasseindeling rijksnelheden*

Er wordt gebruik gemaakt van metingen van ambulancesnelheden in de praktijk. De metingen hebben andere, meer gedetailleerde, kenmerken om aan te sluiten bij de routeplanner die gehanteerd wordt in de modellering. De snelheden zijn gespecificeerd naar wegtype, plaats binnen of buiten de bebouwde kom en eventuele positie op een op- of afrit. De volgende elf wegtypes worden onderscheiden:

- |                     |                       |
|---------------------|-----------------------|
| 1. Snelweg          | 7. Doorgaande weg     |
| 2. 100 km/u snelweg | 8. Straat             |
| 3. Grote N-weg      | 9. Onbekend           |
| 4. Kleine N-weg     | 10. Voetgangersgebied |
| 5. Hoofdweg         | 11. Veer              |
| 6. Busbaan          |                       |

#### *Methodiek*

De actualisatie van het rijtijdenmodel kent vier stappen, uiteengezet in het blokschema van figuur 2.1.

1. Verzamelen van de meetgegevens/waarnemingen (§ 2.1).
2. Opschonen en aggregeren van de meetgegevens (§ 2.2).
3. Gemiddelde snelheden schatten (§ 2.3).
4. Doorrekenen van de routeplanner met deze gemiddelde snelheden.

*Tabel 2.1: Indeling van RAV's naar regio.*

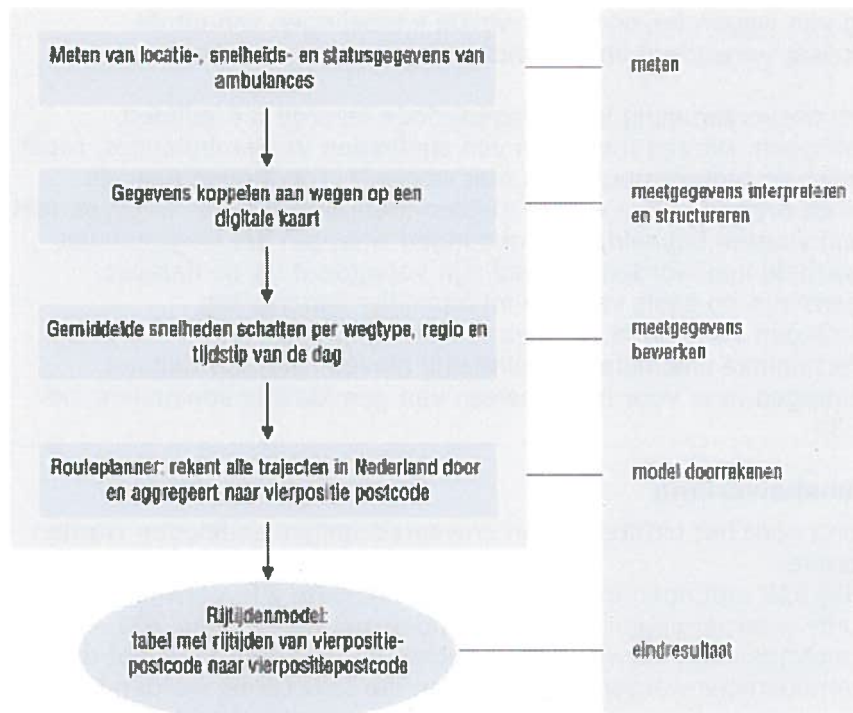
<i>Regio</i>	<i>RAV</i>
Randstad	Utrecht, Amsterdam/Waterland, Kennemerland, Gooi- en Vechtstreek, Haaglanden, Hollands Midden, Rotterdam- Rijnmond
Intermediair	Gelderland-Midden, Gelderland-Zuid, Noord-Holland-Noord, Zuid-Holland-Zuid, Midden- en West-Brabant, Brabant-Noord, Brabant-Zuidoost
Periferie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

*Tabel 2.2: Indeling van tijdsintervallen naar tijdstip op de dag.*

<i>Tijdstip op de dag</i>	<i>Tijdsinterval</i>
Spits	werkdagen van 06:30-09:30 en van 15-19 uur
Dag	werkdagen van 09:30-15:00 uur en weekenddagen van 6:30-19:00 uur
Nacht	werk- en weekenddagen van 19:00-06:30 uur

#### *Evaluatie*

Na de actualisatie van het rijtijdenmodel is het model geëvalueerd. De evaluatie houdt in dat de uitkomsten van het rijtijdenmodel zijn vergeleken met waarnemingen en dat getoetst is in hoeverre het model de werkelijkheid benadert. Paragraaf 2.4 geeft hiervan een verslag.



Figuur 2.1: Blokschema van de constructie van het rijtijdenmodel.

## 2.1 Gegevensverzameling

In de periode 1 juli 2014 tot en met 30 juni 2015 zijn metingen van ambulancesnelheden gedaan. Gegevens zijn ontleend aan het *Acute Zorg Netwerk*. Het Acute Zorg Netwerk is een landelijk informatiesysteem voor de meldkamers ambulancezorg dat actuele geografische informatie biedt over de bezetting, status en beschikbaarheid ambulances in Nederland. Alle RAV's zijn meegenomen in het onderzoek.

Van elke ambulance wordt elke minuut, in sommige regio's elke dertig seconden, de status, positie, snelheid en richting gemeten. De geregistreerde waarden zijn *puntmetingen*, dat wil zeggen dat de snelheid op een bepaald moment en locatie wordt bepaald. Er worden geen intervals-metingen gedaan. De locaties zijn gegeven in xy-coördinaten van het *Rijksdriehoekstelsel*. Dit stelsel wordt op nationaal niveau gebruikt voor geografische aanduidingen. Het is een cartesisch coördinatenstelsel, met als eenheid de meter. Het bureau *CityGIS* heeft de gegevensverzameling gedaan.

Voor ons onderzoek is het van belang om te weten op welk wegtype de ambulance zicht bevond bij een waarneming van de snelheid. Het toevoegen ('koppelen') van een wegtype aan de waarneming is uitgevoerd door *CityGIS* op basis van de xy-coördinaten van de metingen. In de meeste gevallen was deze koppeling evident en valide. In sommige gevallen echter kon niet goed worden vastgesteld op welk wegtype de ambulance zicht bevond. Bijvoorbeeld wanneer de waarneming werd gedaan op het moment dat de ambulance zich op een

krusing van wegen bevond. Niet-valide koppelingen zijn uit de gegevensset verwijderd en niet meegenomen in de analyses.

De gegevensverzameling in de meetperiode leverde 3,6 miljoen waarnemingen. Dit zijn metingen van snelheden van ambulances, rapid responders en motorambulances met status '1' (onderweg naar de patiënt) en urgentie A1. Van 2,2 miljoen metingen kon het wegtype met zekerheid worden bepaald, waarnemingen waarvan het wegtype niet met zekerheid kon worden bepaald zijn verwijderd uit de dataset. Vervolgens zijn op basis van een inhoudelijke beoordeling waarnemingen verwijderd. Dit betrof waarnemingen met onwaarschijnlijke snelheden. Uiteindelijk bleven ruim 1,8 miljoen waarnemingen over voor het schatten van gemiddelde snelheden, zie tabel 2.3.

## 2.2 Gegevensbewerking

De criteria voor het uitfilteren van onwaarschijnlijke snelheden waren de volgende:

1. Bij 512 metingen ontbrak de snelheid, deze zijn verwijderd.
2. Alle waarnemingen van ambulances met minder dan 200 metingen zijn verwijderd. Gedachte bij dit criterium is dat alleen ambulances worden meegenomen die structureel worden ingezet, met minstens ongeveer twintig inzetten op jaarbasis. Op basis van dit criterium worden achttien voertuigen met in totaal 1.351 waarnemingen uitgefilterd.
3. Ambulances die in meer dan twintig procent van hun meetwaardes een snelheid van nul km/u hadden. Op basis van dit criterium worden acht voertuigen met 21.553 waarnemingen uitgefilterd. Verondersteld wordt dat deze voertuigen technische problemen hebben die effect kunnen hebben op alle waarnemingen van deze voertuigen.
4. Waarnemingen van ambulances die per maand onwaarschijnlijk veel hoge of lage snelheden hadden. Als een ambulance in een maand in meer dan 10% van de waarnemingen een snelheid heeft lager dan 3 km/h, worden de waarnemingen van deze maanden verwijderd. Als bij een voertuig dit in zes of meer maanden het geval is wordt het voertuig integraal uitgesloten. Als een ambulance in een maand, voor een bepaald wegtype, in 50% van de waarnemingen een snelheid had hoger dan 30 km/u boven de toegestane snelheid op dit wegtype, zijn de waarnemingen voor het voertuig voor die maand en wegtype verwijderd. Dit is ook gedaan als van een voertuig de gemiddelde snelheid per wegtype in een maand meer dan 20% van de gevallen hoger was dan 30 km/u boven de toegestane snelheid voor dit wegtype. Volgens dit criterium zijn 290.353 waarnemingen van 399 voertuigen maandsgewijs uitgesloten, integraal uitgesloten met dit criterium zijn 37 voertuigen met 68.303 waarnemingen.
5. Statusfouten: waarnemingen met snelheid nul km/u aan het begin of aan het einde van een inzet zijn verwijderd. Aangenomen wordt dat bij die inzetten de statusverandering van het voertuig niet goed is geregistreerd. Het gaat hierbij om 31.557 waarnemingen van in totaal 685 voertuigen.

6. Afkappen van hoge snelheden: waarnemingen met per wegtype hogere snelheden dan onderstaande afkapwaarden zijn verwijderd. De afkapwaarden zijn in overleg met experts in de ambulancezorg vastgesteld. Op basis van deze afkapwaarden zijn 13.832 waarnemingen van 670 voertuigen verwijderd.

<i>Wegtype</i>	<i>Snelheid (km/u)</i>
Snelweg	191
100 km/u snelweg	189
Grote N weg	176
Kleine N weg	162
Hoofdweg	138
Doorgaande weg	96
Straat	90
Voetgangersgebied	68
Busbaan	141

*Tabel 2.3: Overzicht van de meetgegevens en de selecties op de metingen.*

<i> criterium</i>	<i>Aantal meetwaardes, resterend na selectie</i>	<i>Toelichting</i>
Ruwe gegevens	3.558.830	Metingen van snelheden van ambulances, rapid-responders en motorambulances, met status '1' (onderweg naar patiënt) en urgentie A1 in de periode juli 2014 tot en met juni 2015 over alle regio's in Nederland.
Na selectie op volledige typering van wegtype	2.248.073	Alleen de metingen waarvan met zekerheid kon worden vastgesteld op welk wegtype gereden werd.
Na filteren op inhoudelijke criteria.	1.824.413	Waarnemingen van voertuigen met onwaarschijnlijke meetwaardes en meetwaardes die vermoedelijk te maken hebben met technische problemen zijn uit de dataset verwijderd.

### 2.3

#### **Gemiddelde snelheden per wegtype**

Voor het schatten van de gemiddelde snelheden per wegtype, regiosoort en tijdstip van de dag, met onderscheid naar plaats binnen en buiten de bebouwde kom, zijn waarnemingen geaggregeerd. Dat betekent dat per voertuig per inzet, snelheden op één wegtype zijn gemiddeld.

Vervolgens is geaggregeerd over de voertuigen en inzetten en is het aantal gemiddelde waarden per wegtype als weefactor gedefinieerd. De gemiddelde snelheid per wegtype, regio en tijdstip op de dag is een gewogen gemiddelde over de eerder bepaalde gemiddelde snelheden per wegtype binnen een inzet.

Voor de toedeling naar tijdstip van de dag is het tijdstip van de eerste meting van de inzet bepalend geweest. Er is in de toedeling rekening gehouden met zomer- en wintertijd. Kort gezegd betekent dit dat de aanvang van de inzet bepaalt in welk tijdsdeel van de dag (spits, dag of nacht) de waarnemingen worden ingedeeld. Als bijvoorbeeld een inzet in de nacht begint en doorloopt in de ochtendspits, worden de waarnemingen gebruikt voor het schatten van een gemiddelde snelheid in de nacht. De toedeling naar regio (randstad, intermediair of periferie) is gebaseerd op voertuignummer, de xy-coördinaten spelen bij de toewijzing naar regio geen rol. Dat betekent dat de waarnemingen van een ambulance van regio X worden gebruikt voor het schatten van gemiddelde snelheden van de regiotype waar de regio in toegeedeeld is. Als bijvoorbeeld een ambulance van een perifere regio een inzet deed in de Randstad, worden deze waarnemingen meegenomen bij de schattingen voor de perifere regio's.

Er zijn geen gemiddelde snelheden voor het wegtype 'veer' berekend omdat in de doorrekening van de rijtijden veerponten zijn uitgesloten. Dat betekent dat in de routeplanning, en het bepalen van de kortste rijtijd, geen gebruik gemaakt kon worden van veerponten. Uitzondering hierop zijn de veerponten naar de Waddeneilanden en naar het eiland De Wouden in het Alkmaardermeer. De inwoners van deze eilanden zijn alleen per veerpont te bereiken.

Bijlage 4 geeft per wegtype grafieken van het aantal waarnemingen waarop de gemiddelde snelheden zijn gebaseerd. De gemiddelde snelheden naar wegtype, regio en tijdstip op de dag, met onderscheid naar plaats binnen of buiten de bebouwde kom, die zijn gebruikt in het rijtijdenmodel zijn gegeven in de tabellen 2.4, 2.5 en 2.6.

Tabel 2.4: Gemiddelde snelheid per wegtype in de spits, op basis van de meetperiode 2014-2015 (km/u).

Wegtype	Buiten bebouwde kom			Binnen bebouwde kom		
	Randstad	Intermediair	Periferie	Randstad	Intermediair	Periferie
Snelweg	106	101	119	90	95	104
100 km/u snelweg	94	107	106	78	98	106 <sup>(1)</sup>
Grote N-weg	80	80	99	74	70	75
Kleine N-weg	82	84	92	66	70	73
Hoofdweg	69	71	77	60	59	64
Doorgaande weg	56	57	62	49	47	52
Straat	43	43	44	31	32	36
Voetgangersgebied	27	25	27	27	20	28
Onbekend	43	44	46	23	27	31
Busbaan	70	70	69	52	55	72

1: Voor het schatten van de gemiddelde snelheid voor 100 km/u snelweg in de periferie binnen de bebouwde kom waren onvoldoende waarnemingen, daarom is de snelheid van buiten de bebouwde kom gehanteerd.

Tabel 2.5: Gemiddelde snelheid per wegtype in de dag buiten de spits, op basis van de meetperiode 2014-2015 (km/u).

Wegtype	Buiten bebouwde kom			Binnen bebouwde kom		
	Rand-stad	Inter-mediair	Periferie	Rand-stad	Inter-mediair	Periferie
Snelweg	115	107	124	108	101	107
100 km/u snelweg	103	114	106	90	102	76
Grote N-weg	87	85	102	77	75	78
Kleine N-weg	85	86	95	69	73	74
Hoofdweg	71	72	78	62	60	65
Doorgaande weg	57	57	62	49	48	52
Straat	43	44	44	31	32	37
Voetgangersgebied	25	29	30	26	22	30
Onbekend	44	45	47	23	27	30
Busbaan	72	72	71	50	54	72

Tabel 2.6: Gemiddelde snelheid per wegtype in de avond/nacht, op basis van de meetperiode 2014-2015 (km/u).

Wegtype	Buiten bebouwde kom			Binnen bebouwde kom		
	Rand-stad	Inter-mediair	Periferie	Rand-stad	Inter-mediair	Periferie
Snelweg	120	111	125	115	106	109
100 km/u snelweg	105	117	102	96	104	102 <sup>(1)</sup>
Grote N-weg	90	88	104	82	78	81
Kleine N-weg	88	89	95	72	75	76
Hoofdweg	71	71	76	63	61	64
Doorgaande weg	56	56	60	49	47	51
Straat	42	41	43	29	30	33
Voetgangersgebied	26	23	28	29	21	29
Onbekend	42	42	45	22	26	29
Busbaan	69	68	66	50	53	70

1: Voor het schatten van de gemiddelde snelheid voor 100 km/u snelweg in de periferie binnen de bebouwde kom waren onvoldoende waarnemingen, daarom is de snelheid van buiten de bebouwde kom gehanteerd.

## 2.4

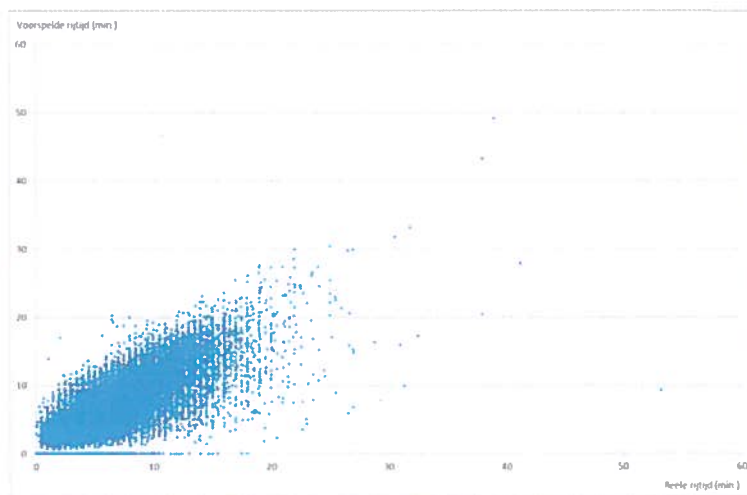
### Evaluatie

In deze paragraaf wordt een evaluatie van het rijtijdenmodel besproken. In deze evaluatie worden de uitkomsten van het rijtijdenmodel, gebaseerd op de gemiddelde snelheden in de tabellen 2.4 tot en met 2.6, vergeleken met waargenomen rijtijden. We gaan na in hoeverre de modeluitkomsten de werkelijke rijtijden benaderen.

Omdat de waarnemingen bestaan uit puntmetingen van snelheden op een moment tijdens een inzet, zijn rijtijden geconstrueerd uit de metingen. Alle metingen van een inzet zijn geïdentificeerd en het moment van de eerste en van de laatste meting zijn gehanteerd voor het bepalen van de rijtijd. Omdat de metingen plaatsvinden om de dertig of zestig secondes is de constructie van de rijtijd niet exact. Van de eerste en laatste meting van een inzet is tevens aan de hand van de xy-coördinaten de vierpositie postcode van het begin en het einde van de inzet bepaald. Deze bepaling was noodzakelijk omdat het rijtijdenmodel is gedefinieerd op het geografisch niveau van vierpositie postcodes.

Voor het bepalen van de rijtijd is alleen gekeken naar het tijdsinterval tussen vertrek van de ambulance na een ontvangen van een ritopdracht en het moment van aankomst bij de patiënt. Het moment van aankomst bij de patiënt is bepaald door te kijken naar de statusverandering<sup>3</sup> van de ambulance. Er is gecorrigeerd voor statusfouten waarbij de verandering van status niet tijdig is geregistreerd. Inzetten waarbij vermoedelijk een technische storing in de tijdenregistratie optrad, te zien aan een reeks ontbrekende meetwaarden, zijn verwijderd. In de selectie zijn inzetten met meer dan zes opeenvolgende ontbrekende meetwaarden verwijderd. Uiteindelijk zijn uit de waarnemingen rijtijden van 72.906 inzetten geconstrueerd. Hiervan waren er 9.345 binnen eenzelfde postcodegebied. Figuur 2.2 geeft een grafiek van de waargenomen rijtijden in vergelijking met de rijtijden die zijn voorspeld. Hoe dichter de punten bij de diagonaal liggen, hoe beter de overeenkomst tussen de waargenomen en voorspelde rijtijden.

Figuur 2.2 laat zien dat de puntenwolk van waarnemingen rond de diagonaal ligt. Er zijn iets meer waarnemingen boven de diagonaal, wat erop wijst dat de reële rijtijd iets korter is dan de modelrijtijd. Het model lijkt dus iets conservatief. Omdat de waarnemingen gebaseerd zijn op inzetten van ambulances met A1-urgentie, en omdat deze inzetten meestal relatief korte trajecten betreft, zijn de waarnemingen geconcentreerd rond de oorsprong. De serie waarnemingen op de lijn met modelrijtijd nul minuten correspondeert met inzetten binnen hetzelfde postcodegebied. In het rijtijdenmodel hebben deze inzetten een rijtijd van nul minuten.



*Figuur 2.2: Vergelijking van de geconstrueerde rijtijden uit de waarnemingen (reële rijtijd) met de modelrijtijden (voorspelde rijtijd).*

De implicaties van het iets behoudende karakter van het rijtijdenmodel zijn dat de uitkomsten van bereikbaarheidsanalyses met gebruik van dit rijtijdenmodel ook iets behoudend zijn. In de praktijk rijden ambulances in veel gevallen iets sneller dan dat het model voorspelt. De werkelijke bereikbaarheid is dus iets beter dan dat uit de analyses volgt. Niettemin

<sup>3</sup> Bij een statusverandering wordt het tijdstip van deze verandering geregistreerd. Aan de hand van deze tijdstippen worden intervallen berekend, zoals de uitruktijd, rijtijd en behandel tijd.



zien we ook dat er waarnemingen zijn waarbij de reële rijtijd groter is dan de modelrijtijd. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de ambulance in de praktijk een andere route heeft genomen dan dat in het model wordt gehanteerd.

De numerieke resultaten van de evaluatie zijn gegeven in tabel 2.7 en de figuren 2.3 en 2.4. De tabel laat een aantal statistische kengetallen zien van de vergelijking van de modelrijtijd  $\hat{T}_i$  en de waargenomen (geconstrueerde) rijtijd  $T_i$ :

- Het gemiddelde kwadraat van de afwijkingen (*mean square error*)  $MSE = n^{-1} \sum_{i=1}^n (\hat{T}_i - T_i)^2$ , een standaard indicator voor de nauwkeurigheid van een schatter;
- de gemiddelde absolute afwijking (*mean absolute error*)  $MAE = n^{-1} \sum_{i=1}^n |\hat{T}_i - T_i|$ , die zegt hoe ver de schatter afwijkt van de waargenomen rijtijden;
- de bias  $n^{-1} \sum_{i=1}^n (\hat{T}_i - T_i)$ , die aangeeft in welke mate de schatter verstoord is;
- het aandeel van verklaarde variantie (*proportion of explained variance*)  $PEV = 1 - MSE/var(T_i)$  met  $var(T_i)$  de variantie in de waargenomen rijtijden. Dit is een geschaalde versie van de MSE die rekening houdt met de variatie in de waargenomen rijtijden. Deze indicator geeft aan in hoeverre het rijtijdenmodel een goede benadering is voor de gemiddelde rijtijd uit de waarnemingen. Een waarde dichtbij één duidt op een betere modelrijtijd.
- de 95% en 90% betrouwbaarheidsintervallen voor de afwijking  $\hat{T}_i - T_i$  en
- de 10%, 5% en 2,5% ondergrenswaardes voor de *delay*, zie de volgende tekst voor een toelichting.

De betrouwbaarheidsintervallen geven het interval waarbinnen, met een bepaalde kans, de afwijking van de modelrijtijd ligt. Bijvoorbeeld is bij ongeveer 95% van de gevallen het verschil tussen modelrijtijd en de waargenomen rijtijd  $\hat{T}_i - T_i$ , tussen -4,48 en 4,18 minuten (zie 95% betrouwbaarheidsinterval in tabel 2.7):

$$P(-4.48 \leq \hat{T}_i - T_i \leq 4.18) \approx 0.95.$$

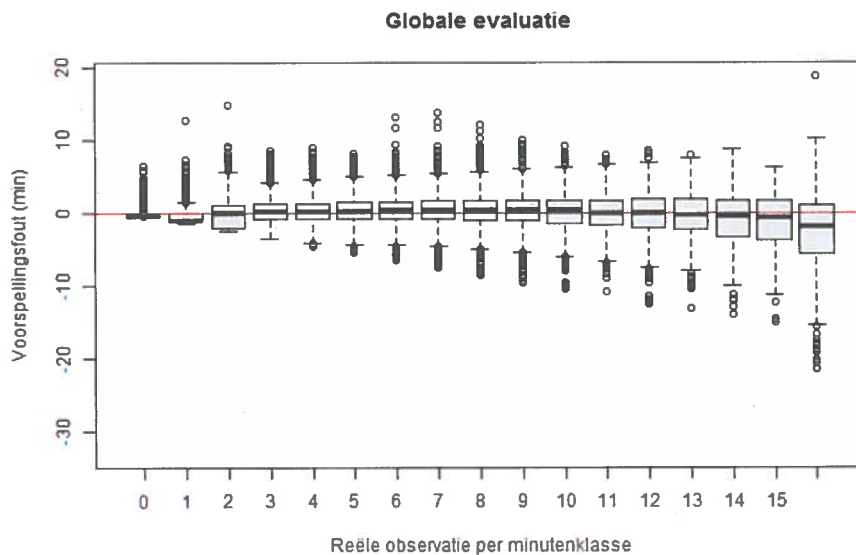
De ondergrenswaardes voor de *delay* representeert het aantal minuten waarbij met bepaalde waarschijnlijkheid de modelrijtijd de waargenomen rijtijd niet zal onderschatten. Bijvoorbeeld is de kans dat de waargenomen rijtijd meer dan 3,42 minuten langer is dan de modelrijtijd ongeveer 5%:

$$P(T_i \geq \hat{T}_i + 3.42) = P(\hat{T}_i - T_i \leq -3.42) \approx 0.05.$$

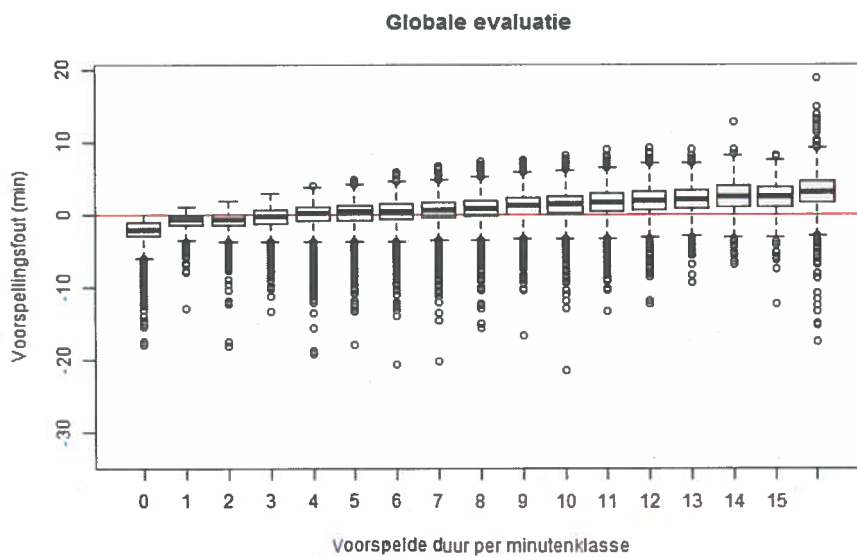
De resultaten laten zien dat, gemiddeld genomen, het rijtijdenmodel de gerealiseerde rijtijd licht overschat, met 6 seconden (bias op totaal niveau in tabel 2.7). Figuur 2.4 geeft de voorspelfout, uitgezet tegen de rijtijdklasse van de reële rijtijd. De box geeft het interval waarbinnen 95% van de datapunten ligt, de stippen zijn afwijkingen. De grafieken van de voorspelfout laten zien dat de voorspelfout een mix is van een grofweg symmetrische distributie rond nul (de box) en twee distributies

van afwijkingen, zowel positief als negatief. Het lichte conservatieve karakter van het rijtijdenmodel blijkt uit het feit dat het merendeel van de voorspelfouten negatief is. De onzekerheid van het model neemt toe met hogere reële rijtijden, blijkt uit de toenemende spreiding van de afwijkingen. Wel neemt de onzekerheid tussen elf en dertien minuten af. Niettemin concluderen we dat de benadering van het model voor alle rijtijdklassen tot 15 minuten ongeveer even goed is.

Figuur 2.5 geeft de voorspellingsfout als functie van de modelrijtijd. De grafiek laat zien dat de voorspelfout toeneemt met hogere rijtijdklassen van het model. Dat wil zeggen dat het behoudende karakter van het model toeneemt met hogere modelrijtijden.



*Figuur 2.3: Voorspellingsfout  $\hat{T}_i - T_i$ , uitgezet tegen de rijtijdklasse van de reële rijtijd.*



*Figuur 2.4: Voorspellingsfout  $\hat{T}_i - T_i$ , uitgezet tegen de rijtijdklasse van de modelrijtijd.*

Tabel 2.7: Resultaten van de evaluatie van het rijtijdenmodel.

Regio	n	MSE (min.)	MAE (min.)	Bias (min.)	PEV	95% bbi (min.)	90% bbi (min.)	10% delay (min.)	5% delay (min.)	2,5% delay (min.)
Totaal	72.906	4,77	1,63	0,10	0,56	[-4,48, 4,18]	[-3,42, 3,40]	2,45	3,42	4,48
Groningen	5.279	4,02	1,53	0,15	0,60	[-4,02, 3,89]	[-3,00, 3,22]	2,10	3,00	4,02
Friesland	4.026	3,64	1,44	0,19	0,66	[-3,97, 3,77]	[-2,83, 3,10]	2,00	2,83	3,97
Drenthe	2.740	5,20	1,67	0,07	0,51	[-4,93, 4,39]	[-3,53, 3,60]	2,57	3,53	4,93
IJsselland	824	4,42	1,66	0,24	0,55	[-4,01, 4,20]	[-3,40, 3,51]	2,50	3,40	4,01
Twente	1.005	4,82	1,66	-0,36	0,55	[-4,82, 3,48]	[-3,95, 2,78]	3,00	3,95	4,82
Noordoost Gelderland	3.326	4,38	1,55	-0,34	0,60	[-4,62, 3,36]	[-3,57, 2,71]	2,88	3,57	4,62
Gelderland-Midden	2.664	5,01	1,71	0,55	0,58	[-4,00, 4,32]	[-3,00, 3,72]	2,00	3,00	4,00
Gelderland-Zuid	2.862	4,55	1,65	0,10	0,60	[-4,02, 3,94]	[-3,15, 3,40]	2,48	3,15	4,02
Utrecht	3.848	5,16	1,68	0,30	0,49	[-4,50, 4,58]	[-3,47, 3,78]	2,23	3,47	4,50
Noord-Holland Noord	4.485	5,09	1,69	0,10	0,57	[-4,91, 4,12]	[-3,60, 3,41]	2,51	3,60	4,91
Amsterdam-Waterland	3.256	6,48	1,77	0,59	0,13	[-4,23, 6,80]	[-3,08, 5,52]	1,98	3,08	4,23
Kennemerland	5.321	3,68	1,43	-0,01	0,52	[-4,00, 3,55]	[-3,00, 3,00]	2,00	3,00	4,00
Gooi en Vechtstreek	1.185	5,02	1,72	-0,46	0,44	[-5,00, 3,78]	[-4,00, 3,10]	3,02	4,00	5,00
Haaglanden	3.559	3,49	1,39	-0,65	0,63	[-4,42, 2,57]	[-3,53, 2,00]	2,65	3,53	4,42
Hollands Midden	3.399	4,85	1,69	-0,14	0,52	[-4,69, 4,08]	[-3,79, 3,42]	3,00	3,79	4,69
Rotterdam-Rijnmond	5.133	4,15	1,57	0,26	0,56	[-4,09, 3,76]	[-3,17, 3,23]	2,23	3,17	4,09
Zuid-Holland Zuid	2.421	7,27	2,11	-0,43	0,44	[-6,00, 4,72]	[-4,98, 3,87]	3,98	4,98	6,00
Zeeland	2.077	5,13	1,72	0,19	0,60	[-4,50, 4,34]	[-3,50, 3,45]	2,50	3,50	4,50
Midden- en West-Brabant	5.176	5,49	1,76	0,32	0,51	[-4,50, 4,80]	[-3,48, 3,93]	2,39	3,48	4,50
Brabant-Noord	2.715	4,49	1,63	0,31	0,60	[-4,39, 4,02]	[-3,18, 3,37]	2,18	3,18	4,39
Zuidoost-Brabant	1.969	7,02	1,85	0,74	0,53	[-3,72, 4,95]	[-2,93, 4,01]	1,85	2,93	3,72
Limburg-Noord	2.535	5,32	1,75	0,22	0,58	[-4,36, 4,39]	[-3,18, 3,75]	2,34	3,18	4,36
Zuid-Limburg	2.072	2,89	1,32	-0,21	0,62	[-3,57, 2,85]	[-3,00, 2,44]	2,13	3,00	3,57
Flevoland	1.029	6,25	1,60	-0,17	0,44	[-5,58, 4,91]	[-4,00, 3,33]	2,52	4,00	5,58

## 2.5 Vergelijking met het 2013-rijtijdenmodel

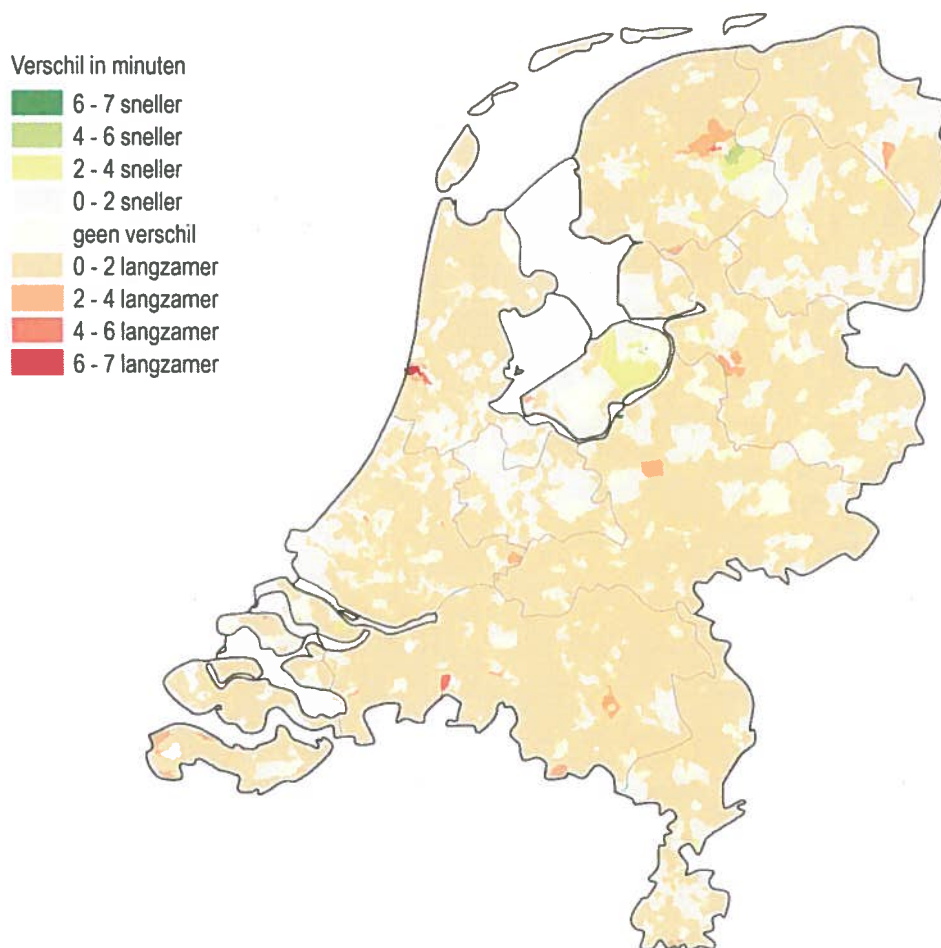
De verschillen tussen het nieuwe rijtijdenmodel en de eerdere versie uit 2013 heeft twee oorzaken. Ten eerste is er een verschil in gehanteerde gemiddelde snelheden. De nieuwe schattingen wijken in een aantal gevallen af van de gemiddelde snelheden uit het 2013-rijtijdenmodel, zie tabel 2.8 voor de verschillen van het model voor de spits. Het tweede verschil is gelegen in een andere infrastructuur. Ten opzichte van 2013 is in 2015 het wegennet veranderd waardoor gebieden sneller of juist minder snel te bereiken zijn.

Voor de meeste wegtypes zijn de nieuwe gemiddelde snelheden iets lager dan die volgens het vorige model uit 2013. De lagere snelheden leiden tot langere rijtijden. Het verschil tussen de twee modellen is geïllustreerd in kaart 2.1. De kaart toont het verschil in rijtijden tussen het 2013- en het nieuwe rijtijdenmodel, vanaf de 205 standplaatsen waarvandaan in de praktijk paraatheid wordt geleverd (Kommer *et al.* 2015). Het gaat hierbij in de meeste gevallen om trajecten tot 15 minuten rijtijd. Het nieuwe model heeft in ruim driekwart van deze trajecten een hogere rijtijd als het 2013-model. In de meeste gebieden in Nederland is het nieuwe rijtijdenmodel één tot twee minuten langzamer dan de vorige versie. Gemiddeld is het verschil in rijtijd anderhalve minuut. Er zijn enkele trajecten waarbij het nieuwe rijtijdenmodel veel sneller is dan het 2013-model, het verschil loopt op tot ruim tien minuten.

De oorzaak van de lagere snelheden is door het RIVM niet onderzocht maar er zijn aanwijzingen dat de lagere snelheden verband hebben met de toename van de verkeersdruk in de afgelopen jaren. Er zijn ook gebieden waarin het 2016-model sneller is dan het 2013-model. De belangrijkste verklaring hiervoor ligt in een verbetering van de infrastructuur (uitbreiding van het wegennet).

Tabel 2.8: Verschil tussen de nieuwe gemiddelde snelheden per wegtype in de spits en die van het 2013-rijtijdenmodel (km/u).

Wegtype	Buiten bebouwde kom			Binnen bebouwde kom		
	Rand-stad	Inter-mediair	Peri-ferie	Rand-stad	Inter-mediair	Peri-ferie
Snelweg	1.7	-5.4	0.0	-0.3	-4.7	2.4
100 km/u snelweg	-4.8	-3.2	14.3	-11.8	-0.3	5.3
Grote N-weg	-3.2	-8.5	-1.9	-0.1	-4.7	5.0
Kleine N-weg	-1.1	-6.2	-2.6	-1.2	-4.8	-2.2
Hoofdweg	-2.9	-5.5	-1.5	1.4	-2.6	0.1
Doorgaande weg	-1.6	-10.2	-4.2	0.7	-2.6	-0.9
Straat	-2.1	-2.8	-1.7	0.2	0.1	1.3
Voetgangersgebied	-12.5	-4.8	0.3	-5.0	-4.1	5.5
Busbaan	-8.3	15.1	3.8	-0.9	-5.7	1.8



*Kaart 2.1: Vergelijking tussen rijtijden vanaf dichtstbijzijnde ambulancestandplaats: verschil tussen het 2016- en 2013-rijtijdenmodel.*



### 3 Capaciteitsmodellering dynamisch ambulancemanagement

Dynamisch ambulancemanagement gaat over het heralloceren of dynamisch inzetten van ambulances met als doel de dekking van de ambulances te optimaliseren en korte responstijden te realiseren. Een model zonder dynamisch management gaat uit van het inzetten van ambulances vanaf standplaatsen, met één of meer ambulances per standplaats. Na afloop van een inzet gaat de ambulance terug naar de standplaats en wacht daar een volgende inzet af. Dit is een statische manier van inzetten waarbij de locatie waarvandaan de ambulance vertrekt (vrijwel) altijd dezelfde is. In dit model kunnen 'gaten' in de dekking ontstaan wanneer ambulances bezig zijn met een inzet en daarom niet beschikbaar zijn voor een nieuw incident. Deze gaten in de dekking kunnen worden gedicht door het verplaatsen van beschikbare ambulances. Of actie noodzakelijk is voor een borging van korte responstijden, behoort bij de strategie van de ambulancedienst of meldkamer. Het is een management aspect en wordt daarom dynamisch ambulancemanagement genoemd.

In dit hoofdstuk is onderzocht of en hoe het capaciteitsmodel van het referentiekader kan worden aangepast zodat het model aansluit bij, of uitgaat van, dynamisch ambulancemanagement. Hiervoor zijn een aantal stappen uitgevoerd. Eerst is een inventarisatie gedaan van de manier waarop in de Nederlandse praktijk van de ambulancezorg dynamisch management wordt toegepast en hoe het in de literatuur is beschreven. Vervolgens is in een aantal simulaties het effect van dynamisch management op de prestaties (de responstijden) geschat. Tot slot zijn varianten van het capaciteitsmodel ontwikkeld waarbij de resultaten van de simulaties zijn meegenomen. Details van deze stappen zijn uitgewerkt in paragraaf 3.1.

#### 3.1 Methodologie

Het onderzoek naar een capaciteitsmodel dat gebaseerd is op dynamisch ambulancemanagement kende twee fases. In de eerste fase is een inventarisatie gedaan van dynamisch ambulancemanagement modellen, zowel in de Nederlandse praktijk van de ambulancezorg als in de (wetenschappelijke) literatuur. In de tweede fase zijn simulatiestudies uitgevoerd, is het effect van dynamisch ambulancemanagement geschat en is dit effect in het capaciteitsmodel gebruikt. De tweede fase is begeleid door een klankbordgroep met experts uit de ambulancezorg, zorgverzekeringen en de universiteiten. Met de klankbordgroep is een discussie gevoerd over de onderzoeksopzet, de uitvoering en de tussenresultaten van de simulatiestudies en de varianten van het capaciteitsmodel.

De tweede fase bestaat uit de volgende onderdelen:

1. Vaststellen van een capaciteitsmodel van het referentiekader bij statisch ambulancemanagement.
2. Met behulp van simulaties onderzoeken hoe groot het effect is van dynamisch management op de responstijden van inzetten onder A1-urgentie.

3. Inventariseren van factoren die van invloed zijn op het behalen van een effect van dynamisch ambulancemanagement.
4. Constructie van een variant van het capaciteitsmodel van het referentiekader dat uitgaat van dynamisch ambulancemanagement.

#### **Ad 1: Capaciteitsmodel bij statisch management**

Het model bij statisch management is de basis van het model bij dynamisch management onder punt 4. Uitgangspunt is dat het model voldoende capaciteit berekent zodat, bij statisch management, een vooraf gestelde norm-prestatie kan worden behaald. Het idee van een model bij dynamisch management is dat een bepaalde efficiency kan worden gerealiseerd. Dus dat met dynamisch management een hogere prestatie kan worden behaald. Of dat eenzelfde prestatie kan worden behaald bij minder ambulances. De orde van grootte van deze efficiency schatten we met behulp van simulaties.

Er wordt aangenomen dat niet elke regio in staat is om hetzelfde effect van dynamisch management te realiseren. In de inventarisatie van dynamisch management in de praktijk is door regio's genoemd dat er (omgevings-)factoren zijn geeft die het behalen van een effect van dynamisch management beïnvloeden. In ons onderzoek hebben we een aantal factoren gekwantificeerd en op een rij gezet. Aan de hand hiervan hebben we regio's ingedeeld in klassen die in meer of mindere mate een effect van dynamisch management kunnen verwachten. Deze klassen zijn meegenomen in het capaciteitsmodel om zo een gedifferentieerde capaciteitsberekening te maken waarin rekening wordt gehouden met de voor- en nadelen van omgevingskenmerken van een regio op het behalen van een effect van dynamisch management.

#### *Uitgangspunten*

In dit onderzoek is ervan uitgegaan dat het huidige capaciteitsmodel van het referentiekader een model is voor statisch ambulancemanagement. En dat dit model voldoende capaciteit berekent om bij statisch ambulance management de norm-prestaties te behalen. Dit uitgangspunt is in de klankbordgroep besproken en er zijn kanttekeningen bij geplaatst. Deze kanttekeningen komen voort uit de constatering dat niet alle regio's op dit moment de norm-prestaties halen. Ondanks dat in de praktijk al met dynamisch ambulancemanagement wordt gewerkt. De vraag is of het capaciteitsmodel voldoende capaciteit voorziet om de norm-prestatie te behalen, of dat er sprake is van suboptimale inzet van ambulances. Dit onderzoek bood geen ruimte om deze vraag diepgaand te analyseren.

Ondanks deze kanttekening is vastgehouden aan de aanname en is uitgegaan van het huidige capaciteitsmodel. Verder is er voor gekozen om voor de DAM-variant geen volledig nieuw model te ontwikkelen. Het betekent onder andere dat

1. de capaciteitsberekening in de vorm van de drie deelmodellen voor spoed-, geografisch en besteld vervoer in grote lijnen gehandhaafd blijft;
2. de capaciteitsberekening voor spoedvervoer op RAV-niveau gehandhaafd blijft;



3. de toedeling van extra capaciteit in het geografisch deelmodel om de paraatheid in een regio te borgen, in relatie tot model voor spoedvervoer op RAV-niveau, gehandhaafd blijft;
4. de berekening van de benodigde capaciteit voor besteld vervoer op basis van het benodigd aantal beschikbare uren in grote lijnen gehandhaafd blijft.

Verder moet het te construeren capaciteitsmodel voor dynamisch management 'houdbaar' zijn, dat wil zeggen dat het model bij een volgende actualisatie van het referentiekader ook kan worden gebruikt, met een geringe actualisatie van parameters, maar zonder dat dan een uitgebreid en langdurig onderzoek moet plaatsvinden.

### **Ad 2: Effect van dynamisch management**

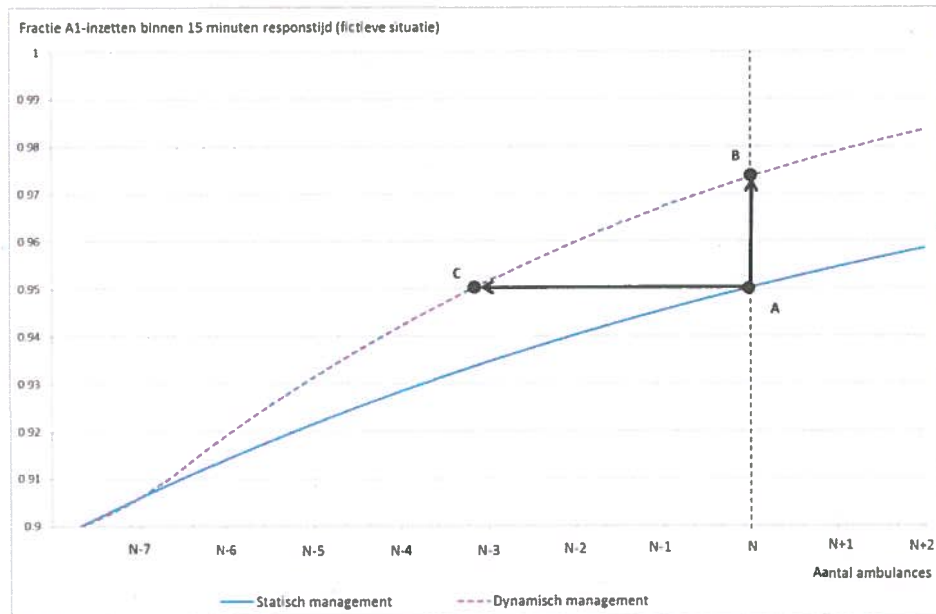
In het onderzoek veronderstellen we dat het effect van dynamisch management gekwantificeerd kan worden zoals geschetst in figuur 3.1. De grafiek toont een (fictieve) prestatiecurve als functie van het aantal ingeroosterde ambulances. De figuur geeft een uitvergroting van het gebied rond de 95%-prestatie lijn, dat bij  $N$  ambulances gehaald wordt. De prestaties nemen toe met het aantal ambulances dat kan worden ingezet, de marginale opbrengsten nemen af. De stap van 90 naar 91% prestatie is relatief eenvoudiger te maken dan de stap van 96 naar 97%. Dynamisch management kan de prestatiecurve naar boven brengen: met een gelijk aantal ambulances kan de prestatie worden verbeterd.

De verbeterde prestatie kan worden beschouwd langs twee lijnen. Bij gelijkblijvend aantal van  $N$  ambulances kan langs de lijn A-B door dynamisch management een betere prestatie worden gehaald. De mate waarin dit gerealiseerd kan worden hangt af van een aantal omgevingsfactoren en het algoritme, de beslisregels, van het dynamisch management. Vanuit een ander oogpunt kunnen de prestaties van punt A ook behaald worden met minder dan  $N$  ambulances wanneer dynamisch management wordt toegepast. Dit is de beweging langs de lijn A-C.<sup>4</sup>

#### *Met simulaties het effect schatten*

In dit onderzoek is het effect van dynamisch management geschat met behulp van simulatie. Hierbij is eenzelfde situatie (regio en aantal incidenten) gesimuleerd met verschillende regimes voor het aansturen van ambulances. In de basissituatie is uitgegaan van statisch management. Deze situatie is met verschillende aantallen ambulances doorgerekend. Vervolgens zijn de simulaties opnieuw gedaan met toepassen van dynamisch management. Aan de hand van de uitkomsten van de simulaties zijn de prestatiecurves uit figuur 3.1 geschetst en is het effect van dynamisch management geschat. De simulaties zijn

<sup>4</sup> In het referentiekader-2004 en -2008 was het effect van de lijn A-C uitgewerkt in de zogenaamde 'minimumvariant' van het capaciteitsmodel. In 2007 varieerde het aantal ambulances A-C per regio tussen 0 en 5 ambulances.



*Figuur 3.1: Schets van het verschil tussen statisch en dynamisch ambulancemanagement (fictieve situatie): prestatie als functie van het aantal ambulances.*

uitgevoerd met gebruik van verschillende algoritmes voor dynamisch management. Deze leiden tot verschillende prestatiecurves. Ook de simulaties bij statisch management hangen af van een aantal uitgangspunten van de simulaties. Deze factoren spelen een belangrijke rol in de schatting van het effect van dynamisch management.

### **Ad 3: Factoren die het effect van statisch management bepalen**

In de inventarisatie van dynamisch management in de praktijk van de Nederlandse ambulancezorg zijn verschillende factoren genoemd die van invloed zijn op het behalen van een effect van dynamisch management. Deze factoren zijn besproken in de klankbordgroep en er is een ranglijst gemaakt van factoren waarvan aangenomen wordt dat deze het meest bepalend zijn voor het behalen van een effect van dynamisch management. Voorwaarde was ook dat de factoren numeriek uit te drukken zijn, omdat ze worden meegenomen in de modellering.

De factoren zijn gebruikt om regio's in te delen naar klassen. De klassen weerspiegelen de mogelijkheid om meer of minder effect van dynamisch management te kunnen realiseren. Deze klassen zijn op hun beurt gebruikt het capaciteitsmodel.

### **Ad 4: Capaciteitsmodellering op basis van DAM**

Het huidige capaciteitsmodel van het referentiekader is verder ontwikkeld waarbij er per regio-klasse een effect van dynamisch management is gemodelleerd. Refererend aan figuur 3.1 is per regio-klasse het verschil in aantal ambulances langs de lijn AC geschat. Dit is de lijn waarop 95% van de A1-inzetten binnen 15 minuten responstijd wordt gerealiseerd, de 95% prestatielijn. Dit aantal is in de capaciteitsberekening ingebracht als een efficiency die kan worden

behaald als gevolg van een effectief toepassen van dynamisch management.

### 3.2 DAM in de literatuur

De inventarisatie van dynamisch management in de literatuur omvatte zowel de grijze literatuur als wetenschappelijke publicaties.

#### *Grijze literatuur*

In Nederland heeft Ambulancezorg Nederland (AZN) in een beleidsnotitie en convenant uit 2009 een formulering voor DAM gegeven. Dynamisch ambulancemanagement wordt gezien als een instrument om de beschikbare zorgcapaciteit 'zo efficiënt en doelmatig' mogelijk in te zetten. Voor de regio betekent dit dat de meldkamer ambulancezorg (MKA) de ambulancevoertuigen zodanig positioneert dat zij 'maximaal' inzetbaar zijn. Ook wordt er van uitgegaan dat, in geval van een spoedeisende vraag en onvoldoende beschikbare capaciteit binnen een RAV-regio, de MKA beschikbare ambulances uit andere regio's kan inzetten. Voorwaarde voor DAM is dat de MKA inzicht heeft in de real-time ambulancecapaciteit en de posities waar de beschikbare ambulances zich bevinden en dat er afspraken tussen de RAV's zijn over de voorwaarden waaronder ambulances van andere RAV's kunnen worden ingezet.

In het Uniform Begrippenkader Ambulancezorg wordt dynamisch ambulancemanagement als volgt geformuleerd (AZN, 2013a):

*Dynamisch ambulancemanagement is de wijze waarop de MKA de beschikbare ambulancecapaciteit inzet. De MKA draagt zorg voor een optimale spreiding en beschikbaarheid van de ambulancecapaciteit in de eigen regio, maar kan in voorkomende gevallen ook een beroep doen op de ambulancecapaciteit van een andere regio. Met andere woorden: dynamisch ambulancemanagement heeft zowel betrekking op regionaal als op bovenregionaal niveau.*

Deze definitie geeft nog erg veel interpretatievrijheid en refereert onvoldoende naar het dynamische karakter van DAM. Ook ontbreekt een relatie met het doel, namelijk het behalen van korte responstijden of een adequate zorgverlening. Merk op dat onze omschrijving van statische ambulancemanagement past in bovenstaande definitie omdat de 'wijze waarop' niet gespecificeerd is en op verschillende manieren ingevuld kan worden.

#### *Wetenschappelijke literatuur*

In de wetenschappelijke literatuur zijn de definities voor DAM specifieker dan in de AZN-beleidsnotitie. In het overzichtsartikel *Operations research tools for addressing current challenges in emergency medical services* (Henderson, 2010) wordt dynamisch ambulancemanagement omschreven als de strategie voor het herschikken van ambulances om de prestaties (*performance*) te borgen. Met prestaties worden in dit geval korte responstijden bedoeld. Er zijn verschillende manieren om dynamisch ambulancemanagement uit te werken. Een van deze manieren is *system-status management* (SSM). Deze methode is in de jaren '80 van de vorige eeuw ontwikkeld in de Verenigde Staten en

berekende a-priori optimale posities van ambulances gedurende de dag en gedurende de week. De posities variëren over het uur van de dag en de dag van de week. Op deze manier bewegen de ambulances gedurende de dag mee met de (forensische) bewegingen van mensen. De locaties zijn gebaseerd op korte responstijden voor de verwachte vraag op een tijdstip van de dag. Met de ontwikkeling van de rekenkracht en beschikbaarheid van GIS-technologie zijn deze ideeën uitgegroeid naar real-time algoritmes voor DAM. Bovendien kunnen de nieuwe algoritmes ook rekening houden met de beschikbaarheid van de ambulances en de veranderingen van de status van de ambulances. Verplaatsingen van ambulances kunnen dan afhangen van het aantal beschikbare ambulances en van de real-time posities van deze ambulances en het vrijkomen van ambulances in de nabije toekomst. In de real-time modellen wordt onderscheid gemaakt naar 'locatie-tabellen' en real-time optimalisatie. Bij locatie-tabellen zijn de posities van de ambulances a-priori bepaald, maar de bezetting van deze posities hangt af van het aantal vrije ambulances op een moment van de dag. Centralisten schuiven ambulances naar bepaalde locaties afhankelijk van het aantal vrije ambulances. Bij real-time optimalisatie zijn de posities en verplaatsingen vooraf niet bekend maar worden bepaald aan de hand van actuele posities en statussen van ambulances in een gebied. In dit hoofdstuk bespreken we de ontwikkeling en de huidige stand van zaken in deze modellen.

#### *Voorwaarden voor praktische toepassing*

Voor een effectieve toepassing van dynamisch ambulancemanagement zijn er twee noodzakelijke voorwaarden: een technische en een organisatorische (Henderson, 2010). Ten eerste moet de meldkamer op de hoogte zijn van de actuele locaties van ambulances. Dit veronderstelt een *automatisch voertuig locatie systeem (AVLS)* op de ambulance met terugkoppeling naar de beeldschermen op de meldkamer. De GPS informatie wordt gebruikt bij het doorrekenen van algoritmes voor het verplaatsen en inzetten van ambulances. Actuele en exacte kennis van de positie en de status van de ambulances is een noodzakelijke voorwaarde voor DAM. Een tweede noodzakelijke voorwaarde is voldoende motivatie bij de ambulanceteams. Een slecht ingevoerd dynamisch management systeem kan leiden tot veel loze voertuigbewegingen. Ambulancemedewerkers kunnen het verplaatsen en heralloceren van ambulances als onnodig ervaren en zien dan niet altijd het nut van dynamisch management. Daarom is een voorzichtige implementatie van dynamisch management met de juiste communicatie naar de medewerkers toe geboden.

#### *Twee pijlers van DAM*

In deze context valt management van ambulances uiteen in twee zaken: spreiding en beschikbaarheid. Dat geldt voor statisch en voor dynamisch management. Een goede spreiding van ambulances is een eerste vereiste voor korte responstijden, het beschikbaar hebben van voldoende ambulances is een tweede vereiste. In de wetenschappelijke literatuur is deze tweedeling ook te zien (Brotcorne et al., 2003; Ingolfsson, 2012). Modellen waarin deze twee onderwerpen integraal worden benaderd zijn er sinds ongeveer 25 jaar. De vroege publicaties van modellen voor de spreiding van standplaatsen dateren uit begin jaren '70 van de vorige eeuw. Deze eerste modellen hadden betrekking

op een statisch en deterministisch locatieprobleem. Deze modellen waren bruikbaar voor het plannen van een dekkingsprobleem met een aantal voertuigen maar gingen voorbij aan stochastische kenmerken van het proces van de ambulancezorg. In de jaren '80 van de vorige eeuw kwam het besef dat met deze kenmerken rekening gehouden moest worden en werden probabilistische modellen ontwikkeld. Deze hielden rekening met het feit dat ambulances soms niet beschikbaar zijn voor een inzet en dat de dekking van een standplaats als een 'waarschijnlijkheid' moest worden gezien. Deze bezetting was afhankelijk van de gelijktijdigheid van de vraag naar ambulancezorg en van het aantal gestationeerde ambulances. In de jaren 90 stijgt het aantal publicaties maar dit aantal neemt pas echt een vlucht sinds ongeveer het jaar 2000. De toename gaat gelijk op met de ontwikkeling van informatietechnologie en het gebruik van GPS en AVLS. De afgelopen vijftien jaar zijn diverse dynamische modellen gepubliceerd. In deze modellen worden gedurende de dag herhaaldelijk locaties van beschikbare ambulances opnieuw bepaald. Een van de veel gebruikte technieken hierbij is dynamisch programmeren. Deze techniek heeft zijn beperkingen doordat de optimale oplossing gezocht moet worden in een hele grote oplossingsruimte. Maar met de toegenomen rekenkracht zijn meer oplossingsmethoden voor het dynamische programmeren mogelijk geworden.

#### *Statische locatiemodellen*

Eén van de eerste locatiemodellen voor ambulances is het *Location Set Covering Model (LSCM)* (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 een gebied (ambulance-regio) in zijn geheel te verzorgen maar 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. In werkelijkheid is het aantal beschikbare standplaatsen beperkt en is een volledige dekking niet haalbaar. Het *Maximal Covering Location Problem (MCLP)* model gaat uit van een maximaal aantal ( $p$ ) standplaatsen (Church and ReVelle, 1974). 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. Als varianten op deze modellen zijn te noemen een model dat uitgaat van meerdere types ambulances (Schilling et al., 1979), het DSM-model dat uitgaat van back-up capaciteit aan de hand van optimalisatie van dubbele dekking (Gendreau et al.; 1997), soms met verschillende responstijden voor verschillende types vraag naar ambulancezorg (Hogan en ReVelle; 1986);

#### *Probabilistische locatiemodellen*

De probabilistische modellen houden rekening met de mogelijkheid dat ambulances een deel van hun tijd niet beschikbaar zijn. 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. Met 'bezettingsgraad' wordt hier bedoeld de fractie van de beschikbare tijd waarop de ambulance met een inzet bezig is. Bij een bezettingsgraad van 0,5 is de ambulance voor de helft van de tijd met een inzet bezig, dus bezet en niet beschikbaar voor een inzet. In sommige modellen wordt aan de bezettingsgraad een kansverdeling gekoppeld, deze is dan probabilistisch. In het voorbeeld is de ambulance dan met een bepaalde kans voor de helft van de beschikbare tijd bezet. De probabilistische bezettingsgraad van ambulance en standplaats zoals beschreven in het MEXCLP-model heeft in de loop der jaren een centrale rol aangenomen in de locatiemodellen voor de ambulancezorg. 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.<sup>5</sup> Deze aanname bemoeilijkt het oplossen van het probleem aanzienlijk. Voor het oplossen van dit niet-lineaire probleem kan gebruik worden gemaakt van extra algoritmes om de verwachte bezettingsgraden te bepalen, zoals het 'Hypercube'-model (Larson, 1974). Ook is het mogelijk om lineaire benaderingen te hanteren voor het niet-lineaire probleem van probabilistische bezettingsgraden (Van den Berg et al., 2015). De rekentijd voor het bepalen van de oplossing wordt aanzienlijk verkort in vergelijking met de niet-lineaire benadering. Daarmee wordt het mogelijk om het locatiealgoritme voor een groter gebied door te rekenen. 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.

#### *Dynamische modellen*

Een logische ontwikkeling was de stap naar modellen die rekening houden met de veranderingen in de tijd. Het is bekend dat de vraag naar ambulancezorg varieert over de dag, over de week en over de seizoenen. Zo werd het MEXCLP-model doorontwikkeld 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 het MEXCLP-model 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 uit 1997, dat een bepaalde mate van dubbele dekking

<sup>5</sup> In de praktijk verschilt de bezettingsgraad per ambulance, afhankelijk van de vraag naar ambulancezorg in een gebied. Ambulances kunnen toegewezen worden aan een standplaats, daarmee kan de bezettingsgraad per standplaats verschillen. Een model waarin rekening wordt gehouden met deze verschillen benadert de werkelijkheid meer dan een model waarin dit niet gebeurt.

optimaliseert, is door de auteurs doorontwikkeld naar een dynamische variant, de DDSM (Gendreau et al, 2001). Dit model kan gezien worden als een eerste model voor dynamisch management. In de dynamische variant wordt het DSM-model doorgerekend voor opeenvolgende tijdstippen, met penalty's op het aantal voertuigverplaatsingen. In tegenstelling tot het SSM-model, dat de verplaatsingen a-priori berekent, wordt het DDSM-model na elke nieuwe inzet opnieuw doorgerekend. Dit onderscheid maakt het een real-time 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). Hiervoor wordt het model simultaan over alle periodes opgelost. Het *Dynamically Available Coverage Location* model berekent de verplaatsingen ook over een aantal tijdsblokken (Rajagopalan et al., 2008). Het model gaat uit van een niet-lineaire bezettingsgraad van ambulances en bepaalt optimale locaties per tijdsblok, afhankelijk van de vraag naar ambulancezorg in het tijdsblok. Het optimaliseren van de dekking door een beperkt aantal voertuigverplaatsingen met gebruik van het MEXCLP model is uitgewerkt in het *Maximal Expected Coverage Relocation Problem* (MECRP) (Gendreau et al., 2006).

Methodes voor het bepalen van optimale locaties voor ambulances kunnen verdeeld worden in twee soorten: die waarbij de mogelijke locaties vooraf bekend zijn en die waarbij dit niet zo is. Het vrij kiezen van locaties bemoeilijkt het doorrekenen van een algoritme aanzienlijk. Daarom wordt in veel gevallen uitgegaan van voorgeschreven locaties. Een veelvoorkomende manier voor herpositioneren van ambulances is om gebruik te maken van locatie-tabellen (in Engels: lookup table), door sommigen ook wel 'schuif-tabellen' genoemd. Deze tabellen definiëren de posten waar ambulances gestationeerd moeten worden afhankelijk van het aantal vrije ambulances. De locaties worden veelal bepaald op basis van de dekking, eventueel gewogen naar de vraag in een gebied op een moment van de dag. De tabellen kunnen vooraf worden bepaald en vanuit praktisch oogpunt wordt vaak uitgegaan van voorgeschreven locaties, zoals standplaatsen, uitrukposten. De wijze waarop centralisten de ambulances over de verschillende posten schuiven kan de effectiviteit van de tabellen beïnvloeden. In sommige gevallen kunnen veel en lange voertuigbewegingen nodig zijn om een dekking te realiseren. Bij het dynamisch doorrekenen van locaties en verplaatsingen is dit probleem minder groot. Bij stochastisch dynamisch programmeren worden voertuigverplaatsingen bepaald op basis van de (real-time) situatie van het moment, rekening houdend met statussen van voertuigen in de omgeving, rijtijden van de ambulances en de verwachte vraag in de nabije toekomst. In deze gevallen wordt de ambulancezorg als Markov-model gemodelleerd en wordt met dynamisch programmeren een oplossing voor het verplaatsen van voertuigen bepaald. Een nadeel van het Markov Decision Process (MDP) is dat de rekentijd enorm toeneemt bij grote aantallen ambulances, omdat de toestandsruimte enorm groot wordt, en optimale oplossingen niet meer bepaald kunnen worden. In die gevallen kan wel worden gerekend met suboptimale oplossingen en benaderingen van de optimale situatie, *approximated dynamic*

*programming* (ADP), (Maxwell, 2011; Van Barneveld *et al.*, 2016). Deze methodes zijn nog steeds rekenintensief en vragen bovendien veel input-gegevens. Een alternatief is om de verplaatsingen te bepalen aan de hand van een vereenvoudigd model dat makkelijker door te rekenen is en toch voldoende accuraat is (Jagtenberg *et al.*, 2015). Deze heuristiek bouwt voort op het MEXCLP-model en resulteert in een beperkt aantal voertuigverplaatsingen waarmee, in vergelijking met een statisch management, kortere responstijden gerealiseerd kunnen worden.

#### *Betekenis voor de Nederlandse praktijk*

Modellen uit de wetenschappelijke literatuur kunnen bruikbaar zijn voor de praktijk van de Nederlandse ambulancezorg. Analyses van de spreiding van standplaatsen en van ambulances kunnen inzicht geven in de bereikbaarheid. Modellen en optimalisaties kunnen helpen de bereikbaarheid te verbeteren. Hetzelfde geldt voor het gebruik van DAM-modellen uit de wetenschappelijke literatuur, al ligt het toepassen van real-time DAM-modellen wat lastiger vanwege de implementatie. Soms is inbedding in meldkamersoftware nodig.

### **3.3 DAM in de praktijk**

Om na te gaan hoe DAM in de praktijk van de Nederlandse ambulancezorg wordt gehanteerd zijn interviews gehouden met betrokkenen van tien meldkamers en RAV's in Nederland. De interviews zijn in de periode december-2014 tot en met augustus 2015 afgenomen. De interviews bestonden uit een aantal open vragen. Gevraagd is of de organisatie met DAM werkt en zo ja, op welke manier dit is geoperationaliseerd. Ook is gevraagd welke aspecten en kenmerken de RAV belangrijk vindt voor een capaciteitsmodel dat uitgaat van DAM en met welke randvoorwaarden en uitgangspunten rekening gehouden zou moeten worden.

De volgende organisaties zijn gesproken: MKA Noord Nederland, met vertegenwoordigers van de RAV's Groningen, Friesland en Drenthe. Meldkamer Oost Nederland (MON), met vertegenwoordigers van Witte Kruis Ambulancezorg en de MON. RAV Gelderland-Midden, RAV Gelderland Zuid, RAV Brabant Midden West en -Noord, RAV Hollands Midden, Ambulance Amsterdam, RAV Flevoland. Er zijn schriftelijke reactie gekregen van RAV Brabant Zuidoost en Rotterdam-Rijnmond.

#### *Algemene kenmerken DAM*

Het uitgeven van een inzet gebeurt op de meldkamer ambulancezorg. De meldkamer heeft overzicht van de posities en de statussen van de ambulances in de regio. De meldkamer is de plek waar dynamisch ambulancemanagement wordt geregisseerd. Dynamisch ambulancemanagement kenmerkt zich door het verplaatsen van ambulances om voor toekomstige meldingen korte responstijden te kunnen realiseren. Op het moment dat er geen actuele melding is die een inzet vraagt, kunnen ambulances verplaatst worden om de paraatheid in een gebied te verbeteren. Deze verplaatsingen worden *voorwaardescheppende ritten* genoemd. Ook wordt gesproken van het *schuiven* van ambulances, of *schuifritten*. Het verplaatsen van ambulances zonder een intentie van een inzet wordt ook wel



*heralloceren* genoemd. De locaties waarvan gebruik wordt gemaakt bij deze schuifritten worden ook wel *VWS-locaties* genoemd, of *schuifposten*.

Als er een melding is waaruit een inzet volgt zal de centralist beslissen welke ambulance ingezet wordt. In de meeste gevallen, zeker bij een levensbedreigende situatie, zal de ambulance met de kortste rijtijd worden ingezet, dit is meestal de dichtstbijzijnde ambulance. Maar er zijn ook situaties waarin een andere ambulance dan de dichtstbijzijnde kan worden ingezet. Bijvoorbeeld bij een inzet met lage urgentie en wanneer de dichtstbijzijnde ambulance beschikbaar moet blijven voor het borgen van de dekking. Deze keuze van de centralist is ook onderdeel van dynamisch management maar blijft in dit onderzoek buiten beschouwing. We beperken ons tot de verschillende manieren waarop de spreiding van ambulances plaatsvindt.

Een kenmerk van dynamisch ambulance management is het verplaatsen van ambulances om de dekking te verbeteren en om korte responstijden te realiseren. De verplaatsingen worden opgedragen door de centralisten van de meldkamer ambulancezorg. Deze centralisten kunnen ambulances van hun eigen regio verplaatsen, in de meeste gevallen kan een meldkamer ambulances uit een andere regio niet inzetten voor dynamisch management. Wel kan een ambulance uit een andere regio worden ingezet voor een spoedeisende melding, als deze ambulance de kortste responstijd heeft. Dynamisch management is dus gericht op het bewaken van dekking en responstijden, en omdat het presteren van een RAV is geformuleerd ten opzichte van haar eigen regio, is de bewaking van de dekking gericht op de eigen regio. Hierdoor kan de dekking in grensgebieden verminderen. Of dit gebeurt, hangt af van de verwachte vraag in het grensgebied. Als deze voldoende groot is zal het grensgebied gedekt blijven. Een mogelijk effect van dynamisch management is dus een verminderde dekking van de grensgebieden.

#### *Resultaten van de inventarisatie DAM in de praktijk*

Er zijn verschillen tussen de regio's in het toepassen van dynamisch management. Een regio kan al of niet ambulances verplaatsen om de paraatheid te borgen en het verplaatsen kan op verschillende manieren. De meeste regio's – maar niet allemaal – verplaatsen hun vrije ambulances naar strategische locaties om de dekking in een gebied te verbeteren. De beslisregels waarop het schuiven is gebaseerd zijn voor elke regio anders. Daarnaast verschillen de meldkamers in het gebruik van ondersteunende software of schema's. Regio's noemen verschillende factoren als bepalende randvoorwaarden voor een effectief dynamisch management. Hieronder wordt een samenvatting van de inventarisatie gegeven, een uitgebreid verslag is opgenomen in bijlage 5.

#### *Doelstelling*

Alle RAV's geven aan dat het doel van DAM is: het borgen van de geografische dekking van de regio, door sommigen ook wel 'risicogebieden' genoemd, eventueel met een weging naar inwoners/stedelijkheid. Er zijn verschillen tussen de regio's met betrekking tot het te dekken gebied en de beoogde korte responstijden: sommige regio's concentreren zich op stedelijke gebieden omdat daar

meer vraag naar ambulancezorg is, anderen beogen het totale gebied te dekken.

**Uitvoering** De centralist bepaalt de voertuigverplaatsingen. In ongeveer de helft van de meldkamers is functiedifferentiatie, hierbij is er een centralist voor het aannemen en uitvragen van de melding, en een centralist voor het uitgeven van de opdracht aan de ambulance. Zonder functiedifferentiatie is er één soort centralist die alle taken verzorgt. Bij functiedifferentiatie bepaalt de uitgifte-centralist de verplaatsingen. Bij de verplaatsingen houden centralisten rekening met auto's die op korte termijn vrijkomen, dienstroosters, rustpauzes en werkdruk van teams. In ruim driekwart van de geïnterviewde regio's voeren centralisten DAM uit op basis van hun eigen expertise, met software-ondersteuning. Meldkamers die meerdere RAV's bedienen kunnen voor deze regio's verschillende DAM-regimes hanteren.

### **Beslisregels**

Het moment dat het aantal vrije ambulances verandert, bij aanvang en beëindigen van een inzet, is het beslismoment voor het al of niet verplaatsen van voertuigen. Op dit beslismoment wordt de dekking geëvalueerd, al of niet met meenemen van de status van andere voertuigen en de verwachte vraag in de nabije toekomst. Voertuigverplaatsingen worden vaak bepaald aan de hand van een tabel met vooraf bepaalde locaties waarop de ambulances gestationeerd kunnen worden. De tabel is gespecificeerd naar het aantal vrije ambulances. In één regio wordt gebruik gemaakt van een real-time software-systeem, waarbij voor de voertuigverplaatsingen rekening gehouden wordt met statusveranderingen en rijtijden van ambulances en de verwachte vraag in de nabije toekomst. In enkele RAV's bepaalt de centralist de verplaatsingen aan de hand van eigen expert-kennis en ervaring, er is geen ondersteuning van software of tabel. In de meeste regio's wordt voor het heralloceren geen prognose van de vraag in de nabije toekomst gedaan. In ongeveer de helft van de RAV's wordt *directe inzet van ambulances*<sup>6</sup> (DIA) gehanteerd om korte responstijden te realiseren. In sommige RAV's is er een dagelijkse evaluatie van het dynamisch management. In ongeveer de helft van de RAV's wordt dynamisch management dag en nacht in de gehele regio toegepast. Een aantal RAV's geeft aan dat de voertuigverplaatsingen 's nachts minder frequent zijn. Een enkele RAV geeft aan 's nachts geen DAM te hanteren. Een RAV geeft aan DAM alleen in stedelijk gebied toe te passen.

### **Randvoorwaarden**

De interactie met besteld vervoer, waarbij ambulances voor besteld vervoer met lage urgentie ingezet kunnen worden voor spoedeisende inzetten maakt dynamisch management effectiever. Mogelijkheden voor interactie tussen spoed en besteld vervoer worden mede bepaald door het aantal en soort ziekenhuizen in de regio. Er zijn afspraken met spoedeisende hulpafdelingen (SEH's) over welke patiënt waar naar toe

<sup>6</sup> Directe inzet ambulances (DIA) houdt in dat bij een melding een ambulance ingezet wordt zodra de plaats van het incident bekend, nog voordat vastgesteld is of er een indicatie is voor een inzet. Als gedurende de uitvraag vastgesteld wordt dat er geen inzet nodig is, wordt betreffende ambulance teruggeroepen en wordt de inzet geannuleerd.

wordt gebracht (zorgpaden), als gevolg soms langere ritduren. De grote verschillen in overdrachtstijden tussen ziekenhuizen maakt de ritduur groter en beperkt de DAM-mogelijkheden. Een goede uitvoering van burenhulp geeft meer effect van dynamisch management. Het samengaan van meldkamers geeft veel winst in dynamisch management omdat meldkamer-vertraging in de doorgifte van inzetten is weggefallen en omdat er meer gebruik gemaakt wordt van elkaars auto's. Grenzen met het buitenland en de paraatheidsvorm in dienstroosters beperken de mogelijkheden van dynamisch management.

#### *Aspecten voor een capaciteitsmodel*

Regionale kenmerken zijn van belang voor het realiseren van goede prestaties bij DAM: ronde, compacte regio's hebben meer kans op goed presteren, evenals de mate van overlap van standplaatsen en de mogelijkheden voor burenhulp en de beperkingen van buitenlandsgrenzen. Een capaciteitsmodel zou rekening kunnen houden met de hoeveelheid en de aard van het besteld vervoer, daartegenover is ook genoemd dat overwogen kan worden om capaciteitsmodellen van spoed en besteld vervoer te scheiden omdat deze vervoerstypen verschillende dynamiek en kenmerken hebben. Een model zou net als in de praktijk moeten uitgaan van strategische locaties voor het heralloceren van ambulances en onderscheid kunnen maken tussen stedelijk en plattelandsgebied. Ontwikkelingen in het zorggebruik, met een groeiend aantal inzetten voor 'Eerste Hulp Geen vervoer'<sup>7</sup> (EHGV) en inzetten voor HAP's, hebben effect op het dynamisch management. Sluitingen van spoedeisende hulpafdelingen kan leiden tot langere ritduren en hogere bezetting van de auto's; het effect op de prestaties in de periferie is naar verwachting groot. Een model zou kunnen uitgaan van een gedifferentieerde prestatienorm. De beschikbare capaciteit in de ambulancezorg hangt af van het gehele systeem van acute zorg.

### **3.4 Capaciteitsmodel bij statisch ambulancemanagement**

In dit onderzoek is aangenomen dat het capaciteitsmodel van het referentiekader-2013 het model bij statisch management is. In deze paragraaf gaan we na hoe valide deze aanname is. We willen nagaan of het model voor alle regio's het punt A in figuur 3.1 benadert, we gaan na of het model voldoende capaciteit berekent zodat een RAV 95% van de spoedeisende inzetten binnen de norm responstijd kan realiseren.

Dat doen we in de volgende vier stappen.

1. Een bespreking van een aantal uitgangspunten van het capaciteitsmodel van het referentiekader. Daarbij kijken we specifiek naar punten die gerelateerd zijn aan het aspect van dynamisch management, in het bijzonder naar het spreidingsmodel dat gehanteerd wordt in de capaciteitsberekeningen. Hierbij kijken we ook naar de aannames die in het verleden zijn gemaakt ten aanzien van dynamisch management in het referentiekader.
2. Een bespreking van de geleverde prestaties, het aantal A1-inzetten dat binnen 15 minuten responstijd is gerealiseerd.

<sup>7</sup> Bij EHGV-Inzetten wordt ter plaatse hulp verleend maar vindt geen vervoer plaats van de patiënt.

3. Een bespreking van het model en de geleverde prestaties, om zo een uitspraak te doen over de validiteit van het capaciteitsmodel als model voor statisch management.

#### **Ad 1: Uitgangspunten van het capaciteitsmodel van het referentiekader**

Het capaciteitsmodel kent drie deelmodellen, voor het spoedvervoer, voor de geografische paraatheid en voor het besteld vervoer. Deze modellen worden hier niet uitgebreid besproken, details van de modellen zijn te vinden in het achtergrondrapport van de modellen van het referentiekader uit 2013 (Kommer en Zwakhals, 2013). We bespreken hier de voor dit onderzoek relevante uitgangspunten en modelkenmerken.

De structuur van het capaciteitsmodel van het referentiekader en de uitgangspunten van het referentiekader hangen met elkaar samen. De relatie tussen de te leveren prestaties door de ambulancezorg en de berekende capaciteit door het model is als volgt:

- Het deelmodel voor het spoedvervoer berekent de benodigde capaciteit op RAV-niveau, zodat in vijf procent van de gevallen het mogelijk is dat er geen ambulance beschikbaar is voor een inzet.
- De spreiding van het geografisch deelmodel is zodanig dat 97% van de inwoners van een regio binnen twaalf minuten rijtijd kan worden bereikt. Met drie minuten meld- en uitruktijd komt dit overeen met het bereiken van 97% van de inwoners binnen vijftien minuten responstijd.

Met betrekking tot een model voor statisch management constateren we twee zaken:

- Het model simuleert niet dat elke ambulance na een spoedrit weer terug naar zijn standplaats gaat. Er is geen expliciete vorm van statisch management. Impliciet is dit er wel, in het geografisch deelmodel van het capaciteitsmodel.
- Het model rekent niet met de kans dat een inzet binnen 15 minuten responstijd wordt verzorgd. Er is dus geen directe relatie tussen de prestatienorm uit de praktijk. Die is er wel impliciet, in het uitgangspunt dat in 95% van de meldingen een ambulance beschikbaar is, en dat 97% van de inwoners kan worden bereikt.
- De theoretische uitgangspunten van de capaciteitsmodellering en de prestatiemeting in de praktijk verschillen dus van elkaar: 97% van de inwoners binnen 15 minuten responstijd theoretisch kunnen bereiken en een theoretische capaciteitsberekening waarbij in 95% van de gevallen een ambulance beschikbaar moet kunnen zijn, is iets anders dan 95% van de inzetten binnen 15 minuten responstijd - onder normale omstandigheden - realiseren. Deze discrepantie is in de discussie van het expertteam in 2008 ook geconstateerd. Een oplossing is alleen mogelijk door het gebruik van een andere modelstructuur voor het capaciteitsmodel van het referentiekader. Dat viel buiten de scope van dit onderzoek.

Het model heeft dus andere uitgangspunten dan die waarop de prestaties in de praktijk worden getoetst. De uitgangspunten komen ook

niet overeen met die van statisch ambulancemanagement. Het model benadert de praktijk op deze punten. Gegeven dat het model de praktijk op deze manier benadert, zijn er uitgangspunten van het geografisch deelmodel die aansluiten bij statisch en dynamisch management.

#### *Geografische paraatheid in het capaciteitsmodel*

In het geografisch deelmodel van het capaciteitsmodel van het referentiekader wordt capaciteit berekend om aan de geografische paraatheid te voldoen. Hiervoor wordt uitgegaan van een spreiding van standplaatsen. De spreiding van standplaatsen van het referentiekader is historisch bepaald. In het eerste referentiekader van 2004 is uitgegaan van de werkelijke spreiding van standplaatsen in 2003, met de volgende aanpassingen (PVAZ, 2004; VWS, 2004):

- een stad heeft maximaal twee standplaatsen;
- standplaatsen waarvan het verzorgingsgebied volledig door andere standplaatsen kan worden bereikt zijn verplaatst naar gebieden in Nederland met een lage dekking.

In totaal zijn voor het referentiekader-2004 veertien verplaatsingen gedaan waarmee landelijk 95% van de inwoners binnen twaalf minuten rijtijd bereikt kon worden.

De verplaatsingen waren zodanig dat de landelijke dekkingsnorm van 95% zo snel mogelijk (met zo min mogelijk verplaatsingen) bereikt werd. Dat had wel als gevolg dat enkele dunbevolkte regio's op een laag dekkingspercentage bleven. In de actualisatie in 2008 is hier iets aan gedaan en is het uitgangspunt van het spreidingsplan aangepast naar minstens 97% dekking per regio. Als gevolg hiervan is het aantal standplaatsen uitgebreid van 195 in 2004 naar 206 in 2008. In de laatste actualisatie in 2013 is het uitgangspunt van 2008 gehandhaafd en is de dekking niet uitgebreid.

#### *Twee varianten voor de spreiding*

Dit geografisch deelmodel van het capaciteitsmodel kende twee varianten. De 'maximum' variant ging uit van statisch ambulancemanagement, de 'minimum' variant van dynamisch management, ofwel van 'rijdende paraatheid'. Bij rijdende paraatheid werd aangenomen dat ambulances gestationeerd waren op strategische locaties in de regio en dat deze een minuut minder uitruktijd nodig hadden. Bij de maximum variant werd uitgegaan van twaalf minuten rijtijd en drie minuten meld- en uitruktijd. Bij de minimumvariant werd uitgegaan van een minuut meer rijtijd, dus van dertien minuten rijtijd en twee minuten meld- en uitruktijd. In de capaciteitsberekening was het verschil tussen deze twee varianten gelegen in het aantal standplaatsen in het geografisch deelmodel. In de maximum variant werd uitgegaan van het spreidingsplan van het referentiekader, in de minimumvariant van een aantal 'virtuele uitrukpunten'. Dat waren locaties, optimaal gespreid, zodat een bepaalde dekking kon worden gehaald bij een minuut meer rijtijd.

#### *In het referentiekader-2013 geen minimum variant meer*

In de referentiekaders 2004 en 2008 werd op werkdagen overdag uitgegaan van de minimumvariant. Op werkdagen in de avond en nacht en in de weekenden werd uitgegaan van de maximumvariant. In een

vergelijking van de uitkomsten van het referentiekader met de paraatheid die in de praktijk werd geleverd, heeft het RIVM geconstateerd dat in de praktijk op werkdagen overdag meer capaciteit werd ingezet dan dat het capaciteitsmodel van het referentiekader berekende (Kommer en Zwakhals, 2013). Deze extra capaciteit werd gehaald uit de avond en nacht. Een conclusie was dat de minimumvariant van het referentiekader niet aansloot bij de praktijk. Toen in 2012 een nieuwe versie van het rijtijdenmodel in gebruik werd genomen, die veel kortere rijtijden had dan de eerdere versie uit 2008, werd het verschil in uitkomsten tussen de minimum- en maximumvariant groter. Hierdoor is geconcludeerd dat de minimumvariant onvoldoende recht deed aan de werkelijkheid. Bij het opstellen van het referentiekader-2013 is door het expertteam besloten dat de minimumvariant zou vervallen en dat ook op werkdagen overdag zou worden uitgegaan van de maximumvariant. Maar omdat bekend was dat in de praktijk wel DAM werd gehanteerd kwam het verzoek om het capaciteitsmodel verder te ontwikkelen.

### **Ad 3: Prestaties van de ambulancezorg**

De sectorrapportages 'Ambulances in zicht' over de jaren 2008-2014 publiceren de prestaties van de ambulancezorg (AZN, 2009; 2010; 2011; 2012; 2013; 2014; 2015). Met prestaties wordt hier bedoeld: het aantal inzetten met A1-urgentie dat binnen 15 minuten responstijd is gerealiseerd. De cijfers van 24 regio's over deze zeven jaar zijn weergegeven in de figuren 3.2a tot en met 3.2c.

Als we naar de prestaties in de figuren 3.2a tot en met 3.2c kijken zien we globaal gezegd twee soorten regio's. Regio's van de eerste soort presteren al jaren ongeveer gelijk. De variatie in de prestaties van deze regio's is relatief klein. Er zijn elf regio's met een variatie kleiner dan één. Bij de veertien andere regio's is de variatie in prestaties groter dan één. In veel gevallen zijn de prestaties in de periode 2008-2014 (sterk) verbeterd, soms met wat schommelingen tussen de jaren. Deze variatie is goed te zien in figuur 3.3. Deze geeft een boxplot-weergave van de prestaties per regio. De boven- en onderkant van de 'boxes' geven de interkwartielen, de box geeft 50% van de observaties weer. De dikke streep in de box is de mediaan. De stippen in de figuur zijn uitschieters, deze liggen meer dan 1,5 keer van de lengte van de box af van de mediaan. De uiteinden van de stippellijnen geven de minimum- en maximumwaarden van de waarnemingen, zonder de uitschieters.

In tegenstelling tot de figuren 3.2a tot en met 3.2c is uit figuur 3.3 niet af te lezen of een regio in de loop de tijd beter is gaan presteren. De figuur laat zien dat de mate van prestatieverandering verschilt per regio en dat de prestaties in bepaalde jaren als uitschieter kunnen worden beschouwd. De boxplot laat ook goed zien dat sommige regio's vrij constant presteren en dat andere regio's hun prestaties hebben zien veranderen, wat in de meeste gevallen een verbetering was.



Figuur 3.2a: Prestaties van de regio's Groningen, Friesland, Drenthe, IJsselland, Twente, Noordoost Gelderland, Gelderland-Midden en Gelderland Zuid over de periode 2008-2014: aantal A1-inzetten binnen 15 minuten responstijd (%; bron: Ambulancezorg Nederland 2009; 2010; 2011; 2012; 2013; 2014; 2015).

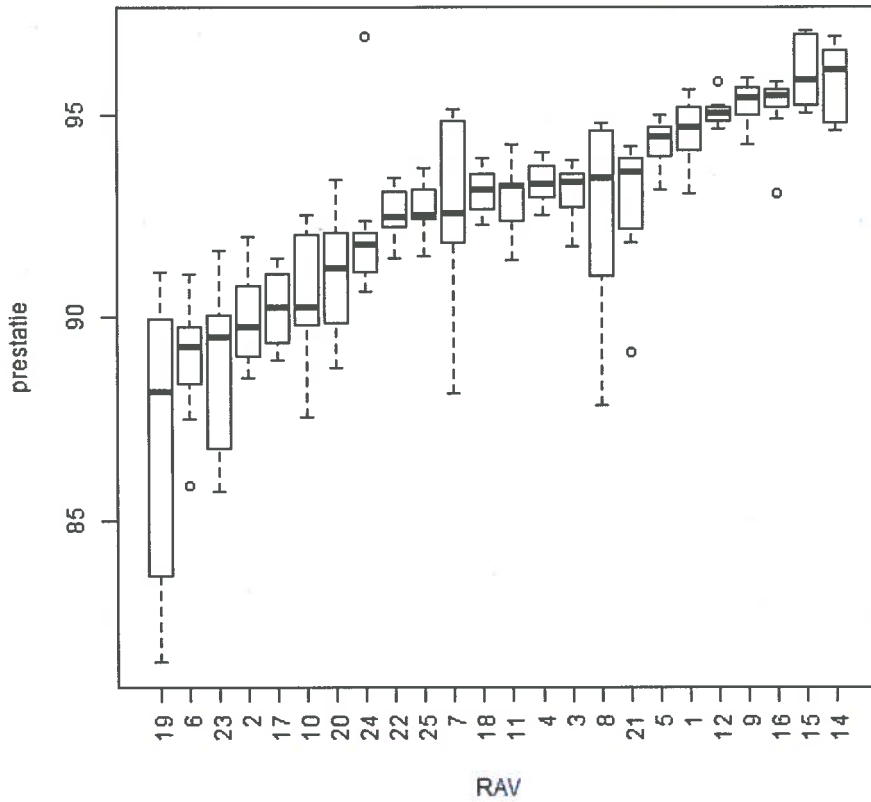


**Figuur 3.2b: Prestaties van de regio's Utrecht, Noord-Holland Noord, Kennemerland, Amsterdam-Waterland, Gooi- en Vechtstreek, Haaglanden, Hollands Midden en Rotterdam Rijnmond over de periode 2008-2014: aantal A1-inzetten binnen 15 minuten responstijd (%; bron: Ambulancezorg Nederland 2009; 2010; 2011; 2012; 2013; 2014; 2015).**

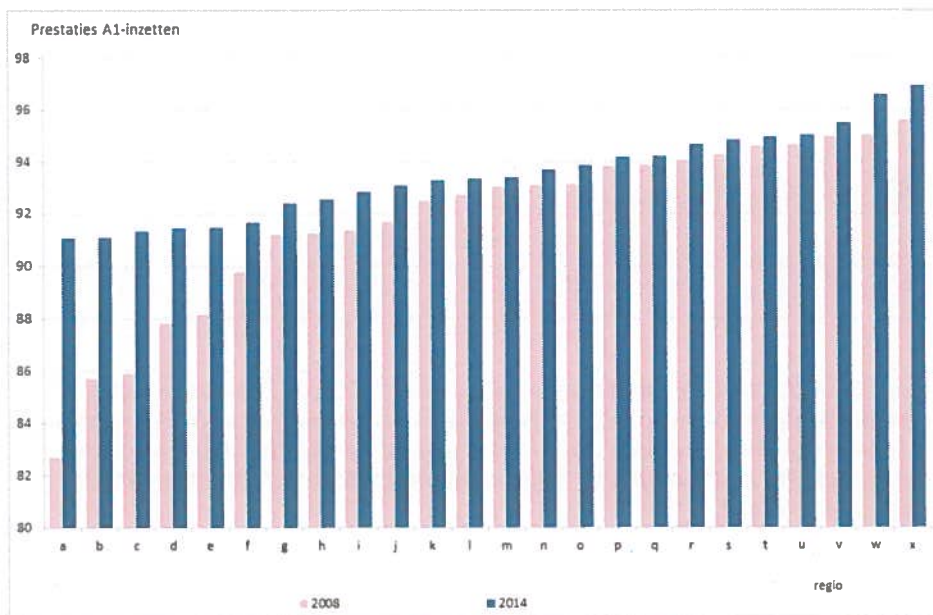




Figuur 3.2c: Prestaties van de regio's Zuid-Holland Zuid, Zeeland, Midden en West-Brabant, Brabant Noord, Brabant Zuidoost, Limburg-Noord, Zuid Limburg en Flevoland over de periode 2008-2014: aantal A1-inzetten binnen 15 minuten responstijd (%; bron: Ambulancezorg Nederland 2009; 2010; 2011; 2012; 2013; 2014; 2015).



Figuur 3.3: Boxplot van de prestaties per regio, gesorteerd op mediane prestatie 2008-2014.



Figuur 3.4: Vergelijking van de prestaties in 2008 en 2014: aantal inzetten A1-urgentie binnen 15 minuten responstijd per regio (%). De regio-aanduiding is met letters aangegeven om een associatie met de reguliere nummering te voorkomen.

*Trend in prestaties*

De verandering in prestaties in de tijd is weergegeven in figuur 3.4. Deze geeft de prestaties in 2008 en 2014, de weergave is onafhankelijk van de regio. Dat wil zeggen dat laagste presterende regio in 2008 niet noodzakelijk correspondeert met de laagst presterende in 2014. De figuur laat zien dat in de periode 2008-2014 de minst presterende regio's een sterke verbetering hebben meegemaakt. De best presterende regio's zijn nog iets beter gaan presteren en de regio's in het middengebied hebben zich licht verbeterd. Over de periode 2008-2014 hebben de regio's samen een verbetering van 42,4 procentpunten laten zien. De gemiddelde prestatie is verbeterd van 91,7 in 2008 naar 93,5 in 2014.

Globaal gezegd zijn er vier achtergronden van de verbetering van de prestaties:

- regio's hebben meer ambulances op de weg gezet;
- er is beter gestuurd op goede prestaties, al of niet met dynamisch management;
- de kwaliteit van de gegevens is verbeterd, waaronder een betere registratie van de responstijden;
- schaalvergroting van de meldkamers ambulancezorg heeft geleid tot een meer doelmatige inzet van ambulances.

Een analyse van deze achtergronden zou meer inzicht geven in de trend in prestaties. Een dergelijke analyse valt echter buiten de scope van dit onderzoek.

De belangrijkste observaties in de trends van de prestaties zijn de volgende:

- Bij de meeste regio's is de variatie in de prestaties relatief klein. Dit wijst op een relatief stabiele situatie, zowel in de spreiding, capaciteit en de kwaliteit van de gegevens.
- Enkele regio's hebben een grote variatie, achtergronden hiervan liggen in een verandering in spreiding, beschikbare capaciteit en in de kwaliteit van de gegevens.
- Vijf regio's hebben gemiddeld over 2008-2014 een prestatie van meer dan 95%.
- Vijf regio's hebben gemiddeld over 2008-2014 een prestatie tussen 93 en 95%.
- Elf regio's hebben gemiddeld over 2008-2014 een prestatie tussen 90 en 93%

Ondanks dat er grote ontwikkelingen in de prestaties zijn constateren we dat de prestaties van een aantal regio's achterblijven ten opzichte van de doelstelling om 95% van de inzetten met A1-urgentie binnen 15 minuten responstijd te realiseren.

**Ad 4: Relatie tussen prestaties en capaciteitsmodel**

Als we in dit onderzoek de prestaties van de ambulancezorg analyseren in het licht van de uitkomsten van het capaciteitsmodel van het referentiekader zijn er twee aspecten die een belangrijke rol spelen. Ten eerste veronderstellen we dat de prestaties in de praktijk gerealiseerd zijn met het aantal ambulances overeenkomstig het referentiekader. Dat hoeft niet in elke regio het geval te zijn omdat het opleiden van

ambulancepersoneel tijd kost en nieuwe ambulanceteams daarom pas na verloop van tijd inzetbaar zijn. Het tweede aspect is het feit dat de spreiding van standplaatsen in de praktijk anders kan zijn dan in het referentiekader. Regio's zijn vrij om een betere spreiding te hanteren dan het referentiekader. Ondanks deze verschillen veronderstellen we in dit onderzoek dat de regio's een aantal ambulances inzet conform het referentiekader.

Het capaciteitsmodel van het referentiekader heeft drie deelmodellen: een voor spoedvervoer, een voor geografische paraatheid en een voor besteld vervoer. De capaciteit wordt in de drie deelmodellen voor alle regio's op dezelfde manier bepaald. De verschillen in de uitkomsten worden bepaald door de inputs. Bij de deelmodellen voor spoed en besteld vervoer zijn dit ritstatistieken: het aantal inzetten en de gemiddelde ritduur. In het geografisch deelmodel is de input de spreiding van standplaatsen, oftewel het gehanteerde spreidingsplan. In het spreidingsplan heeft elke regio een spreiding zodanig dat minstens 97% van de inwoners binnen twaalf minuten rijtijd kan worden bereikt. Het uitgangspunt van 97% dekking is voor alle regio's gelijk, maar de manier waarop dit wordt gerealiseerd is niet voor alle regio's dezelfde. Dit komt doordat de mate van overlap in dekking tussen de regio's verschilt. Een grote overlap van dekking is genoemd als positieve factor voor een effectief dynamisch management. Er zou dus een relatie kunnen bestaan tussen de behaalde prestaties en de mate van overlap tussen de standplaatsen. In deze paragraaf kijken we naar deze relatie.

Figuur 3.5 geeft een overzicht van de dubbele en driedubbele dekking per regio, gebaseerd op de spreiding van het referentiekader, en toont de regio naar haar gemiddelde prestatie in de periode 2008-2012. De dekking is hier gedefinieerd als het aantal inwoners dat binnen twaalf minuten rijtijd vanaf een standplaats van het referentiekader kan worden bereikt. De mate van dubbele dekking is het percentage inwoners van een regio dat binnen twaalf minuten rijtijd vanuit twee of meer standplaatsen kan worden bereikt. Bij driedubbele dekking gaat het om het bereik door drie of meer standplaatsen.

De dubbele dekking varieert tussen 31% voor regio Flevoland en 100% voor de regio's Amsterdam-Waterland, Gooi- en Vechtstreek en Haaglanden. De mate van driedubbele dekking verschilt van 1,6% voor regio Limburg-Noord tot 100% voor regio Amsterdam-Waterland.

Er lijkt een lichte relatie tussen de mate van dekking en de geleverde prestaties. Het volgende patroon is zichtbaar:

- De regio's met hoge prestaties, gemiddeld meer dan 95% prestatie over 2008-2014, hebben allen meer dan 90% dubbele dekking. Drie van de vijf hebben ook een hoge (>75%) driedubbele dekking. Een hoge dubbele of driedubbele dekking lijkt een noodzakelijke, maar niet voldoende, voorwaarde voor hoge prestaties.
- Meer dan de helft van de regio's met lage prestaties, minder dan 92% gemiddeld over 2008-2014, hebben een relatief lage (<70%) dubbele dekking. De meeste hebben ook een relatief lage driedubbele dekking (<45%).

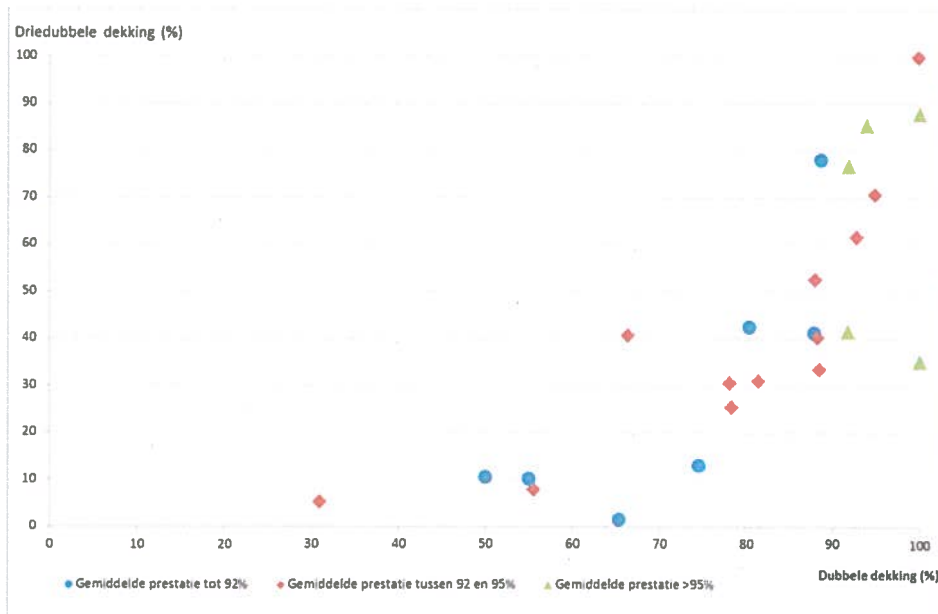
- De regio's met gemiddelde prestaties, tussen de 92 en 95%, hebben verschillende dubbele dekkingen.

De correlaties tussen deze factoren is ook geanalyseerd. Voor alle regio's geldt dat de dubbele dekking en de gemiddelde prestatie in de periode 2008-2014 met een factor 0,23 gecorreleerd zijn. De correlatie coëfficiënt van de driedubbele dekking met de prestatie is 0,28. Deze resultaten wijzen op de grote variatie in de variabelen: er zijn regio's met relatief lage dubbele en driedubbele dekkingen die desondanks goed hebben gepresteerd.

Wat nog meespeelt in deze constatering zijn de volgende factoren:

- Naast de mate van dubbele of driedubbele dekking speelt de concentratie van de bevolking een rol in het behalen van prestaties. Als de bevolking geconcentreerd is in steden is de mate van dubbele of driedubbele dekking van het platteland minder belangrijk om prestaties te halen dan wanneer de bevolking sterk gespreid is over het platteland.
- De mate van het effectief (dynamisch) managen en inzetten van ambulances speelt een rol in de prestaties en speelt impliciet een rol in de positie van de regio's in de grafiek.

In het behalen van goed prestaties in het spoedvervoer, waar in de figuren naar is gekeken, spelen een aantal factoren mee. Onder andere is er de wisselwerking met het besteld vervoer. De uitvoering van spoedritten heeft meer prioriteit dan de uitvoering van besteld vervoer. Bij een toenemende vraag naar spoedeisende ambulancezorg komt het besteld vervoer onder druk waardoor de wachttijden in het besteld vervoer oplopen. Dit aspect zou meegenomen kunnen worden in



Figuur 3.5: Gemiddelde prestatie over de jaren 2008-2014 uitgezet tegen de mate van dubbele en driedubbele dekking in het spreidingsmodel van het referentiekader.

evaluaties van de prestaties. Dat is tot nu toe niet mogelijk omdat objectieve gegevens van de geplande en gerealiseerde tijden in het besteld vervoer op landelijk niveau niet beschikbaar zijn.

### 3.5 Simulaties

In de periode november 2015 tot januari 2016 zijn met twee verschillende programma's simulaties van statisch en dynamisch management doorgerekend. *Optima Predict*<sup>TM</sup> is gebruikt om statisch en dynamisch ambulancemanagement door te rekenen voor de regio's Friesland en Drenthe. Het pakket *TIFAR* is gebruikt voor simulaties van de regio's Utrecht, Amsterdam-Waterland, Gooi- en Vechtstreek en Flevoland. Daarnaast zijn ter validatie simulaties van statisch ambulancemanagement voor de regio Friesland uitgevoerd met het simulatiepakket *Anylogic*<sup>®</sup>.

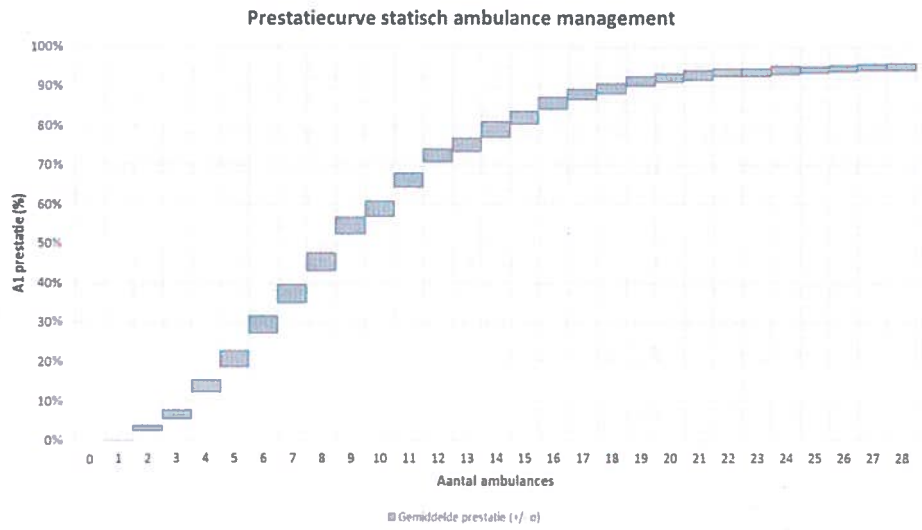
Doel van de simulaties was om het verschil tussen statisch en dynamisch ambulancemanagement op de prestaties te kwantificeren. Met 'prestaties' bedoelen we hier het aantal A1-inzetten binnen een responstijd van 15 minuten.

#### 3.5.1

##### *Simulaties met Anylogic*<sup>®</sup>

*Anylogic*<sup>®</sup> is een multifunctioneel simulatie pakket waarmee *Discrete Event Simulations* (DES), *Agent Based Simulations* (ABS) en *System Dynamic Simulations* (SDS) kunnen worden uitgevoerd. Voor dit onderzoek is het pakket gebruikt voor een ABS-simulatie van de ambulancezorg in Friesland bij statisch ambulancemanagement. De simulaties zijn gebaseerd op ritgegevens over 2014, alleen spoedritten (A1- en A2-urgentie) zijn beschouwd en de Waddeneilanden zijn buiten beschouwing gelaten.

In de simulaties is een aantal scenario's doorgerekend. De scenario's verschillen in het aantal ambulances en de locaties waarop deze gestationeerd zijn. Voor elk scenario is de initiële configuratie, de locaties waarop de ambulances zijn gestationeerd, in een aparte optimalisatie bepaald. Gegeven de initiële configuratie is de uitvoering van de ambulancezorg in een Monte Carlo simulatie gesimuleerd waarbij per simulatie parameters uit een stochastische verdeling worden getrokken. De duur van de simulatie is een maand, in de scenario's wordt het aantal ambulances gevarieerd van 1 tot 28. Voor de behandeltijd ter plaatse en de overdracht tijd bij de ziekenhuizen is een verdeling bepaald op historische data over 2014. Voor de meldtijd en uitruktijd zijn vaste tijden genomen, zodat deze geen variatie in de overschrijdingen tot gevolg kunnen hebben. De rijtijden zijn gebaseerd op het RIVM rijtijdenmodel, versie 2013.



**Figuur 3.6: Prestatiecurve regio Friesland bij statisch ambulance management op basis van simulaties in Anylogic®**

Voor elk aantal ambulances worden via de Monte Carlo methode meerdere simulaties doorgerekend. Voor elke simulatie wordt berekend hoeveel A1-inzetten binnen de normtijd zijn uitgevoerd. Uit de resultaten van de simulaties is een gemiddelde prestatie en de standaard afwijking berekend, wat resulteert in een verwachtingsinterval van de prestatie voor ieder scenario (figuur 3.6). Het gemiddeld aantal A1-inzetten dat binnen 15 minuten responstijd is gerealiseerd is gegeven in tabel 3.1.

### 3.5.2 Simulaties met Optima Predict™

*Optima Predict™* is een *Discrete Event Simulation* (DES)-pakket waarmee het logistieke proces van de ambulancezorg kan worden gesimuleerd. Het werkt met een wegennetwerk en de historische ritten van – in dit geval – de regio's Friesland en Drenthe over het jaar 2013. De ambulancezorg in deze regio's is gesimuleerd voor verschillende aantallen ambulances die, afhankelijk van het aantal ambulances, op verschillende standplaatsen gestationeerd zijn. De initiële verdeling van ambulances over standplaatsen is door RIVM en UMCG Ambulancezorg vastgesteld.

In de simulaties zijn de Waddeneilanden buiten beschouwing gelaten. Alleen spoedvervoer, met A1- en A2-urgentie is gesimuleerd, besteld vervoer ritten zijn niet meegenomen. De simulaties zijn gebaseerd op ritgegevens over 2013. Het resultaat van de simulaties is het aantal A1-inzetten naar rijtijd en het aantal gereden kilometers. In de resultaten zijn meld- en uitruktijd buiten beschouwing gelaten om een meer zuiver beeld van de effecten van DAM op de rijtijden zichtbaar te maken. De prestaties zijn gebaseerd op de resultaten in de periode tussen 08:00 uur en 17:00 uur. De meetperiode is beperkt tot de dagperiode omdat dit de drukste periode van de dag is en naar verwachting het effect van DAM het grootst is.

### *Scenario's*

Er is een aantal scenario's gesimuleerd, deze verschillen in het aantal ambulances per regio. In het basisscenario wordt uitgegaan van 22 ambulances voor Friesland en 16 ambulances voor Drenthe. Deze aantallen ambulances zijn berekend met het capaciteitsmodel van het referentiekader waarbij alleen het spoedvervoer is meegenomen. Voor regio Friesland verschilt het aantal beschikbare ambulances van 16 tot 28, voor regio Drenthe varieert het aantal ambulances van twaalf tot 22. Per scenario is de ambulancezorg onder statisch en dynamisch ambulancemanagement gesimuleerd. De scenario's verschillen in het aantal standplaatsen en – in de doorrekening van DAM - de locaties voor de voorwaardescheppende ritten.

### *Statisch ambulancemanagement*

Statisch management is gedefinieerd als de situatie waarbij ambulances na afloop van een inzet teruggaan naar hun standplaats om daar te wachten op een volgende inzet. Dit betekent niet dat voor een inzet gewacht wordt dat een ambulance op de standplaats is. Auto's kunnen ook onderweg naar de standplaats worden ingezet.

### *Twee DAM-varianten*

In de simulaties is DAM op twee manieren uitgewerkt. In beide gevallen worden vrije ambulances verdeeld over een aantal vooraf bekende locaties. Deze locaties bestaan uit standplaatsen en VWS-locaties (schuifposten). Voor elk aantal vrije ambulances is vooraf vastgelegd welke posten door hoeveel ambulances bezet worden. Het verschil tussen de twee methodes ligt in de gebruikte posten. In de eerste variant wordt voor elk volgend scenario een nieuwe VWS-locatie gezocht en aan de configuratie toegevoegd. In de tweede variant wordt voor elk volgend scenario een nieuwe, optimale, configuratie bepaald.

Verplaatsingen van ambulances vinden plaats na elke verandering van het aantal vrije ambulances, dus na een ritopdracht en na het beëindigen van een inzet. De VWS-locaties worden bepaald door analyses van de *Post Plan Builder* (PPB), een module in beheer bij *Optima*, de leverancier van het simulatiepakket.

### *Resultaten*

De resultaten zijn gegeven in tabel 3.1 en figuur 3.7. Voor de regio's Friesland en Drenthe zijn de resultaten van de simulaties met statisch ambulancemanagement en met DAM nagenoeg gelijk voor wat betreft het aantal A1-inzetten dat binnen twaalf minuten rijtijd wordt gerealiseerd. Het aantal gereden kilometers is bij DAM vele malen groter dan bij statisch management.

De curve van het aantal A1-inzetten binnen twaalf minuten rijtijd bij DAM loopt ongeveer parallel aan de curve bij statisch management. Voor Drenthe is dit minder het geval: bij de simulaties met een klein aantal ambulances presteren de DAM-varianten minder goed dan de statisch management variant. Bij hogere aantallen ambulances is er een omslag en presteren de DAM-varianten beter dan de statische variant. Dit duidt er op dat het effect van DAM per regio kan verschillen en sterk afhankelijk is van het aantal beschikbare ambulances.



Uit de resultaten blijkt ook dat DAM-variant 2 in de meeste gevallen iets betere prestaties geeft dan variant 1. Dit kan worden verklaard door de meer optimale locaties van VWS-locaties. Maar de verschillen zijn relatief gering en hangen bovendien af van het aantal ingezette ambulances. Daarom kan geen DAM-variant worden aangewezen als de best presterende variant. De prestaties van de varianten wisselen elkaar af. Een verklaring hiervoor is dat de simulaties in Optima Predict™ éénmaal zijn doorgerekend. Omdat de simulaties stochastisch zijn, met trekkingen van een aantal parameters, zijn de resultaten afhankelijk van deze trekkingen. Door een groot aantal simulaties uit te voeren, in een zogenaamde 'Monte Carlo'-simulatie, en de resultaten van deze simulaties te middelen, wordt het toevals-effect van een enkele simulatie teniet gedaan. Dat is hier niet gebeurd, daarom zijn deze toevals-effecten zichtbaar in de resultaten.

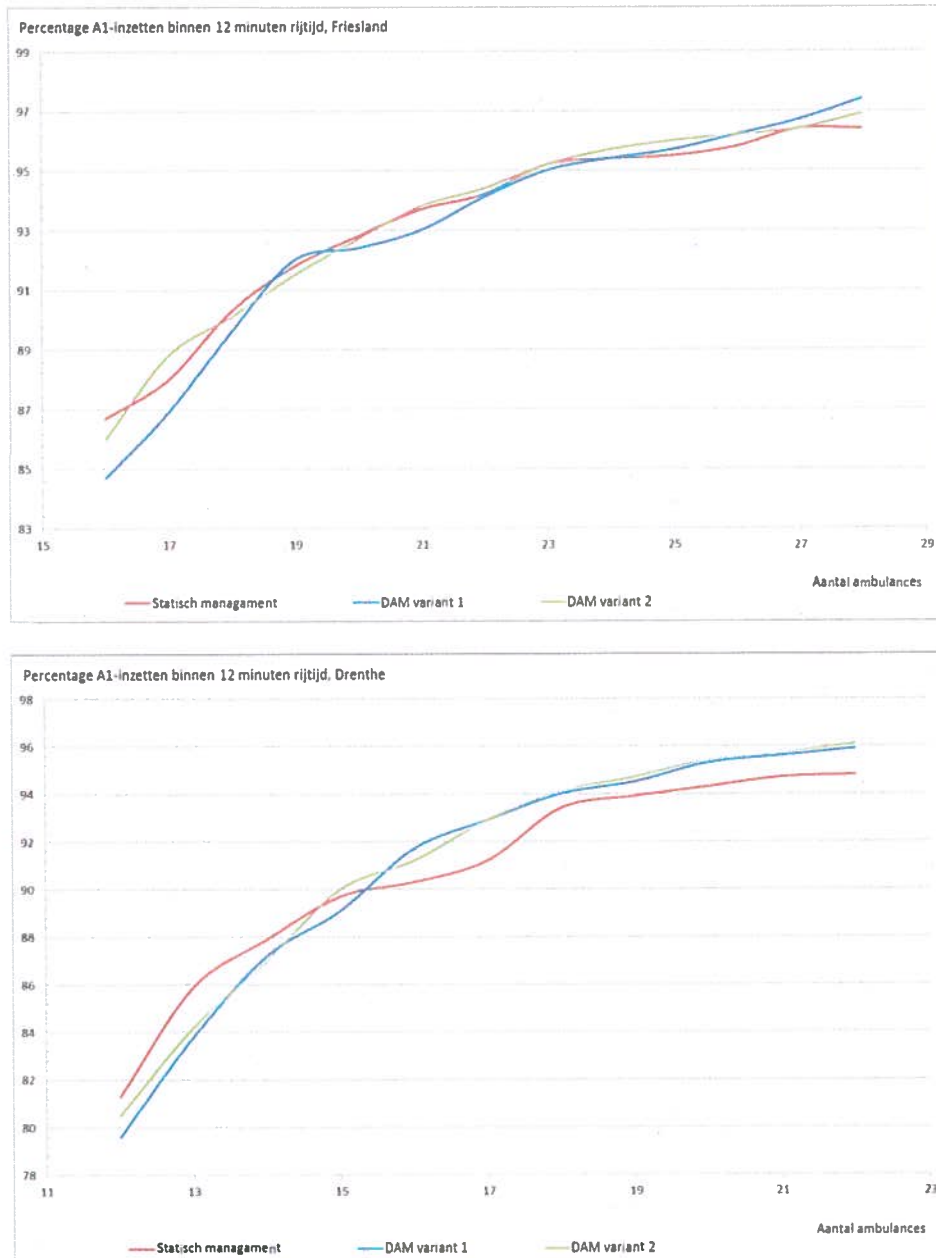
Tabel 3.1: Resultaten van de simulaties van statische en dynamisch management met Optima Predict™ en Anylogic® voor de regio's Friesland en Drenthe.

Resultaten Friesland

Aantal ambulances	Aantal A1-inzetten binnen 12 minuten rijtijd (%)				Gereden kilometers (x 1.000)		
	Statisch management		DAM, gesimuleerd met Optima Predict™		Statisch management	Variant 1	Variant 2
	Optima Predict™	Anylogic®	Variant 1	Variant 2			
16	86,7	85,7	84,7	86,0	896	1.900	1.950
17	88,0	88,0	86,9	88,8	885	1.890	1.940
18	90,3	89,4	89,6	90,1	871	1.900	1.960
19	91,8	91,3	92,0	91,5	865	1.930	1.910
20	92,8	92,2	92,4	92,7	850	1.920	1.960
21	93,7	92,8	93,0	93,8	847	1.930	1.960
22	94,2	93,6	94,1	94,4	845	1.930	1.970
23	95,2	93,6	95,0	95,2	832	1.950	1.980
24	95,4	94,1	95,4	95,7	829	1.970	2.040
25	95,5	94,2	95,7	96,0	826	1.980	2.070
26	95,8	94,6	96,2	96,2	824	2.030	2.120
27	96,4	94,9	96,7	96,4	811	2.030	2.100
28	96,4	94,9	97,4	96,9	810	2.010	2.070

Resultaten Drenthe

Aantal ambulances	Aantal A1-inzetten binnen 12 minuten rijtijd (%)			Gereden kilometers (x 1.000)		
	Statisch management	Variant 1	Variant 2	Statisch management	Variant 1	Variant 2
12	81,3	79,6	80,5	744	1.510	1.580
13	85,9	83,8	84,2	703	1.470	1.540
14	87,9	87,2	87,0	691	1.510	1.580
15	89,7	89,1	90,0	670	1.560	1.600
16	90,3	91,7	91,2	662	1.590	1.600
17	91,2	92,9	92,9	652	1.570	1.580
18	93,4	94,0	94,1	643	1.550	1.500
19	93,9	94,5	94,7	635	1.570	1.540
20	94,3	95,3	95,4	631	1.570	1.580
21	94,7	95,6	95,7	628	1.570	1.610
22	94,8	95,9	96,1	628	1.580	1.640



Figuur 3.7: Resultaten van de simulaties van statisch en dynamisch management met Optima Predict<sup>TM</sup> voor de regio's Friesland (boven) en Drenthe (onder).

#### Bespreking van de resultaten, Friesland

Tot 23 ambulances wordt de norm van 95% voor zowel de statische als dynamische variant niet gehaald. Met 23 ambulances wordt de 95% gehaald, voor zowel de statische als dynamische varianten. Tussen de 23 en 27 ambulances zijn er geen duidelijke verschillen in prestaties tussen de statische en dynamische varianten. De minieme verschillen van minder dan 0.4 procentpunten zijn niet significant te noemen. Met 28 ambulances lijkt de dynamische versie het wel iets beter te doen. Het hoge aantal ambulances zorgt er mogelijk voor dat DAM verschuivingen

steeds minder ten koste gaan van dekking in andere gebieden, er is immers meer dan genoeg capaciteit om deze ook te dekken, waardoor de kans dat het gebruik van dynamisch management effectief is groter is dan bij lage aantallen ambulances.

De simulaties laten variërende resultaten zien, waarbij de statische variant het bij een bepaald aantal ambulances zelfs betere resultaten laat zien dan de dynamische varianten. Dit kan worden verklaard door een mogelijk suboptimaal DAM-algoritme en het feit dat gesimuleerd wordt over (slechts) eenmaal een jaar. Er worden geen Monte Carlo simulaties uitgevoerd, die een meer solide beeld geven van variatie in de realisaties. Bij een eenmalige doorrekening krijgt men geen beeld van het betrouwbaarheidsinterval van de resultaten. Het is dus goed mogelijk dat de resultaten van de statische variant net positief uitvallen, en de dynamische net negatief. Wat verder nog meespeelt, is het feit dat bij DAM afwegingen worden gemaakt om risico's af te dekken. Dit kan ten koste gaan van een overschrijding in het gebied wat met een langere rijtijd achtergelaten wordt. Zeker met een relatief klein aantal ambulances kan dynamisch management ten koste van dekking in gebieden met een lager, maar nog steeds aanzienlijk risico. Bij een eenmalige doorrekening spelen deze aspecten mogelijk een rol.

#### *Bespreking van de resultaten, Drenthe*

In Drenthe wordt de 95% norm niet gehaald in de statische simulaties, zelfs niet meer zeer hoge aantallen ambulances. Naar verwachting wordt deze wel gehaald met 23 ambulances en hoger, maar dit is niet doorgerekend. De niet-geoptimaliseerde verdeling van ambulances over de standplaatsen en de afstelling van het model zijn waarschijnlijk de oorzaak van deze mindere prestaties.

Met 20 ambulances wordt de 95% gehaald met DAM. Ook hier geldt de kanttekening van het effect van de afstelling van het model. Hier geldt ook de opmerking van de niet-juiste afstelling van het model. Mogelijk kan deze prestatie in werkelijkheid gehaald worden met iets minder ambulances. In Drenthe is een duidelijke 'dip' zichtbaar bij 16/17 ambulances voor de statische variant, dit is waarschijnlijk het resultaat van de niet-optimale spreiding van ambulances over standplaatsen. Deze observaties maken eenduidige conclusies uit de simulaties lastig.

### 3.5.3 *Simulaties met TIFAR*

Met het simulatiepakket TIFAR, een *Discrete Event Simulation* pakket dat ontwikkeld is door de TU Delft en het Centrum Wiskunde Informatica in Amsterdam, is de ambulancezorg voor de regio's Utrecht, Amsterdam-Waterland, Gooi- en Vechtstreek en Flevoland gesimuleerd. Basisjaar van de simulaties was 2011. De ambulancezorg is in verschillende scenario's gesimuleerd met gebruik van statisch ambulancemanagement en twee DAM-algoritmes. De scenario's verschillen in de aantallen en locaties van ambulances. Het basisscenario gaat uit van twintig ambulances voor regio Utrecht, tweeëntwintig voor Amsterdam-Waterland, vijf voor Gooi- en Vechtstreek en negen voor Flevoland. Deze aantallen zijn berekend met het capaciteitsmodel van het referentiekader waarbij alleen het spoedvervoer is meegenomen. In de scenario's is met minder en met meer ambulances gerekend.

### *Beslisregels statisch en dynamisch ambulancemanagement*

Bij statisch ambulancemanagement rijdt de ambulance na een inzet terug naar zijn standplaats om te wachten op een volgende inzet. Ambulances kunnen tijdens het terugrijden een opdracht voor een inzet krijgen. In de dynamische variant worden vrije ambulances verspreid over de regio om de dekking te verbeteren. Het eerste DAM-algoritme is het *Dynamic MEXCLP*-model. Het tweede DAM-algoritme is het *PenaltyHeuristic*-model.

*DMEXCLP* is een dynamische variant op het *MEXCLP*-model (*maximal expected coverage location problem*). *MEXCLP* is een probabilistisch model dat rekening houdt met de mogelijkheid dat ambulances een deel van hun tijd niet beschikbaar zijn. Het berekent de verwachte dekking van een gebied 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. De door het CWI ontwikkelde dynamische variant *DMEXCLP* rekent een aantal strategieën door voor het verplaatsen van ambulances om de verwachte dekking van *MEXCLP* te optimaliseren. Vanuit de huidige locaties en startussen van de ambulances in een gebied wordt voor elk postcodegebied bepaald wat de kans is dat er door gelijktijdigheid geen ambulance beschikbaar is. Hier wordt een maat van afgeleid die aangeeft hoe lang het duurt voordat er geen auto beschikbaar is binnen de 15 minuten. Bij een verandering van het aantal vrije ambulances wordt deze maat doorgerekend voor verschillende verplaatsingen (toewijzing naar een standplaats) van deze vrije ambulance. De inzet volgt uit de strategie die de hoogste beschikbaarheid van ambulances geeft, ofwel de laagste kans dat er geen ambulance beschikbaar is.

De *Penalty Heuristic* methode richt zich zoveel als kan op het spreiden van ambulances. De methode gaat er vanuit dat de standplaatsen optimaal gekozen zijn en weinig overlappen. In het algoritme worden ambulances op volgorde aan standplaatsen toegewezen. Eerst wordt aan elke standplaats één auto toegekend, als elke standplaats er een heeft worden tweede ambulances toegekend, et cetera. Centraal staat de penaltywaarde. Gegeven de huidige locatie van de beschikbare wagens en wagens die op de bestemming (patiënt) zijn aangekomen, wordt er voor elke postcode gekeken hoe lang het duurt voor er een ambulance kan zijn. Bij elke responstijd hoort een bepaalde penaltywaarde. Tussen de 0 en 15 minuten neemt deze waarden aan tussen de 0 en 0,1 en vanaf 15 minuten loopt hij op van 0,9 tot 1. Bij elk postcodegebied hoort een waarde. Als we het gewogen sommeren krijgen we de totale penaltywaarde in het systeem. Deze proberen we te minimaliseren door strategische verplaatsingen van ambulances.

### *Uitgangspunten in de simulaties*

1. De simulaties zijn *trace-driven* uitgevoerd, dat wil zeggen dat de meld-, uitgifte-, behandel- en overdrachtstijd ontleend zijn aan de rittendatabase, alleen de rijtijden op de weg zijn dynamisch. Ook de incidentlocatie, de bestemming na behandeling ter plaatse, het tijdstip van rituitgifte en de soort vervoer (EHGV/loos/declarabel) zijn uit de rittendatabase gehaald.
2. Rijtijden volgen uit de CityGIS-routeplanner.

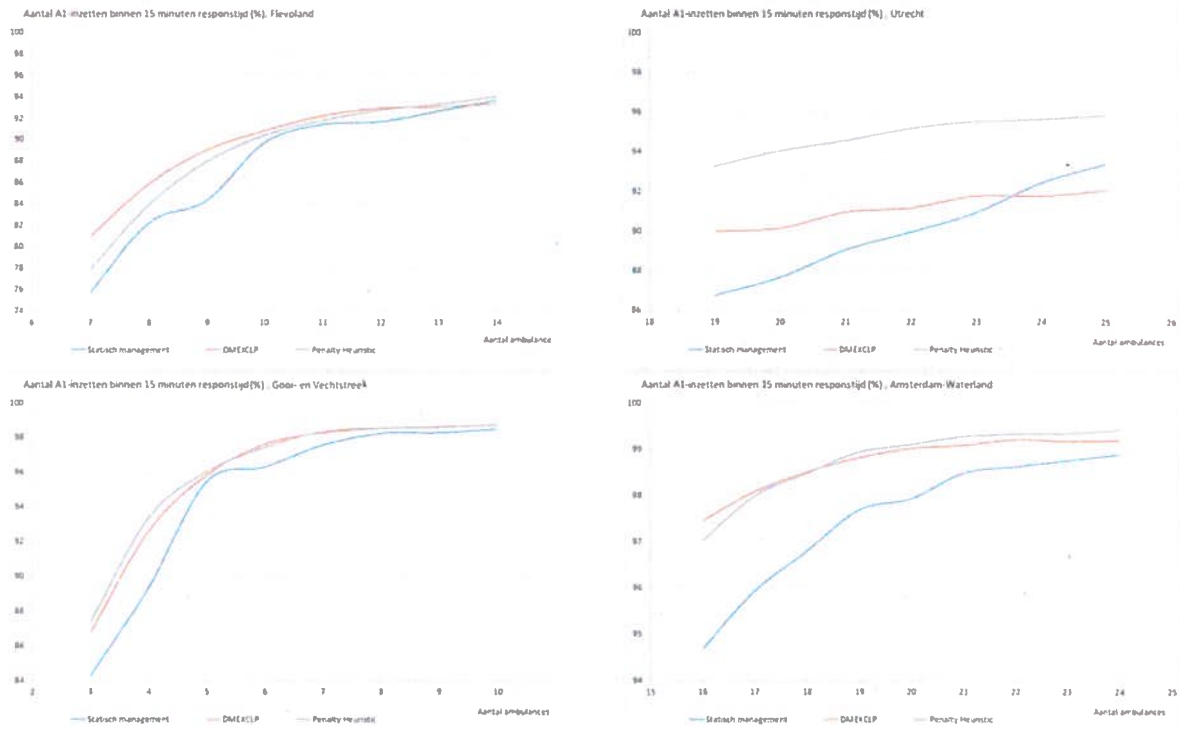
3. VWS-ritten en terugkeerlocaties bij vrijmelden worden aan de hand van de management-regels gesimuleerd. Overige beslissingen zijn voor alle statische en dynamisch management dezelfde.
4. Simulaties gaan uit van ritgegevens over 2008 (regio Amsterdam-Waterland) en 2011 (andere regio's).
5. Voor Flevoland en Gooi & Vechtstreek is een jaar doorgerekend, voor Utrecht en Amsterdam zes maanden.
6. We beschouwen een continuooster waarop we het totaal aantal ambulances in het systeem constant houden, er zijn geen dienstwissels en geen pauzes voor maaltijden.
7. Simulaties zijn uitgevoerd voor 24-uur per dag, in de verwerking van de resultaten kijken we alleen naar de periode tussen 8-20 uur, zowel werkdagen als weekenddagen.
8. In de prestatieanalyse is gekeken naar responstijden, de rijtijden volgen uit de simulaties, meld- en uitruktijden zijn ontleend aan de rittendatabase.
9. Alleen spoedvervoer is meegenomen, zowel bij A1 als A2-ritten wordt de vrije ambulance toegekend die het snelste ter plaatse kan zijn.
10. Indien er een wachtrij is door onvoldoende capaciteit, hebben A1-ritten voorrang op A2-ritten. Bij gelijke urgentie worden de ritten op volgorde van binnenkomst afgehandeld.
11. Er zijn geen slaapdiensten, en er wordt geen rekening gehouden met arbeidstijdenwetten; iedereen die niet aan een rit gekoppeld is, is inzetbaar.

#### *Resultaten*

De resultaten zijn gegeven in tabel 3.2 en figuur 3.8.

Tabel 3.2: Resultaten van de simulaties van statische en dynamisch management met TIFAR.

Aantal ambulances	Percentage A1-inzetten binnen 15 minuten responstijd			Gemiddelde responstijd A1 (min:sec)		
	Statisch management	DMEXCLP	Penalty Heuristic	Statisch management	DMEXCLP	Penalty Heuristic
<i>regio Gooi- en Vechtstreek</i>						
3	84,3	86,8	87,4	10:38	10:20	10:28
4	89,4	92,6	93,4	09:44	09:17	09:13
5	95,4	95,8	96,0	08:55	08:47	08:46
6	96,3	97,6	97,4	08:43	08:33	08:32
7	97,5	98,3	98,3	08:35	08:24	08:25
8	98,2	98,5	98,5	08:27	08:20	08:22
9	98,3	98,6	98,6	08:26	08:20	08:21
10	98,5	98,7	98,7	08:25	08:18	08:21
<i>regio Flevoland</i>						
7	75,6	80,9	77,8	12:56	11:44	12:07
8	82,1	85,8	83,8	11:45	10:38	11:01
9	84,3	89,0	87,9	11:20	09:58	10:14
10	89,6	90,8	90,3	10:09	09:35	09:44
11	91,4	92,2	91,7	09:42	09:23	09:28
12	91,6	92,9	92,7	09:40	09:15	09:14
13	92,6	93,0	93,3	09:26	09:09	09:06
14	93,7	93,3	94,0	09:13	09:07	09:01
<i>regio Amsterdam-Waterland</i>						
16	94,7	97,5	97,0	09:12	08:46	08:36
17	95,9	98,1	98,0	08:51	08:36	08:21
18	96,8	98,5	98,5	08:35	08:25	08:08
19	97,7	98,8	98,9	08:27	08:18	08:00
20	97,9	99,0	99,1	08:20	08:15	07:54
21	98,5	99,1	99,3	08:11	08:11	07:50
22	98,6	99,2	99,3	08:07	08:08	07:47
23	98,7	99,2	99,3	08:02	08:02	07:43
24	98,9	99,2	99,4	07:59	08:02	07:43
<i>regio Utrecht</i>						
19	86,8	90,0	93,3	09:46	10:00	09:00
20	87,7	90,2	94,0	09:34	09:51	08:53
21	89,1	91,0	94,6	09:24	09:48	08:49
22	89,9	91,2	95,2	09:18	09:44	08:44
23	90,9	91,8	95,5	09:09	09:40	08:39
24	92,4	91,8	95,6	08:59	09:39	08:36
25	93,4	92,0	95,8	08:53	09:38	08:32



Figuur 3.8: Resultaten van de simulaties van statisch en dynamisch management met TIFAR voor de regio's Flevoland, Gooi- en Vechtstreek, Amsterdam-Waterland en Utrecht.

### 3.5.4 Conclusies simulaties

1. De resultaten van de simulaties zijn indicatief voor het mogelijk effect van DAM. De conclusies die we uit deze simulaties trekken zijn in relatie tot de hier gehanteerde DAM-algoritmes. Er zijn veel varianten van DAM-algoritmes en andere DAM-algoritmes kunnen leiden tot andere resultaten en andere conclusies.
2. De resultaten van de simulaties kunnen niet zonder meer worden vertaald naar de huidige praktijk van ambulancezorg, onder meer omdat de simulatiemodellen nog niet volledig zijn afgestemd op de praktijk van de ambulancezorg. Er is sprake van een benadering van de werkelijkheid. Daarnaast gaan de simulaties uit van ritgegevens van 2011 (*TIFAR*) en 2013 (*Optima Predict™*). In 2014 is er een stijging in de vraag naar ambulancezorg geweest.
3. De simulaties zijn met verschillende programma's (softwaresystemen) uitgevoerd en het statisch en dynamisch ambulancemanagement is op verschillende manieren en met gebruik van verschillende algoritmes gesimuleerd. De programma's zijn weliswaar gevalideerd, maar geringe verschillen in uitkomsten kunnen optreden. Het hanteren van verschillende DAM-algoritmes leidt ook tot verschillen in de uitkomsten. Elk DAM-algoritme heeft een eigen effect op de prestaties en de algoritmes zijn niet voor elke regio even effectief.

#### 4. Friesland-Drenthe simulaties.

- De prestatienorm van 95% van de A1-inzetten binnen twaalf minuten rijtijd is voor beide regio's met DAM niet haalbaar met het aantal ambulances in de basissituatie. De basissituatie, 22 ambulances voor Friesland en 16 voor Drenthe, is met het capaciteitsmodel van het referentiekader bepaald. Hierbij is de benodigde capaciteit berekend voor het spoedvervoer alleen. Volgens aanname van het referentiekader zou hiermee in 5% van de spoedeisende inzetten (A1- en A2-urgentie) geen ambulance beschikbaar zijn. Het referentiekader doet geen uitspraak over overschrijdingspercentages, het overschrijdingspercentage is ook geen uitgangspunt of doelstelling van het capaciteitsmodel.
- De simulaties met DAM laten alleen significante prestatieverbeteringen zien voor hoge aantallen ambulances.
- DAM gaat gepaard met een fors hoger aantal voertuigbewegingen, het aantal verreden kilometers onder DAM is twee tot twee en een half keer zo hoog als bij statisch management. Het hoge aantal kilometers vertaalt zich niet in duidelijke prestatieverbeteringen.
- De simulaties zijn een versimpelde weergave van de werkelijkheid waarbij voorbij gegaan wordt aan een aantal aspecten, zoals variaties in de meld- en uitruktijden en in rijtijden. Deze variaties kunnen leiden tot langere responstijden dan hier gesimuleerd. Anderzijds hoeft een lange rijtijd niet altijd te leiden tot een overschrijding van de responstijd indien de meld- en uitruktijd onder de drie minuten is. De resultaten van de simulaties zijn niet één op één te vertalen naar overschrijdingspercentages van de responstijd. Ook capaciteitsbeperkingen in ziekenhuizen of variatie in de vraag kunnen een rol spelen in het behalen van de normprestatie. De interactie met het besteld vervoer in de praktijk kan effect hebben op de prestaties in het spoedvervoer. Deze zijn in de simulaties niet in beeld omdat het besteld vervoer niet is gesimuleerd.
- De simulaties zijn uitgevoerd voor de dagperiode alleen. Overschrijdingspercentages in de praktijk hebben ook betrekking op de avond en nacht. In de avond en nacht worden zijn sommige regio's meer overschrijdingen.
- De simulaties geven geen betrouwbaarheidsinterval. Simulaties in Anylogic® laten zien dat er een variatie van 1-2 procentpunten per maand kan zijn in de prestaties.

#### 5. *Simulaties TIFAR*

- De simulaties voor Flevoland laten zien dat de prestatiecurve afvlakt bij hoge aantallen ambulances, het verschil tussen statisch en dynamisch management neemt af. Met de gesimuleerde aantallen ambulances wordt de 95% prestatienorm niet gehaald.
- Voor de regio Gooi- en Vechtstreek wordt de 95% prestatienorm gehaald bij 5 ambulances, zowel voor statisch als dynamisch management. Vermoedelijk is de geringe omvang en de dichte infrastructuur (wegennet en inwonersdichtheid) van de regio de reden dat de 95% -



prestatienorm gehaald wordt en dat de prestaties de 99% naderen.

- De simulaties voor Amsterdam-Waterland zijn met relatief veel ambulances uitgevoerd: bij 16 ambulances voor het spoedvervoer is de prestatie 94,7%. Het verschil tussen de prestatiecurves bij statische en dynamisch management is relatief groot. Dit wijst er mogelijk op dat de gehanteerde DAM-algoritmes goed presteren bij grootstedelijk gebied zoals Amsterdam-Waterland.
- In de simulaties is uitgegaan van relatief weinig ambulances voor Utrecht. De prestaties bij statisch management halen geen 95%. Opvallend in de resultaten is dat het eerste DAM-algoritme vanaf 24 ambulances minder goed presteert dan statisch management.
- Over de hele linie zien we dat - van de hier doorgerekende DAM-algoritmes - het beste algoritme tussen de 1 en 2 procentpunt winst boekt in de twee kleinere regio's en tot 2 procentpunten in de grootstedelijke regio's. Deze resultaten hangen af van de gehanteerde configuratie bij statisch management.
- Het is niet eenduidig te zeggen welke managementregel voor welke regio het meeste effect sorteert. Per regio zal er nader onderzocht moeten worden welk DAM-algoritme de beste resultaten levert.
- Naast een afname in overschrijdingspercentage zien we in alle gevallen ook een afname in de gemiddelde responstijd bij A1-ritten. Deze afname bedraagt 15 tot 45 seconden voor alle beschouwde veiligheidsregio's, behalve Gooi en Vechtstreek, daar bedraagt deze winst minder dan 6 tot 16 seconden.

#### 6. *Prestatienorm onder DAM*

Gegeven bovenstaande onzekerheden kan niet eenduidig worden geconcludeerd hoe groot de doelmatigheidswinst van dynamisch ambulance management is. Het effect is onzeker, het verschilt per regio, het is afhankelijk van het aantal beschikbare ambulances en van het gehanteerde DAM-algoritme.

### 3.6 **Omgevingsfactoren voor het behalen van een effect van DAM**

In de inventarisatie van DAM in de praktijk zijn factoren genoemd die het toepassen van DAM en de mogelijke opbrengsten ervan bepalen. Deze factoren zijn besproken met de klankbordgroep. Uit die bespreking is een aantal factoren naar voren gekomen die als belangrijk worden beschouwd. Overwegingen hierbij waren gebaseerd op het idee dat ambulances snel en gemakkelijk verplaatst kunnen worden naar strategische locaties om de dekking te borgen. Onderstaand schema geeft een toelichting op deze factoren en hun definitie, de numerieke gegevens zijn gegeven in tabel 3.3.

<i>Factoren</i>	<i>Beschrijving</i>	<i>Motivatie</i>
Aantal wegverbindingen per 100 kilometer	Teller is het aantal A- en N-wegen die de binnengrens van de regio doorkruisen in 2015. Als een weg de grens meermalen op een kort grensvlak doorkruist zijn	Een hoog aantal wegverbindingen per 100 km binnengrens geeft meer mogelijkheden voor grensoverschrijdende assistentie

binnengrens	deze als één doorkruising geteld. Binnengrens is gedefinieerd als de lengte van de omtrek van de regio, exclusief buitenlandgrens en exclusief de buitenwateren Noordzee, Waddenzee en IJsselmeer. De grenzen met de Randmeren en de Zeeuwse en Zuid-Hollandse wateren zijn wel meegeteld bij de binnengrens. (Bron: Nationaal Wegenbestand (NWB), bewerkingen door RIVM).	(burenhulp) dan een laag aantal. Regio's die grenzen aan binnenwater hebben bij die grenzen relatief weinig wegverbindingen. Burenhulp is een onderdeel van dynamisch ambulance management: als alle voertuigen van de eigen regio bezet zijn kan assistentie worden gevraagd van een buurregio.
Maat voor de vorm van de regio	Als maat is genomen de verhouding tussen de grootste opspannende binnencirkel van een regio en de kleinste omspannende buitencirkel van de regio. (Bron: RIVM)	Een ronde, compacte vorm van een regio biedt meer mogelijkheden om ambulances snel door de eigen regio te verplaatsen dan een langwerpige regio.
Mate van overlap van standplaatsen: aantal inwoners binnen twaalf minuten rijtijd van een of meer standplaatsen	Berekend is het aantal mensen per regio dat binnen twaalf minuten rijtijd van 0, 1, 2, ... N standplaatsen woont. Er is gerekend met open regio grenzen, dat wil zeggen dat inwoners ook bereikt kunnen worden vanuit een standplaats van een buur-regio. Er zijn twee maten berekend: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dubbele overlap: het aantal inwoners van een regio dat binnen twaalf minuten rijtijd door twee of meer standplaatsen kan worden bereikt</li> <li>- Driedubbele overlap: het aantal inwoners dat binnen twaalf minuten rijtijd door drie standplaatsen of meer kan worden bereikt.</li> </ul> Er is gerekend met het rijtijdenmodel voor de spoedeisende ambulancezorg uit 2013 en de spreiding van standplaatsen van het referentiekader-2013. (Bron: RIVM.)	In een regio met veel overlap tussen standplaatsen is er meer keuzevrijheid om een ambulance in te zetten omdat er in de gebieden met dubbele dekking, er meer ambulances binnen de twaalf minuten rijtijd kunnen arriveren.
Oppervlakte van de regio	Oppervlakte is exclusief buitenwater.	In Nederland hebben de regio's met een groot oppervlakte relatief veel plattelandsgebied en is de bevolking gespreid. Dit maakt het realiseren van dynamisch management moeilijker.
Lengte van het wegennet	De lengte van het wegennet dat wordt beheerd door het Rijk, provincies, gemeenten en waterschappen waarop verkeer met motorvoertuigen op meer dan twee wielen is toegestaan, op basis van het Nationale Wegenbestand 2015 (geen fiets- en voetpaden). (Bron: CBS, NWB, bewerkingen door RIVM.)	Een regio met een lang wegennetwerk heeft meer mogelijkheden om ambulances door de regio te verplaatsen bij dynamisch ambulance management.
Aantal spoedritten	Het aantal inzetten met A1- en A2-urgentie in 2014. (Bron: AZN, 2014.)	Bij een gelijk aantal ambulances, en bij gelijke regiokenmerken, hebben de

---

ambulances van een regio met hoog aantal spoedritten hoge bezettingsgraden. Daardoor zijn er minder vrije ambulances dan in de regio met een laag aantal spoedritten. Minder vrije ambulances biedt minder mogelijkheden voor dynamisch management.

---

Noot: Gegevens van de Waddeneilanden, Goeree-Overflakkee en de Zeeuwse eilanden zijn apart bepaald. De gegevens van de regio's Friesland, Noord-Holland Noord, Rotterdam-Rijnmond en Zeeland zijn hiervoor gecorrigeerd.

De relatie tussen deze factoren en de opbrengst van dynamisch management is als volgt.

#### *Omtrek en oppervlakte regio*

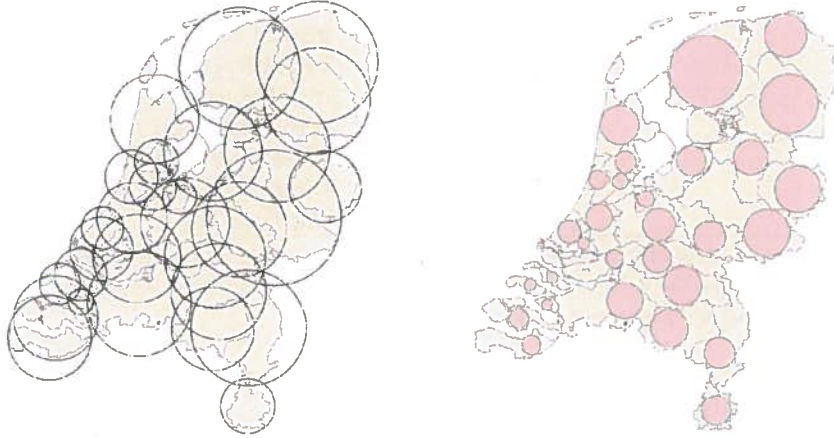
De omtrek van een regio kan met of zonder buitenwater worden bepaald. In onze analyse gaan we uit van de omtrek exclusief buitenwater. De omtrek van de regio is in een aantal gevallen groter dan wanneer buitenwater wordt meegenomen, omdat de landsgrens veel grilliger is dan de (min of meer) rechte lijn van de regiogrens inclusief buitenwater, zie figuur 3.9.

#### *Maat voor de vorm van een regio*

In de wetenschappelijke literatuur geen geschikte maat voor de vorm van een gebied. In overleg met de klankbordgroep en op basis van GIS-expertise van het RIVM is gekozen voor een maat op basis van de grootste 'opspannende binnencirkel' en de kleinste 'omspannende buitencirkel' van een regio, zie figuur 3.10. De verhouding tussen deze twee cirkels is een maat voor de vorm van de regio.



Figuur 3.9: Oppervlakte en omtrek regio in kaart gebracht met en zonder buitenwater en Waddeneilanden (rechts).



*Figuur 3.10: Grootste opspannende binnencirkels en kleinste omspannende buitencirkels van de regio's.*

Tabel 3.3: Factoren in de DAM-modellering.

Nr	Regio	Aantal weg- verbindingen per 100 km binnengrens in 2015 (1/km)	Maat voor de vorm van de regio	Dubbele dekking <sup>(3)</sup> (%)	Driedubbele dekking <sup>(3)</sup> (%)	Opper- vlakte (km <sup>2</sup> )	Lengte van het wegennet in 2015 (x 1.000 km)	Aantal spoedritten In 2014 (x 1.000)
1	Groningen	4,4	0,36	88,0	52,6	2.325	89,7	34,1
2	Friesland	3,0 <sup>(1)</sup>	0,46 <sup>(1)</sup>	80,3	42,4	3,325	133,3	34,0
3	Drenthe	6,7	0,56	81,4	30,9	2,636	177,1	28,0
4	IJsselland	5,6	0,33	66,5	40,7	1,834	122,5	23,9
5	Twente	7,1	0,65	94,9	70,7	1,489	70,7	26,8
6	Noordoost Gelderland	6,2	0,35	74,6	13,1	2,766	130,2	34,3
7	Midden Gelderland	8,9	0,34	88,3	40,2	1,178	66,7	30,4
8	Gelderland Zuid	5,3	0,28	92,7	61,5	1,024	51,9	27,3
9	Utrecht	6,7	0,37	91,9	76,7	1,382	108,4	58,4
10	Noord-Holland Noord	2,5 <sup>(1)</sup>	0,44 <sup>(1)</sup>	50,0	10,6	1,420	59,8	31,5
11	Zaanstreek-Waterland	7,2	0,49	97,6	71,6	347	17,9	17,1 <sup>(2)</sup>
12	Kennemerland	9,4	0,36	94,0	85,1	418	44,0	30,8
13	Amsterdam-Amstelland	10,0	0,33	99,9	99,8	282	154,3	58,3 <sup>(2)</sup>
14	Gooi- en Vechtstreek	7,6	0,49	100,0	35,1	197	7,6	11,4
15	Haaglanden	11,5	0,55	100,0	87,7	401	96,7	62,4
16	Hollands Midden	8,0	0,38	91,8	41,6	812	27,1	37,9
17	Rotterdam-Rijnmond	3,1	0,14	88,6	78,1	857	189,1	72,2
18	Zuid-Holland Zuid	4,6	0,21	78,1	30,4	735	22,1	24,5
19	Zeeland	2,6	0,20	55,0	10,2	1,784	94,8	20,5
20	Midden- en West Brabant	3,0	0,35	87,8	41,3	2,121	111,8	58,3
21	Brabant-Noord	7,0	0,41	78,4	25,3	1,353	65,3	31,9
22	Brabant Zuidoost	6,4	0,46	88,4	33,4	1,439	66,8	35,0

Tabel 3.3 (vervolg): Factoren in de DAM-modellering.

Nr	Regio	Aantal weg- verbindingen per 100 km binnengrens in 2015 (1/km)	Maat voor de vorm van de regio	Dubbele dekking <sup>(3)</sup> (%)	Driedubbele dekking <sup>(3)</sup> (%)	Oppervlakte (km <sup>2</sup> )	Lengte van het wegennet in 2015 (x 1.000 km)	Aantal spoedritten in 2014 (x 1.000)
23	Limburg-Noord	3,7	0,27	65,3	1,6	1.498	80,3	29,0
24	Zuid Limburg	1,8	0,55	55,5	7,9	650	51,7	32,0
25	Flevoland	2,9	0,30	31,0	5,2	1.414	90,8	18,9
26	Goeree-Overflakkee	2,8	0,22	43,5	8,1	261	11,9	2,2
27	Schouwen-Duiveland	4,3	0,29	67,8	0,0	732	14,8	2,0
28	Tholen	2,6	0,43	57,9	47,4	675	4,2	1,0
29	Walcheren-Bevelanden	2,1	0,23	72,1	12,4	147	32,8	11,6
30	Zeeuws Vlaanderen	1,5	0,23	15,9	0,0	230	43,0	5,8
31	Rotterdam-Rijnmond excl. Goeree-Overflakkee	3,6	0,19	90,2	80,5	596	177,2	70,0
32	Friesland excl. Waddeneilanden	3,0	0,46	81,6	43,1	3.110	131,3	32,9
33	Noord-Holland Noord excl. Texel	2,5	0,44	51,1	10,8	1.258	57,6	30,6

## Noten

- 1: Het aantal wegverbindingen per 100 km binnengrens en de maat voor de vorm van de regio is bij de regio's Friesland en Noord-Holland Noord exclusief de Waddeneilanden.
- 2: Het aantal spoedritten van regio Amsterdam-Waterland in 2014 is verdeeld over de regio's Zaanstreek-Waterland en Amsterdam-Amstelland op basis van de verhouding in het referentiekader-2013.
- 3: De dubbele en driedubbele dekking is berekend op basis van het spreidingsplan van het referentiekader-2013 en het rijtijdenmodel-2013. Er is gerekend met 'open grenzen', dat betekent dat burenhulp over de regiogrenzen wordt verleend.

De factoren in tabel 3.3 zijn gebruikt om de regio's in te delen in klassen met soortgelijke kenmerken. Hiervoor gebruiken we de techniek van *clusteranalyse*. Clusteranalyses kunnen op verschillende manieren worden uitgevoerd. De methode die in dit geval het meest geschikt is, is een *k-means* clustering. De *k* staat voor het van tevoren vastgestelde aantal clusters dat in de data moet worden gevonden. Het algoritme van *k-means* clustering stelt de *k* cluster centra vast zodanig dat de som van alle afwijkingen van de punten tot hun eigen clustercentrum wordt geminimaliseerd. De afwijking wordt berekend voor elke onafhankelijke dataparameter (factor) die wordt gebruikt in de clustering. In de clusteranalyse zijn de factoren ongewogen meegenomen.

Het resultaat van de clusteranalyse is gegeven in tabel 3.4 voor een indeling in twee, drie en vier klassen. De indeling naar klassen is oplopend: klasse één heeft weinig positieve kenmerken voor het behalen van een effect van dynamisch ambulancemanagement, klasse vier heeft de meest gunstige kenmerken.

Het resultaat van de klasse-indeling is niet tegen-intuïtief. Regio's met een dichte infrastructuur, veel overlap in de dekking van standplaatsen, een dichtbevolkte en compacte regio zijn gegroepeerd. Er zijn regio's met een heterogene verdeling van de factoren hebben. Deze hebben een mix van stedelijk en plattelandsgebied en een mix van gebieden met een dicht en met een dun wegennetwerk. De regio Zuid-Holland Zuid is een voorbeeld hiervan, maar ook de Brabantse regio's hebben deze heterogeniteit. Op basis van deze heterogeniteit zou beargumenteerd kunnen worden dat een regio in een andere klasse ingedeeld zou kunnen worden. Voor ons onderzoek is er geen aanleiding om daarom de klasse-indeling te wijzigen.

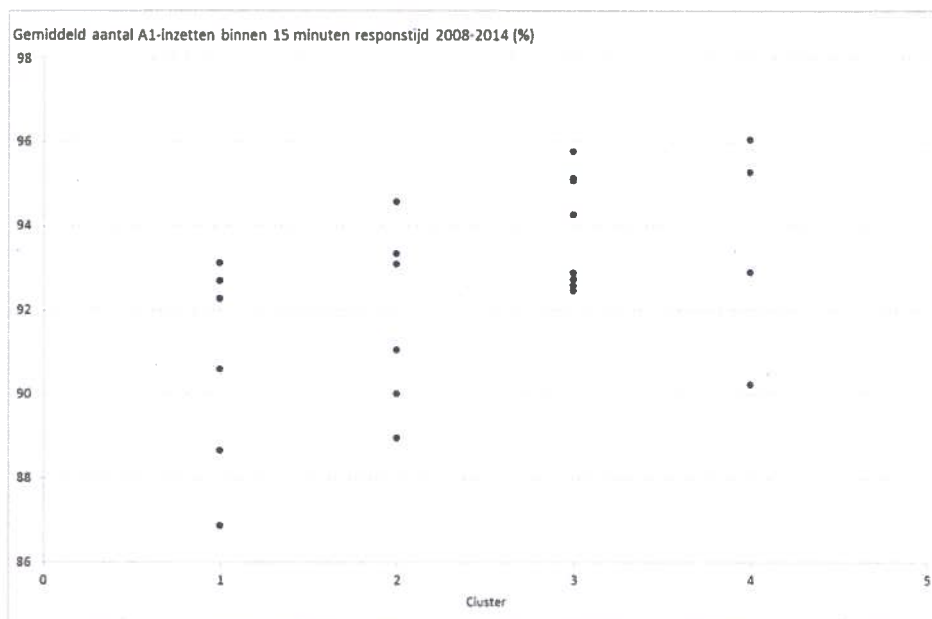
Figuur 3.11 geeft de gemiddelde prestatie voor A1-inzetten over 2008-2014 per regio, waarbij de regio's zijn geordend naar clusters. De figuur maakt de variatie per cluster zichtbaar en ook dat de prestaties van de regio's in clusters drie en vier in de meeste gevallen beter zijn dan de prestaties van regio's in clusters één en twee. De gemiddelde prestatie van regio's in cluster één is 90,7%, van regio's in cluster twee 91,8%, in cluster drie is dit 93,7 en in cluster vier is dit 93,6. Wanneer de uitschieter in cluster vier niet meegenomen wordt is het gemiddelde 94,7%.

De factoren die door de regio's en de klankbordgroep zijn genoemd als bepalende factoren om een effect van DAM te sorteren lijken een goed hulpmiddel in de modellering. De factoren zijn goed te gebruiken in de clusteranalyse en geven een intuïtieve klasse-indeling die gebruikt kan worden in de modellering.

*Tabel 3.4: Klasse-indeling bij gebruik van de zeven factoren voor de DAM-modellering. De klasse-indeling is oplopend: klasse 1 heeft weinig positieve kenmerken voor het behalen van een effect van DAM, klasse 4 heeft de meeste positieve kenmerken.*

Nr.	Regio	Aantal klassen		
		2	3	4
1	Groningen	2	2	2
2	Friesland excl. de Friese Waddeneilanden	2	2	2
3	Drenthe	2	2	2
4	IJsselland	2	2	2
5	Twente	2	3	3
6	Noordoost Gelderland	2	2	2
7	Midden Gelderland	2	3	3
8	Gelderland Zuid	2	3	3
9	Utrecht	2	3	4
10	Noord-Holland Noord excl. Texel	1	1	1
11	Zaanstreek-Waterland	2	3	3
12	Kennemerland	2	3	3
13	Amsterdam-Amstelland	2	3	4
14	Gooi- en Vechtstreek	2	3	3
15	Haaglanden	2	3	4
16	Hollands Midden	2	3	3
17	Rotterdam-Rijnmond excl. Goeree-Overflakkee	2	2	4
18	Zuid-Holland Zuid	1	1	1
20	Midden- en West Brabant	2	2	2
21	Brabant-Noord	2	3	3
22	Zuid Oost Brabant	2	3	3
23	Limburg-Noord	1	1	1
24	Zuid Limburg	1	1	1
25	Flevoland	1	1	1
26	Goeree-Overflakkee	1	1	1
27	Schouwen-Duiveland	1	1	1
28	Tholen	1	1	1
29	Walcheren-Bevelanden	1	1	1
30	Zeeuws Vlaanderen	1	1	1





Figuur 3.11: Gemiddelde prestaties voor A1-inzetten in de periode 2008-2014 per regio, geordend naar clusters uit tabel 3.4.

### 3.7 Capaciteitsmodel dynamisch ambulancemanagement

In deze paragraaf presenteren we het capaciteitsmodel voor de ambulancezorg gebaseerd op dynamisch ambulancemanagement. Het model bouwt voort op de resultaten van de paragrafen 3.4, 3.5 en 3.6. De constructie van het nieuwe capaciteitsmodel gaat uit van de volgende aannames.

1. Uitgangspunt voor het capaciteitsmodel bij statisch ambulancemanagement is het capaciteitsmodel van het referentiekader-2013.
2. Het effect van dynamisch ambulancemanagement ten opzichte van statisch management, is dat een bepaalde prestatie behaald kan worden met minder ambulances. Het model kan ook worden gebruikt om meer auto's toe te delen aan een regio om die meer mogelijkheden te bieden om een bepaalde prestatie te behalen.
3. In het capaciteitsmodel voor statisch management wordt dit effect op het eindresultaat van de berekeningen verwerkt. Dat betekent dat het niet in een specifiek deelmodel is verwerkt, de deelmodellen van het capaciteitsmodel worden gehandhaafd.
4. In het rekenmodel wordt het effect toegepast op de capaciteitsberekeningen op werkdagen overdag. Dit is eenzelfde aanname als in de referentiekaders-2004 en -2008.
5. Het effect van dynamisch management is een input-parameter en kan vastgesteld worden door beleidsmakers. In de uitwerking in dit rapport wordt uitgegaan van een maximaal te behalen effect van twee ambulances.
6. Het effect wordt gedifferentieerd over de regio's toegepast, volgens de klasseindeling bij 4 klassen. Elke klasse heeft een weegfactor voor het te behalen effect. Uitgaande van een maximaal te behalen effect van 2 ambulances door regio's in klasse vier hebben regio's in klasse drie een effect van één

ambulance, regio's in de klassen één en twee hebben geen effect.

Het capaciteitsmodel gebaseerd op DAM is doorgerekend op basis van bovenstaande aannames en op basis van de productiegegevens over 2012 die ook in het referentiekader-2013 zijn gebruikt. Tabel 3.5 geeft de resultaten van deze doorrekening. In de tabel zijn ook de uitkomsten van het referentiekader-2013 en de minimum-variant van het referentiekader-2013 (zie paragraaf 3.4) gegeven. De rekenmodellen geven uitkomsten voor alle dagsoorten en tijdsblokken, de tabel geeft alleen de resultaten voor werkdagen overdag (8-16 uur).

*Tabel 3.5: Aantal ambulances uit de capaciteitsberekeningen van het referentiekader-2013, de minimum-variant van het referentiekader-2013 en de nieuwe modelvariant gebaseerd op de opbrengst van DAM. Cijfers zijn voor werkdagen overdag. Lichtrode cellen: capaciteit is lager dan het referentiekader-2013.*

Nr.	Regio	Referentie- kader 2013 <sup>(1)</sup>	Minimum variant 2013 <sup>(2)</sup>	DAM model <sup>(3)</sup>
1	Groningen	31	24	31
2	Friesland, excl. Waddeneilanden	31	23	31
3	Drenthe	23	19	23
4	IJsselland	23	19	23
5	Twente	22	17	21
6	Noordoost Gelderland	26	23	26
7	Gelderland-Midden	17	15	16
8	Gelderland Zuid	20	16	19
9	Utrecht	39	34	37
	Noord-Holland Noord excl.			
10	Texel	19	16	19
11	Amsterdam	36	33	34
12	Kennemerland	17	14	16
13	Waterland	10	8	9
14	Gooi en Vechtstreek	7	7	6
15	Haaglanden	33	29	31
16	Hollands Midden	22	20	21
17	Rotterd.-Rijnmond excl. Goeree-Overflakkee	39	35	37
18	Zuid-Holland Zuid	16	13	16
20	Midden- en West-Brabant	35	29	35
21	Brabant-Noord	19	17	18
22	Brabant Zuidoost	21	20	20
23	Limburg-Noord	17	15	17
24	Zuid Limburg	18	16	18
25	Flevoland	12	11	12
	Texel	2	2	2
	Vlieland	2	2	2
	Terschelling	2	2	2
	Ameland	2	2	2
	Schiermonnikoog	2	2	2

Tabel 3.5 (vervolg): Aantal ambulances uit de capaciteitsberekeningen van het referentiekader-2013, de minimum-variant van het referentiekader-2013 en de nieuwe modelvariant gebaseerd op de opbrengst van DAM. Cijfers zijn voor werkdagen overdag. Lichte rode cellen: capaciteit is lager dan het referentiekader-2013.

Nr.	Regio	Referentiekader 2013 <sup>(1)</sup>	Minimum variant 2013 <sup>(2)</sup>	DAM model <sup>(3)</sup>
	Goeree-Overflakkee	3	3	3
	Schouwen-Duiveland	3	3	3
	Tholen	2	2	2
	Walcheren en Bevelanden	11	9	11
	Zeeuws-Vlaanderen	6	6	6
	Totaal incl. Waddeneilanden	588	506	571
	Verschil met referentiekader-2013		-82	-17
	Friesland incl. Friese Waddeneilanden	39	31	39
	Noord-Holland Noord incl. Texel	21	18	21
	Rotterdam-Rijnmond incl. Goeree-Overflakkee	42	38	40
	Zeeland	22	20	22

## Noten:

- 1) Het referentiekader-2013 gaat uit van 206 standplaatsen.
- 2) De minimum-variant van het referentiekader-2013 gaat uit 123 uitrukpunten.
- 3) Het DAM-model is op basis van vier klassen en een maximaal DAM-effect van 2 ambulances



## 4 Capaciteitsmodellering bezettingsgraad besteld vervoer

In het huidige capaciteitsmodel van het referentiekader is de bezettingsgraad van het besteld vervoer een vast getal, namelijk 2/3. Bij het opstellen van de referentiekaders in 2008 en 2013 is er in het expertteam discussie geweest over deze bezettingsgraad en hoe de waarde zich verhoudt met de werkelijkheid. De vraag is ook gesteld hoe hoog de bezettingsgraad zou kunnen zijn wanneer het besteld vervoer meer doelmatig gepland zou kunnen worden – aangenomen dat dit kan.

In dit hoofdstuk wordt een capaciteitsmodel ontwikkeld dat de mogelijkheid biedt om een relatie te leggen tussen productieomvang en omgevingsfactoren enerzijds en een bezettingsgraad van het besteld vervoer anderzijds. Het model biedt keuzemogelijkheden om voor specifieke regio's voor een deel van de productie uit te gaan van een hoge bezettingsgraad. De parameters van het nieuwe model zijn gebaseerd op een analyse van de bezettingsgraad in de praktijk van de Nederlandse ambulancezorg in 2013.

### 4.1 Methodologie

Het onderzoek kende twee fases:

1. Een analyse van de bezettingsgraad van het besteld vervoer in de praktijk op basis van een analyse van ritgegevens.
2. De constructie van een model waarin de bezettingsgraad van het besteld vervoer op een gedifferentieerde manier is uitgewerkt, met een relatie tussen omgevingsfactoren en productieomvang en bezettingsgraad.

Voor het onderzoek van fase 1 is medewerking gezocht met een aantal RAV's. Het RIVM heeft ritgegevens van deze regio's geanalyseerd en de hieruit resulterende bezettingsgraden zijn teruggekoppeld aan de regio. Deze terugkoppeling geeft randvoorwaarden die een rol spelen bij het behalen van een (hoge) bezettingsgraad in de praktijk.

Deze randvoorwaarden zijn meegenomen in fase 2 waarin we een overzicht van een aantal factoren geven die een bepalend zijn voor het realiseren van doelmatig besteld vervoer. Aan de hand van deze factoren worden regio's in klassen ingedeeld. De klassen bepalen de mate waarin regio's bevoordeeld zijn voor het behalen van een bepaalde (hoge) bezettingsgraad. Het uiteindelijke capaciteitsmodel biedt de mogelijkheid om aannames te maken over de bezettingsgraad en de mate waarin deze gerealiseerd kan worden.

### 4.2 Analyse bezettingsgraad besteld vervoer in de praktijk

Voor de analyse van de bezettingsgraad van het besteld vervoer in de praktijk is de volgende vraagstelling geformuleerd.

*Bepaal de bezettingsgraad van het besteld vervoer in Nederland, rekening houdend met de bijzonderheden, zoals de raakvlakken met het spoedvervoer en de inzet van speciale ambulances zoals de zorgambulance. Het onderzoek moet een kwantitatieve beschrijving van*

*de bezettingsgraad van het besteld vervoer opleveren, naar dagsoort en type ambulance. De resultaten moeten kunnen worden gebruikt in het capaciteitsmodel van het referentiekader.*

Globaal gezegd is de bezettingsgraad gedefinieerd als de verhouding tussen de tijd die ambulances bezig zijn met het uitvoeren van besteld vervoer (de teller) en de tijd die zij daarvoor ingeroosterd zijn (de noemer). Informatie over de uitvoering van het besteld vervoer is ontleend aan ritgegevens van de ambulancezorg. Informatie over de ingeroosterde uren is gebaseerd op de paraatheidsroosters die van de regio's ontvangen zijn.

#### 4.2.1 *Ritselectie*

Er is gebruik gemaakt van ritgegevens van een beperkt aantal regio's. De selectie van regio's is op basis van kenmerken van het besteld vervoer en de regio's. De volgende criteria zijn gehanteerd:

- twee regio's met een academisch ziekenhuis in hun regio;
- drie regio's met een topklinisch ziekenhuis en geen academisch ziekenhuis in hun regio;
- twee regio's met een algemeen ziekenhuis en geen academisch of topklinisch ziekenhuis in hun regio;
- samen hebben deze regio's minstens 25% van de totale productie in Nederland.

#### *Peiljaar 2013*

In 2013 hebben de zeven geselecteerde regio's 108.186 inzetten met B-urgentie verzorgd, dit is 33% van het totale besteld vervoer in Nederland. Hierop zijn nadere selecties gedaan.

#### *Beperking tot zorgambulances*

In alle geselecteerde regio's worden ALS-ambulances en zorgambulances ingezet voor het verzorgen van besteld vervoer. ALS-ambulances kunnen tijdens het uitvoeren van het besteld vervoer ingezet worden voor een spoedeisende inzet. Het besteld vervoer wordt dan opgeschort om een spoedeisende inzet te verzorgen. Een zorgambulance kan niet worden ingezet voor een spoedeisende inzet, de zorgambulance verzorgt uitsluitend laag complex besteld vervoer. De bezettingsgraad van ALS-ambulances die ingeroosterd zijn voor besteld vervoer maar tijdens hun dienst ook spoedvervoer verzorgen, is niet te berekenen. Reden is dat de grens tussen spoed- en besteld vervoer niet scherp kan worden vastgesteld aan de hand van de beschikbare ritgegevens. Daarom is deze analyse van de bezettingsgraad van het besteld vervoer beperkt tot zorgambulances. Er wordt wel een analyse gemaakt van het voorkomen van de mix van spoed- en besteld vervoer bij ALS-ambulances die zijn ingeroosterd voor besteld vervoer. In de ritgegevens zijn de zorgambulance geïdentificeerd aan de hand van de wagennummers. In deze nummers zijn de zorgambulances uniek te selecteren. Voorwaarde is dat de regio's het nummerplan hanteren. Het is bekend dat dit niet door alle regio's consequent gebeurt.

#### *Selectie van ritten*

Voor deze analyse is een selectie van besteld vervoer ritten gemaakt uitgaande van de productiecijfers over 2013, conform de filters die gebruikt worden voor de rapportage *Ambulances in zicht-2013* (AZN,

2014). Dit betekent dat ritten van andere vervoerders dan de regio worden uitgesloten evenals ritten die niet tot de reguliere ambulancezorg behoren, zoals GHOR, MMT en Huisartsenzorg. Op het totaal aantal inzetten met B-urgentie worden inzetten geselecteerd met een valide tijdenregistratie. Om deze reden zijn 4.804 inzetten (4,4%) uit de selectie verwijderd. Naast het filteren op basis van onjuiste tijdenregistratie, is in een aantal gevallen een correctie van de datum uitgevoerd. Dat was nodig in die gevallen dat een aanvraag voor een inzet één of meer dagen voorafgaand aan de inzet was. Tabel 4.1 geeft een overzicht van de filters en beschrijft een aantal kenmerken van de inzetten.

*Tabel 4.1: Aantal inzetten besteld vervoer in de analyse en het aantal uit de selectie gefilterde inzetten.*

	<i>Aantal inzetten</i>
Productie 2013 van de zeven regio's	108.186
Aantal uitgefilterde inzetten	
• Onjuiste tijdenregistratie: ontbreken van tijdstip opdracht	139
• Datum opdracht niet in 2013	147
• Ritduur langer dan 8 uur	149
• Onjuiste tijdenregistratie: ontbreken van tijdstippen "einde rit" en "vrijmelden"	3.971
• Onjuiste tijdenregistratie: Negatieve ritduur	188
• Speciale gebeurtenissen	210
Totaal aantal ritten in analyses	103.382
waarvan door zorgambulance	39.418
waarvan door ALS-ambulance	63.964
Aantal verschillende wagennummers in de ritgegevens	301
waarvan ALS-ambulance	259
waarvan zorgambulance (nummer x4xx)	42
Haalritten (van ziekenhuis naar X) <sup>1</sup>	63.313
Brengritten (van X naar ziekenhuis) <sup>1</sup>	66.197
Van of naar een <sup>2</sup>	
Academisch ziekenhuis	19.131
Algemeen ziekenhuis	71.204
Buitenpolikliniek	1.038
Niet toewijsbaar	13.047

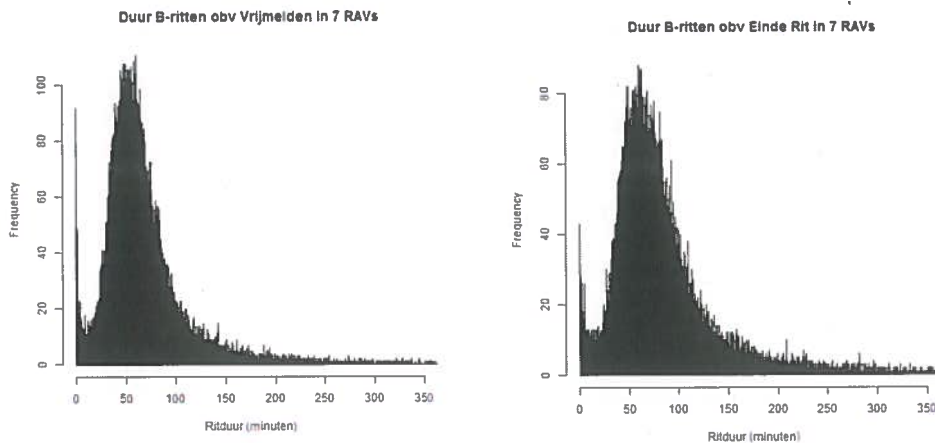
Noten: 1: Als het totaal van de haal- en brengritten groter is dan het totaal van het totaal van Zorg- en ALS-ambulance-inzetten dan is het verschil het aantal ritten tussen twee ziekenhuizen.

2: De toewijzing van een inzet naar type ziekenhuis is op basis van afhaal- en/of brengpostcode. Van een aantal inzetten is het afhaal- of bezorgadres niet toe te wijzen aan een ziekenhuis.

## 4.2.2

**Resultaten****Bezettingsgraad afhankelijk van definitie tijdsduur**

In de analyse worden twee varianten van de bezettingsgraad bepaald, welke verschillen in de definitie van de tijdsduur van een rit. In beide gevallen wordt het begin van de inzet bepaald door het tijdstip 'opdracht ambulance'. Het einde van de inzet verschilt tussen de varianten. De eerste definitie gaat uit van het tijdstip van vrijmelden in het ziekenhuis, de tweede definitie van het tijdstip van beëindiging van de inzet na terugkeer op de standplaats, het tijdstip 'einde rit'. Figuur 4.1 en tabel 4.2 geeft een overzicht van de verschillen tussen deze definities. Voor beide definities valt op dat de ritduur scheef verdeeld is, met een uitloper van inzetten met hoge ritduren. Op basis van de ritgegevens is niet vast te stellen of deze hoge ritduren reëel zijn of dat het om registratiefouten gaat. In de selectie van inzetten is een afkappunt gehanteerd bij ritduren van meer dan 8 uur. Hiervan is verondersteld dat het gaat om registratiefouten. Ook opvallend is het aantal inzetten met een lage ritduur. Voor een deel gaat het hier om geannuleerde ritten die niet als zodanig in de registratie herkenbaar zijn voor een deel kan het ook gaan om tilassistentie-ritten. De scheve verdeling is ook te zien aan het feit dat de gemiddelde ritduur iets hoger is dan de mediaan (p50-waarde). Tussen de regio's zijn er verschillen in de gemiddelde ritduur. Er zijn regio's met een relatief korte gemiddelde ritduur (regio's 5 en 7) en een lange gemiddelde ritduur (regio 6). De spreiding van de ritduren verschilt iets per regio, blijkt uit de relatief kleine verschillen tussen de p-waardes en het gemiddelde.



**Figuur 4.1:** Aantal ritten naar ritduur op basis van tijdstip vrijmelden (links) en op basis van tijdstip einde rit (rechts).



Tabel 4.2: Aantal inzetten besteld vervoer het aandeel van de zorgambulance hierin, en de verdeling van de ritduur, gespecificeerd naar regio, met verschil tussen definitie op basis van tijdstip 'vrijmelden' of 'einde rit' (in uren:minuten).

	Aantal besteld vervoer ritten	Aandeel zorgambulance in totaal (%)	Ritduur obv 'vrijmelden'			
			p25	p50	p75	Gemiddelde
Totaal	103.382	0,38	0:43	0:58	1:16	1:04
regio 1		0,34	0:43	1:06	1:21	1:05
regio 2		0,42	0:43	1:00	1:22	1:07
regio 3		0,38	0:41	0:55	1:13	1:04
regio 4		0,42	0:45	1:02	1:20	1:07
regio 5		0,53	0:44	0:57	1:12	1:00
regio 6		0,16	0:49	1:06	1:34	1:16
regio 7		0,12	0:40	0:50	1:03	0:55
	Aantal besteld vervoer ritten	Aandeel zorgambulance in totaal (%)	Ritduur obv 'einde rit'			
			p25	p50	p75	Gemiddelde
Totaal	103.382	0,38	0:50	1:09	1:32	1:18
regio 1		0,34	0:55	1:17	1:42	1:24
regio 2		0,42	0:54	1:17	1:45	1:26
regio 3		0,38	0:52	1:10	1:34	1:23
regio 4		0,42	0:54	1:12	1:37	1:20
regio 5		0,53	0:47	1:02	1:20	1:07
regio 6		0,16	1:01	1:22	1:55	1:35
regio 7		0,12	0:46	1:00	1:20	1:10

Tabel 4.3: Gemiddelde ritduur gespecificeerd naar ziekenhuissoort, met verschil tussen definitie op basis van tijdstip 'vrijmelden' of 'einde rit' (in uren:minuten).

	obv 'vrijmelden'			
	p25	p50	p75	Gemiddelde
Academisch ziekenhuis	0:52	1:09	1:35	1:20
Algemeen ziekenhuis	0:43	0:57	1:13	1:01
Buitenpolikliniek	0:38	0:55	1:10	0:56
	obv 'einde rit'			
	p25	p50	p75	Gemiddelde
Academisch ziekenhuis	1:01	1:22	1:56	1:37
Algemeen ziekenhuis	0:50	1:07	1:29	1:15
Buitenpolikliniek	0:47	1:07	1:29	1:12

### Resultaten

#### Gemiddelde ritduur hangt af van type ziekenhuis

Tabel 4.3 geeft een detaillering van de gemiddelde ritduur naar type ziekenhuis. De gemiddelde ritduur naar een academisch ziekenhuis is hoger dan naar een algemeen ziekenhuis of een polikliniek.

Tabel 4.4 geeft de resultaten van de bezettingsgraad. Voor de teller is uitgegaan van de ritduur op basis van het tijdstip einde rit. De

bezettingsgraad op basis van het tijdstip vrijmelden is niet getoond. Deze is lager dan de bezettingsgraden in de tabel en kan uit deze tabel worden afgeleid door het schalen van de resultaten met de verhouding tussen de gemiddelde ritduren.

Er zijn grote verschillen in bezettingsgraad tussen de regio's: deze varieert tussen 0,82 en 0,33. Op werkdagen haalt regio 4 zelfs een bezettingsgraad van bijna 0,9. In de weekenden is de bezettingsgraad lager dan op werkdagen. De laagste waarde is 0,15 voor regio 2.

Voor een deel kunnen deze lage waarden verklaard worden door het hanteren van een te grote noemerwaarde. Bij de meeste weekenden is gerekend met een rooster van 9 uur. In werkelijkheid zal een zorgambulance mogelijk maar een deel van de dag ingezet zijn.

Tabel 4.4: Gemiddelde ritduur en bezettingsgraad besteld vervoer.

	regio 1	regio 2	regio 3	regio 4 <sup>1</sup>	regio 5	regio 6	regio 7 <sup>1</sup>
Gemiddelde ritduur obv 'vrijmelden'	1,09	1,11	1,06	1,12	1,00	1,26	0,92
Gemiddelde ritduur obv 'einde rit'	1,40	1,44	1,39	1,34	1,12	1,58	1,16
Bezettingsgraad obv einde rit	0,36	0,33	0,66	0,82	0,52	0,49	0,34
Maandag	0,31	0,27	0,68	0,88	0,45	0,52	0,22
Dinsdag	0,29	0,23	0,65	0,90	0,41	0,41	0,21
Woensdag	0,40	0,37	0,64	0,89	0,63	0,51	0,36
Donderdag	0,46	0,46	0,63	0,87	0,67	0,56	0,54
Vrijdag	0,45	0,46	0,68	0,88	0,68	0,63	0,38
Zaterdag	0,30 <sup>1</sup>	0,25 <sup>1</sup>	NA	0,56	0,45	0,27 <sup>1</sup>	0,35
Zondag	0,21 <sup>1</sup>	0,15 <sup>1</sup>	NA	0,54	0,32	0,24 <sup>1</sup>	0,19

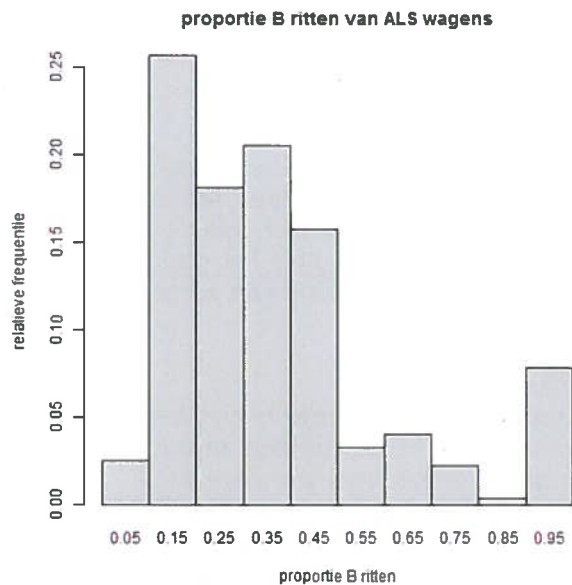
Noot: 1: Van regio 4 en regio 7 waren geen paraatheidsroosters beschikbaar, daarom is de bezettingsgraad berekend met gebruik van een rooster van 9 uur per dag, voor die dagen waarop een zorgambulance besteld vervoer heeft verzorgd. Dit geldt ook voor de regio's 1, 2 en 6 voor de zaterdagen en zondagen.

2: In de ritgegevens waren van regio 3 geen besteld vervoer inzetten op zaterdag en zondagen, hierdoor kon voor die dagen geen bezettingsgraad worden berekend.

#### ALS-ambulances verzorgen spoed en besteld vervoer

Tabel 4.2 liet zien dat in de zeven regio's 38% van het besteld vervoer wordt verzorgd door zorgambulances. Het resterende deel van 62% wordt door ALS-ambulances verzorgd. We bekijken enkele kenmerken van deze inzetten. Hiertoe selecteren we ALS-ambulances die op één dag zowel spoedvervoer als besteld vervoer verzorgen. Van deze ambulances is het aandeel besteld vervoer op het totaal, gerekend in uren, tussen de 0,32 en 0,43, zie figuur 4.2. Dit betekent dat deze ambulances voor het grootste deel van de tijd bezig zijn met spoedvervoer en dat er dus een aanzienlijke wisselwerking of interactie is tussen spoed en besteld vervoer. Figuur 4.2 geeft de relatieve verdeling van het aandeel besteld vervoer op het totaal. We zien dat het vaak voorkomt dat een ALS-ambulance uit deze selectie voor minder dan een kwart van zijn tijd bezig is met besteld vervoer (soms van de eerste drie balken). Ongeveer 7% van deze ambulances is voor 95%

bezig met besteld vervoer (laatste balk). Wat we zien is dat de ALS-ambulances die op één dag zowel spoedvervoer als besteld vervoer verzorgen, de meeste ambulances voor een klein deel besteld vervoer verzorgen.



*Figuur 4.2: Relatieve frequentie van de proportie besteld vervoer in het totaal aantal uren.*

#### 4.2.3

##### *Conclusie en discussie*

Resultaten zijn teruggekoppeld aan de regio's en komen vrijwel overeen met hun eigen bevindingen. Wel zijn er een aantal kanttekeningen te plaatsen bij de methodiek en de resultaten.

##### *Verschillende definities in gebruik*

In onze analyse hebben we het verschil in ritduur laten zien bij gebruik van verschillende definities voor de ritduur. Deze verschillen werken door op de bezettingsgraad. Uit de terugkoppeling van de resultaten aan de regio's is gebleken dat regio's onderling verschillen in de door hun gehanteerde definitie. Ook binnen een regio kunnen verschillende definities worden gehanteerd, afhankelijk van het tijdsvenster en vraagstuk waar de regio naar kijkt. Enkele regio's hanteren het tijdstip 'vrijmelden' omdat in hun systematiek de ambulance dan weer inzetbaar is voor een volgende inzet. Andere regio's hanteren het tijdstip 'einde rit' omdat dit beter past in hun planning. Op werkdagen overdag kan een andere definitie voor de bezettingsgraad worden gehanteerd dan in de nachturen van het weekend.

##### *Werkelijk aantal ingezette zorgambulances wijkt af van het paraatheidsrooster*

Het werkelijk aantal ingezette zorgambulances kan afwijken van de aantallen van de paraatheidsroosters waarmee gerekend is. De paraatheidsroosters worden vooraf opgesteld en na een wijziging in de diensten achteraf niet bijgesteld. Bijvoorbeeld in rustige (vakantie-) periodes kan een meldkamer de planning van het besteld vervoer

wijzigen. Zo kan het voorkomen dat besteld vervoer wordt gereden terwijl er volgens de door ons gehanteerde roosters hiervoor geen zorgambulance ingeroosterd was. Hierdoor is de noemer in onze analyse te laag geschat, waardoor de bezettingsgraad hoger dan in werkelijkheid uitvalt. Andersom kan het ook gebeuren dat zorgambulances die wel in het paraatheidsrooster zijn gegeven in de praktijk geen dienst hebben gehad. Wij gaan dan uit van een te hoge noemer waardoor in onze analyses de bezettingsgraad te laag is geschat.

#### *Gebruik van het nationaal nummerplan*

In de selectie van inzetten is gebruik gemaakt van het nationaal nummerplan van AZN. Deze zegt dat het tweede cijfer van het ambulancenummer het type ambulance bepaalt. Het cijfer 4 is de code voor een zorgambulance. Het is mogelijk dat regio's het nationaal nummerplan niet strikt hanteren en dat de selectie van zorgambulances hierdoor niet volledig is.

#### *Bezettingsgraad voor zorgambulance alleen*

De bezettingsgraad voor het totale besteld vervoer is niet berekend vanwege de mix van spoed en besteld vervoer bij een aantal ALS-ambulances. Deze mix blijkt relatief groot: veel van deze ALS-ambulances rijden grotendeels spoedvervoer. Voor het besteld vervoer dat gereden wordt door deze ambulances kan geen bezettingsgraad worden berekend. De hier berekende bezettingsgraden, tussen 0,3 en 0,8, hebben dus betrekking op een deel van het besteld vervoer. De vraag in hoeverre deze bezettingsgraad zich verhoudt tot de 0,66 die in het referentiekader wordt gehanteerd is niet eenduidig te beantwoorden. Wat hier nog meespeelt, is het feit dat regio's in de praktijk van de uitkomsten van het referentiekader kunnen afwijken. Dat bemoeilijkt de vertaalslag van model naar praktijk en de interpretatie van de berekende bezettingsgraad.

#### *Mate van complexiteit en mate van urgentie*

Een zorgambulance kan alleen laag complex besteld vervoer verzorgen, een ALS-ambulance kan zowel laag als hoog complex vervoer verzorgen. In de planning van het besteld vervoer is deze complexiteit echter niet het enige aspect. Er kan ook een noodzaak voor stiptheid zijn, ook wel als 'urgentie' aangeduid. Er is sprake van hoog-urgent versus laag-urgent vervoer. Bij hoog-urgente besteld vervoer is tijdigheid van de inzet belangrijk in verband met het vervolg-proces, meestal een onderzoek of therapie in het ziekenhuis. In deze gevallen is het belangrijk dat de patiënt op het geplande tijdstip wordt bezorgd of gehaald. Het aspect van tijdigheid legt extra randvoorwaarden op aan de planning waardoor het moeilijker is om een hoge bezettingsgraad te halen.

Daarnaast is het aandeel laag-complex vervoer ten opzichte van het geheel aan besteld vervoer van invloed op de bezettingsgraad. Een groot aandeel laag-complex vervoer geeft meer vrijheid voor het inzetten van zorgambulances. Als er bovendien relatief veel laag-urgente ritten zijn wordt de vrijheid voor het efficiënt roosteren nog groter. Een hoog aandeel hoog-complex vervoer leidt tot een groter inzet van ALS-ambulances, die ook ingezet kunnen worden op het spoedvervoer. Enerzijds komt dit de bezettingsgraad van deze

ambulances ten goede, maar anderzijds maakt dit een efficiënte planning van (hoog-urgent) besteld vervoer lastiger.

*Niet alle planbaar vervoer is goed te roosteren*

Door de regio's is aangegeven dat een groot deel van het besteld vervoer op ad-hoc basis wordt aangevraagd. Het tijdstip van aanvragen door het ziekenhuis is dan vaak het tijdstip van gewenst ophalen van de patiënt. Deze aanvragen zijn niet te plannen en maken het lastig om een hoge bezettingsgraad te realiseren en oorzaak van de variatie in bezettingsgraad.

*Effect van uitgefilterde ritten*

In de selectie van ritten voor deze analyse zijn een aantal ritten met onjuiste tijdenregistratie uit de selectie verwijderd. Hierdoor is de teller van de bezettingsgraad iets kleiner geworden. De mate waarin dit de bezettingsgraad beïnvloedt is niet onderzocht.

*Spreiding en aanbod van ziekenhuizen*

Het aanbod en de spreiding van ziekenhuizen in een regio zijn ook randvoorwaarden die de vrijheid van de planning van het besteld vervoer bepalen. Een groot aanbod van ziekenhuizen met een gunstige spreiding over de regio geeft meer mogelijkheden om het besteld vervoer doelmatig te plannen. Een klein aantal ziekenhuizen dat bovendien geconcentreerd is in een bepaald deel van de regio kan leiden tot ondoelmatigheid in de uitvoering van de planbare zorg. Daarnaast kan er een hoge gemiddelde ritduur optreden. Een hoge ritduur kan aanleiding zijn voor een lage bezettingsgraad omdat dit beperkingen geeft in het roosteren van ritten.

Ook het soort ziekenhuizen in een regio is van invloed op de te behalen bezettingsgraad. De aanwezigheid van een of meer academische of topklinische ziekenhuizen leidt tot andere, meer hoog complexe stromen van patiënten. De aantallen B-ritten en de ritduur ervan hangen samen met de mix van ziekenhuizen in de regio. Dit heeft effect op de mate van vrijheid in de planning van het besteld vervoer, en dus ook op de te behalen bezettingsgraad. Dit pleit voor het hanteren van het tijdstip einde rit in de ritduur.

#### **4.3 Omgevingsfactoren voor het behalen van een bezettingsgraad besteld vervoer**

Met de klankbordgroep van het onderzoek is gesproken over de factoren die van invloed kunnen zijn op de doelmatigheid van het besteld vervoer. Uit de discussie is een selectie van factoren gekomen. Deze zijn geselecteerd op basis van hun relatie met een doelmatige uitvoering van het besteld vervoer. Onderstaand schema geeft een overzicht van de geselecteerde variabelen.

<i>Factoren</i>	<i>Beschrijving</i>	<i>Motivatie</i>
Aantal inzetten met A-urgentie	Bron hiervoor zijn de productiegegevens van 2014 zoals ook gepubliceerd in <i>Ambulances in-zicht 2014</i> . De aantallen inzetten van de eilanden zijn bepaald door uit te gaan van het afhaaladres van de inzet, hierbij zijn alleen inzetten beschouwd van de overkoepelende regio. Bijvoorbeeld voor Goeree-Overflakkee zijn alleen inzetten van regio Rotterdam-Rijnmond beschouwd, in deze gegevens is een analyse van afhaaladres gedaan.	Een regio met een hoog aantal inzetten met A-urgentie heeft een groot wagenpark. Bij de uitvoering van besteld vervoer is interactie met het spoedvervoer mogelijk. Een groot wagenpark biedt meer interactiemogelijkheden en dus meer mogelijkheden voor een hoge bezettingsgraad van het besteld vervoer.
Aantal inzetten met B-urgentie	Idem	idem
Gemiddelde ritduur van het besteld vervoer	Deze is berekend aan de hand van het tijdstip vrijmelden. Dat betekent dat de rijtijd die nodig is voor terugkeer naar de standplaats, indien van toepassing, niet is meegenomen in de ritduur. Opgemerkt wordt dat deze factor alleen wordt gebruikt om de regio's te categoriseren. In het rekenmodel voor de capaciteitsberekening wordt uitgegaan van de definitie die voor het referentiekader is gehanteerd.	Een lage gemiddelde ritduur van het besteld vervoer wijst op relatief korte afstanden van het besteld vervoer. Dat betekent dat de ambulances relatief snel weer beschikbaar zijn voor een volgende inzet, en dat het afhaal- of brengadres van de volgende inzet waarschijnlijk niet ver weg is. Deze factoren bieden mogelijkheden voor een doelmatige inzet van ambulances.
Aantal ziekenhuisbedden gedifferentieerd naar soort ziekenhuis.	Het aantal ziekenhuisbedden is gedifferentieerd naar algemene, topklinische en academische ziekenhuizen. Bron voor deze cijfers zijn de <i>Jaarverslagen Zorg</i> en de website <i>Zorgkiezer.nl</i>	Een regio met een groot aantal ziekenhuisbedden heeft naar verwachting meer besteld vervoer dan een regio met een laag aantal ziekenhuisbedden. Academische ziekenhuizen en topklinische ziekenhuizen hebben bovendien meer patiënten met complexe ziektebeelden en daardoor naar verwachting meer besteld vervoer.

Gegevens van de Waddeneilanden zijn niet meegenomen in deze analyse. Gegevens van Goeree-Overflakkee en de Zeeuwse eilanden zijn apart bepaald. De gegevens van de regio's Friesland, Noord-Holland Noord, Rotterdam-Rijnmond en Zeeland zijn voor eilandbenadering gecorrigeerd. De gegevens van de regio's Amsterdam-Amstelland en Zaanstreek-Waterland zijn niet uitgesplitst naar de twee aparte regio's.

Voor de ritgegevens is de bron de productiecijfers van de regio's zoals aangeleverd voor Ambulances in zicht-2014 en in beheer in de landelijke database bij het RIVM.

*Soort ziekenhuizen en aantal ziekenhuisbedden op locatieniveau*

Bron voor het aantal ziekenhuisbedden zijn cijfers uit de Jaarverslagen Zorg en cijfers van de website Zorgkiezer.nl. Deze cijfers zijn niet bij de ziekenhuizen gevalideerd en er kunnen verouderde en inconsistente cijfers zijn. Cijfers over het aantal ziekenhuisbedden op het niveau van locaties van ziekenhuizen zijn niet voor alle locaties beschikbaar.

Er is geen landelijk uniforme level-indeling van ziekenhuizen. Navraag bij de NVZ en de LNAZ wees uit dat regio's op verschillende manieren toetsen of ziekenhuizen aan bepaalde criteria (voor een indeling) voldoen. Daarom is de volgende indeling gehanteerd:

- 1) 8 academische ziekenhuizen
- 2) 27 topklinische ziekenhuizen die zich hebben aangesloten bij de vereniging van samenwerkende topklinische opleidingsziekenhuizen
- 3) 95 algemene ziekenhuizen

Voor deze ziekenhuizen is op locatieniveau het aantal bedden bepaald, vervolgens is dit aantal geaggregeerd naar regio.

*Haal- en brengritten zijn niet geselecteerd*

In de discussie over de modellering van het besteld vervoer is aangegeven dat het verschil in aantallen haal- en brengritten en de kenmerken van deze ritten een factor kan zijn in de doelmatigheid van het besteld vervoer. Het RIVM heeft een analyse gedaan van de aantallen haal- en brengritten per regio en de verschillen in de gemiddelde ritduur van deze ritten. De volgende kanttekeningen zijn te maken:

- 1) Als er verschillen in ritduur zijn tussen haal- en brengritten, worden deze meegenomen in de capaciteitsberekeningen. Immers wordt in de berekening uitgegaan van de gemiddelde ritduur, hierin zijn de haal- en brengritten meegenomen.
- 2) Als er een verschil is in ritduur over de dagperiode, bijvoorbeeld 's avonds een langere ritduur in verband met een aantal haalritten, dan wordt hiermee rekening gehouden in het capaciteitsmodel. Deze berekent de capaciteit per blokuur van twee uur.
- 3) Wat wel een invloed kan hebben is het verschil tussen interregionaal en regionaal besteld vervoer. Als een regio veel interregionaal besteld vervoer heeft, dan kan deze regio haar ambulances niet in eigen regio inzetten, als nodig en mogelijk. Daarom is een analyse van het aandeel regionaal/interregionaal besteld vervoer nuttig. Deze analyse moet nog worden gedaan.

Tabel 4.5: Factoren in de modellering van de bezettingsgraad besteld vervoer.

Nr.	Regio	Aantal A- Inzetten (x 1.000) <sup>(1)</sup>	Aantal B- Inzetten (x 1.000) <sup>(1)</sup>	Gemiddelde ritduur besteld vervoer obv vrijmelden (minuten) <sup>(1)</sup>	Aantal bedden algemene ziekenhuizen <sup>(1)</sup>	Aantal bedden topklinische ziekenhuizen <sup>(1)</sup>	Aantal bedden academische ziekenhuizen <sup>(1)</sup>
1	Groningen	31,7	14,6	67,8	609	581	1.097
2	Friesland	31,4	7,1	63,5	857	690	0
3	Drenthe	26,5	5,9	59,8	955	0	0
4	IJsselland	22,6	8,6	77,6	196	1.285	0
5	Twente	26,0	10,1	67,8	702	739	0
6	Noordoost Gelderland	28,0	4,8	66,1	1.092	445	0
7	Midden Gelderland	29,6	9,1	61,3	611	691	0
8	Gelderland Zuid	23,4	9,2	66,8	265	543	953
9	Utrecht	48,2	28,5	71,5	1.144	1.232	822
10	Noord-Holland Noord	30,9	6,1	66,2	487	660	0
11	Amsterdam-Waterland <sup>(2)</sup>	61,3	22,1	68,7	1.696	950	1.735
12	Kennemerland	27,3	6,5	58,5	741	347	0
14	Gooi- en Vechtstreek	10,5	5,7	49,9	946	0	0
15	Haaglanden	54,0	16,8	59,4	1.012	1.424	0
16	Hollands Midden	34,1	9,6	60,4	1.197	0	882
17	Rotterdam-Rijnmond	66,8	30,5	70,9	1.570	1.022	1.100
18	Zuid-Holland Zuid	23,1	7,3	52,2	449	463	0
19	Zeeland	18,8	3,7	74,1	1.130	0	0
20	Midden- en West Brabant	55,0	18,7	60,3	1.606	1.007	0
21	Brabant Noord	30,2	7,7	64,5	858	683	0
22	Brabant Zuidoost	31,6	8,2	64,2	1.322	1.167	0
23	Limburg-Noord	24,7	4,1	62,2	1.090	408	0
24	Zuid Limburg	27,4	9,6	54,5	89	617	715
25	Flevoland	18,0	4,4	58,6	716	0	0



Tabel 4.5 (vervolg): Factoren in de modellering van de bezettingsgraad besteld vervoer.

Nr.	Regio	Aantal A-inzetten (x 1.000) <sup>(1)</sup>	Aantal B-inzetten (x 1.000) <sup>(1)</sup>	Gemiddelde ritduur besteld vervoer obv vrijmelden (minuten) <sup>(1)</sup>	Aantal bedden algemene ziekenhuizen <sup>(1)</sup>	Aantal bedden topklinische ziekenhuizen <sup>(1)</sup>	Aantal bedden academische ziekenhuizen <sup>(1)</sup>
26	Goeree-Overflakkee	2,1	1,0	85,6	140	0	0
27	Schouwen-Duiveland	1,9	0,1	77,2	0	0	0
28	Tholen	1,0	0,0	75,1	0	0	0
29	Walcheren-Bevel.	10,6	2,4	75,7	733	0	0
30	Zeeuws Vlaanderen	5,3	1,1	71,5	397	0	0
31	Rotterdam-Rijnmond excl. Goeree-Overflakkee	64,7	29,5	70,3	1.430	0	0
32	Friesland excl. Waddenellanden	30,4	7,0	63,5	857	690	0
33	Noord-Holland Noord excl. Texel	30,0	6,0	65,8	487	660	0

Noten: (1) Het aantal inzetten en de gemiddelde ritduur is op basis van de productie in 2014, het aantal ziekenhuisbedden heeft peiljaar 2014.

(2) In de productiecijfers worden gegevens van de regio's Amsterdam-Amstelland en Zaanstreek-Waterland als één organisatie gehanteerd, in deze tabel zijn deze regio's daarom samengenomen.

De factoren in tabel 4.5 zijn gebruikt om de regio's in te delen in clusters op een soortgelijke manier als is gedaan bij de factoren voor DAM. De *k-means* clustering methode is gebruikt om de regio's in te delen in klassen met soortgelijke kenmerken. Het resultaat van de clusteranalyse is gegeven in tabel 4.6 voor een indeling in twee, drie en vier klassen. De indeling naar klassen is oplopend: klasse één heeft weinig positieve kenmerken voor het behalen van een effect van dynamisch ambulancemanagement, klasse vier heeft de meest gunstige kenmerken.

*Tabel 4.6: Klasse-indeling bij gebruik van de zes factoren voor de modellering van de bezettingsgraad B-vervoer. De klasse-indeling is oplopend: klasse 1 heeft weinig positieve kenmerken voor het behalen van een hoge bezettingsgraad, klasse 4 heeft de meeste positieve kenmerken.*

Nr.	Regio	Aantal klassen		
		2	3	4
1	Groningen	1	2	3
2	Friesland excl. de Friese Waddeneilanden	1	2	2
3	Drenthe	1	2	2
4	IJsselland	1	2	2
5	Twente	1	2	2
6	Noordoost Gelderland	1	2	2
7	Midden Gelderland	1	2	2
8	Gelderland Zuid	1	2	3
9	Utrecht	2	3	4
10	Noord-Holland Noord excl. Texel	1	2	2
11	Amsterdam-Waterland <sup>(1)</sup>	2	3	4
12	Kennemerland	1	2	2
14	Gooi- en Vechtstreek	1	2	2
15	Haaglanden	2	3	4
16	Hollands Midden	1	2	3
17	Rotterdam-Rijnmond excl. Goeree-Overflakkee	2	3	4
18	Zuid-Holland Zuid	1	2	2
20	Midden- en West Brabant	2	3	4
21	Brabant-Noord	1	2	2
22	Zuid Oost Brabant	1	2	2
23	Limburg-Noord	1	2	2
24	Zuid Limburg	1	2	3
25	Flevoland	1	2	2
26	Goeree-Overflakkee	1	1	1
27	Schouwen-Duiveland	1	1	1
28	Tholen	1	1	1
29	Walcheren-Bevelanden	1	1	1
30	Zeeuws Vlaanderen	1	1	1

Noot: (1) net als in tabel 4.5 worden in deze tabel de regio's Amsterdam-Amstelland en Zaanstreek-Waterland als één regio gehanteerd.

De factoren die door de regio's en de klankbordgroep zijn genoemd als bepalende factoren in het realiseren van een bezettingsgraad in het besteld vervoer lijken een goed hulpmiddel in de modellering. De factoren zijn te gebruiken in clusters om regio's te groeperen en in te delen voor de capaciteitsmodellering.

#### 4.4 Capaciteitsmodel bezettingsgraad besteld vervoer

In de modellering van de bezettingsgraad van het besteld vervoer veronderstellen we dat sommige regio's een hoge bezettingsgraad kunnen realiseren op een deel van hun productie besteld vervoer. Welke regio's dat zijn hangt af van de cluster waarin zij zijn ingedeeld. Hoe hoog de bezettingsgraad is die de maximaal gerealiseerd kan worden is ook een exogene parameter.

Er zijn dus twee parameters die een rol spelen in het capaciteitsmodel:

1. het aandeel van de totale productie waarmee een hoge bezettingsgraad kan worden gerealiseerd;
2. de bezettingsgraden van het besteld vervoer, voor het deel waarmee een hoge bezettingsgraad kan worden gerealiseerd en voor het deel waarmee een lagere bezettingsgraad kan worden gerealiseerd.

De waarden van de parameters hangen baseren we op het onderzoek naar de werkelijke bezettingsgraden van zorgambulances. In de uitwerking van het capaciteitsmodel in dit hoofdstuk gaan we uit van een lage bezettingsgraad van 0,67 en een hoge bezettingsgraad van 0,80. We veronderstellen dat de regio's in de klassen drie en vier 38% van hun productie besteld vervoer met een hoge bezettingsgraad kunnen uitvoeren. Zie onderstaand schema:

<i>Klasse</i>	<i>Regio 's</i>	<i>Aandeel besteld vervoer met hoge bezettingsgraad</i>	<i>Hoge bezettingsgraad</i>	<i>Lage bezettingsgraad</i>
1	Goeree-Overflakkee, Schouwen-Duiveland, Tholen, Walcheren-Bevelanden, Zeeuws-Vlaanderen	0	-	0,67
2	Friesland (excl. Waddeneilanden), Drenthe, IJsselland, Twente, Noordoost Gelderland, Midden Gelderland, Noord-Holland Noord (excl. Texel), Kennemerland, Gooi- en vechtstreek, Zuid-Holland Zuid, Brabant Noord, Brabant Zuidoost, Limburg-Noord, Flevoland	0	-	0,67
3	Groningen, Gelderland Zuid, Hollands Midden, Zuid Limburg,	0,38	0,80	0,67
4	Utrecht, Amsterdam-Amstelland, Zaanstreek-Waterland, Haaglanden, Rotterdam Rijnmond (excl. Goeree-Overflakkee)	0,38	0,80	0,67

Er is aangenomen dat de regio Zaanstreek-Waterland dezelfde cluster en bezettingsgraad aanneemt als Amsterdam-Amstelland.

In het rekenmodel voor de benodigde capaciteit wordt als volgt gerekend:

- voor de regio's in de klassen één en twee wordt het productievolume van het besteld vervoer niet opgedeeld, er wordt gerekend met de lage bezettingsgraad (0,67).
- voor de regio's in de klassen drie en vier wordt het productievolume besteld vervoer opgedeeld in een deel (0,38) waarin een hoge bezettingsgraad (0,80) wordt gerealiseerd en een deel (0,62) waarin een lage bezettingsgraad (0,67) wordt gerealiseerd.

In het rekenmodel is geen uitruil van restcapaciteit tussen de twee berekeningen van het besteld vervoer. Wel is er uitruil van restcapaciteit tussen het spoed en besteld vervoer, zoals in het model van het referentiekader is aangenomen.

De resultaten van het capaciteitsmodel voor de bezettingsgraad van het besteld vervoer is gegeven in tabel 4.7. Er is ook een variatie-analyse uitgevoerd waarin de productie van het besteld vervoer met 10% is verlaagd en met 10% is verhoogd. Deze analyse is uitgevoerd met gebruik van het model met gedifferentieerde bezettingsgraad B-vervoer. Tabel 4.7 geeft ook de resultaten van deze variatie-analyses.

In het referentiekader-2013 wordt voor de gehele productie van het besteld vervoer uitgegaan van 0,67. Onder de aanname dat de regio's in de klassen drie en vier 38% van het besteld vervoer kunnen uitvoeren met een bezettingsgraad van 0,8 en dat de rest van de productie met een bezettingsgraad van 0,67 wordt uitgevoerd, ook de productie van andere regio's, worden 10 ambulances minder berekend dan in het referentiekader-2013. Verschillen zijn er uiteraard alleen voor de regio's in de klassen drie en vier. De variatie-analyse laat zien dat vermindering van 10% van het besteld vervoer leidt tot 25 ambulances minder ten opzichte van het referentiekader, en stijging van 10% van het productievolume leidt tot 21 ambulances meer.

Tabel 4.7: Aantal ambulances uit de capaciteitsberekeningen van het referentiekader; cijfers zijn voor werkdagen overdag. Lichtrode cellen: capaciteit is lager dan het referentiekader-2013. Donkerblauwe cellen: capaciteit is hoger dan het referentiekader-2013.

Nr.	Regio	Klasse (bij 4 klassen)	Referen tiekader 2013 <sup>(1)</sup>	Model met gediff. bezet- tings- graad <sup>(2)</sup>	Variatie - analyse -10%	Variatie - analyse +10%
1	Groningen	3	31	30	30	32
2	Friesland, excl. Waddeneilanden	2	31	31	30	32
3	Drenthe	2	23	23	23	24
4	IJsselland	2	23	23	22	24
5	Twente	2	22	22	21	22
6	Noordoost Gelderland	2	26	26	25	27
7	Gelderland-Midden	2	17	17	17	18
8	Gelderland-Zuid	3	20	19	19	21
9	Utrecht	4	39	38	37	41
10	Noord-Holland Noord excl. Texel	2	19	19	18	19
11	Amsterdam-Amstelland	4	36	34	33	38
12	Kennemerland	2	17	17	17	18
13	Zaanstreek-Waterland	4	10	10	10	11
14	Gooi- en Vechtstreek	2	7	7	6	7
15	Haaglanden	4	33	32	31	34
16	Hollands Midden <sup>(1)</sup>	3	22	21	21	22
17	Rotterdam-Rijnmond incl. Goeree-Overflakkee	4	42	41	40	44
18	Zuid-Holland Zuid	2	16	16	15	16
19	Zeeland	4	22	22	21	22
20	Midden- en West-Brabant	2	35	34	33	36
21	Brabant-Noord	2	19	19	18	20
22	Zuidoost-Brabant	2	21	21	20	22
23	Limburg-Noord	3	17	17	17	18
24	Zuid-Limburg	2	18	17	17	19
25	Flevoland	2	12	12	12	12
	Texel		2	2	2	2
	Vlieland		2	2	2	2
	Terschelling		2	2	2	2
	Ameland		2	2	2	2
	Schiermonnikoog		2	2	2	2
	Totaal incl. Waddeneilanden		588	578	563	609
	Totaal excl. Waddeneilanden		578	568	553	599
	Vershil tov referentiekader-2013			-10	-25	21

*Tabel 4.7 (vervolg): Aantal ambulances uit de capaciteitsberekeningen van het referentiekader; cijfers zijn voor werkdagen overdag. Lichtrode cellen: capaciteit is lager dan het referentiekader-2013. Donkerblauwe cellen: capaciteit is hoger dan het referentiekader-2013.*

Nr.	Regio	Klasse (bij 4 klassen)	Referen tiekader 2013(1)	Model met gediff. bezett- ings- graad(2)	Variatie - analyse -10%	Variatie - analyse +10%
	Goeree-Overflakkee	1	3	3	3	3
	Schouwen-Duiveland	1	3	3	3	3
	Tholen	1	2	2	2	2
	Walcheren en Bevelanden	1	11	11	10	11
	Zeeuws-Vlaanderen	1	6	6	6	6

1) Het referentiekader-2013 gaat uit van een onverdeelde bezettingsgraad van 0,67.

2) Het model met gedifferentieerde bezettingsgraad van het besteld vervoer is op basis van vier klassen en een hoge bezettingsgraad op een deel van de productie van regio's in klassen drie en vier.

## 5 Conclusies en aanbevelingen

### 5.1 Conclusies

In paragraaf 1.1 zijn de negen onderzoeksvragen van dit onderzoek geformuleerd. Op basis van de bevindingen uit de hoofdstukken twee tot en met vijf worden de volgende conclusies getrokken.

#### **Rijtijdenmodel**

*Vraag 1: Wat waren de snelheden van ambulances in de meetperiode in 2014-2015 en waren deze anders dan in de vorige meetperiode in 2010-2011?*

Ten opzichte van 2010-2011 hadden ambulances in 2014-2015 gemiddeld gezien iets lagere snelheden. Als gevolg van de lagere gemiddelde snelheden zijn de *rijtijden* van het nieuwe rijtijdenmodel in veel gevallen hoger dan in het 2013-model. Als we kijken naar de verzorgingsgebieden van de Nederlandse standplaatsen, met veelal trajecten tot ongeveer 15 minuten rijtijd, dan heeft het nieuwe model in ruim driekwart van deze trajecten een hogere rijtijd als het 2013-model. Gemiddeld is het verschil in rijtijd anderhalve minuut. De verschillen in rijtijden worden niet alleen verklaard door andere gemiddelde snelheden, maar ook door veranderingen in de verkeersinfrastructuur.

*Vraag 2: Benadert het rijtijdenmodel de rijtijden in de praktijk van de ambulancezorg en hoe groot zijn de verschillen tussen model en praktijk?*

De evaluatie van het model wijst uit dat, ondanks de grote variatie in de waargenomen rijtijden, het model de gerealiseerde rijtijden benadert. De mate van benadering is afhankelijk van de lengte van het traject, ook zijn er verschillen tussen de regio's. De evaluatie van het model werd bemoeilijkt doordat rijtijden moesten construeren uit de waarnemingen. De geconstrueerde rijtijden hadden een zeer grote variatie. Door deze variatie en de onzekerheid in de methode zijn de betrouwbaarheidsintervallen relatief groot. In ongeveer 95% van de gevallen verschillen de modelrijtijden niet meer dan ruim vier en een halve minuut van de waargenomen rijtijden. In 10% van de gevallen is de waargenomen rijtijd meer dan twee en een halve minuut langer dan de modelrijtijd. Het model is iets behoudend in de zin dat, in veel gevallen, trajecten in werkelijkheid sneller werden afgelegd dan het model berekent (gemiddelde 6 secondes). Voor trajecten met een korte rijtijd is het behoudende karakter groter dan voor trajecten met een lange rijtijd. De beste benadering wordt geleverd voor trajecten met een rijtijd tussen vijf en tien minuten.

#### **Dynamisch ambulancemanagement**

*Vraag 3: Op welke manier wordt dynamisch ambulancemanagement in de praktijk gehanteerd en welke factoren spelen een rol in het effectief uitvoeren ervan?*

Alle regio's passen op een bepaalde manier dynamisch ambulancemanagement toe. De wijze waarop dit gebeurt en de doelstelling die bij de uitvoering gehanteerd wordt verschillen per regio. In de meeste meldkamers worden bij dynamisch management voertuigverplaatsingen gedaan op basis van vooraf opgestelde schema's

(tabellen) voor het strategisch positioneren van vrije ambulances. Bij een aantal meldkamers is er ondersteuning door middel van software, al of niet met real-time berekeningen. Sommige regio's hanteren dag en nacht dynamisch management, de meeste regio's passen alleen overdag dynamisch management toe. Een effectief dynamisch management hangt af van een aantal (omgevings-)factoren, zoals het aantal, soort en de locaties van ziekenhuizen en, in verband hiermee, de omvang van het besteld vervoer. De omvang van het besteld vervoer wordt door de regio's als factor genoemd in verband met de mogelijke interactie met het spoedvervoer. Ambulances die zijn ingeroosterd voor besteld vervoer kunnen – in bepaalde gevallen – van het besteld vervoer worden afgehaald en voor spoedvervoer worden ingezet. Andere factoren die door de regio's zijn genoemd zijn de mate van vervoersdifferentiatie, ofwel het gebruik van verschillende soorten ambulances, paraatheidsvormen die in de praktijk worden gebruikt, bepaalde geografische kenmerken van de regio, de mate van stedelijkheid van de regio en of de meldkamer meerdere RAV-regio's bedient. De inventarisatie van dynamisch management in de praktijk leverde een lijst van factoren die een effectief dynamisch management faciliteren of juist bemoeilijken. De bespreking van deze lijst met de klankbordgroep resulteerde in een selectie van factoren die het meest belangrijk zijn voor dynamisch management en die ook kwantitatief te bepalen zijn. Op basis van deze factoren zijn regio's ingedeeld naar klassen met meer of minder gunstige omstandigheden voor het realiseren van een effectief dynamisch management.

*Vraag 4: Welke modellen voor dynamisch ambulancemanagement worden in de literatuur gevonden?*

De modellen in de wetenschappelijke literatuur hebben de afgelopen decennia een grote ontwikkeling doorgemaakt door het beschikbaar komen van meer rekenkracht en van gedetailleerde geografische (GPS) informatie. Het is nu mogelijk om zeer complexe algoritmes door te rekenen die bovendien ook rekening kunnen houden met de beschikbaarheid van de ambulances en de veranderingen van de status van de ambulances. Het gebruik van transponders voor het doorgeven van GPS-informatie biedt veel gedetailleerde geografische informatie. Recente locatiemodellen zijn probabilistisch of stochastisch van aard en houden rekening met de mogelijke bezettingsgraden van ambulances. Deze modellen kunnen worden gebruikt voor het ontwerpen van 'schuiftabellen' voor het strategisch positioneren van beschikbare ambulances. In real-time modellen voor dynamisch management worden algoritmes op basis van *Markov Decision Problems* (MDP) gehanteerd, veelal op basis van benaderingen van optimale strategieën (ADP) voor het strategisch verplaatsen van ambulances.

*Vraag 5: Kan het effect van dynamisch ambulancemanagement op de prestaties van de ambulancezorg kwantitatief uitgedrukt worden?*

De simulaties van de ambulancezorg onder statisch en dynamisch management wijzen uit dat dynamisch management een positief effect kan hebben op de prestaties (het aantal spoedeisende inzetten binnen 15 minuten responstijd). De orde van grootte van het effect hangt af van onder andere:

- het gehanteerde algoritme voor dynamisch management: algoritmes hebben verschillende effecten, hun effectiviteit kan bovendien afhankelijk zijn van de kenmerken van de regio;



- het aantal beschikbare ambulances: bij een laag aantal ambulances heeft DAM geen effect;
- de mate van stedelijkheid van de regio: grootstedelijke regio's hebben een groter effect dan plattelandsregio's en de mate van concentratie van de bevolking speelt een rol in het te behalen effect.

De simulaties laten zien dat er een bovengrens is voor de te behalen prestaties: de prestatiecurve vlt sterk af bij een toenemend aantal ambulances en het effect van dynamisch management ten opzichte van statisch management wordt kleiner. De hoogte van de bovengrens verschilt per regio en is afhankelijk van regionale kenmerken zoals bevolkingsdichtheid en -spreiding, verkeersinfrastructuur, zorgvoorzieningen en vorm van de regio. Het effect van dynamisch management is op basis van de simulaties niet eenduidig vast te stellen.

*Vraag 6: Kan dynamisch ambulancemanagement bijdragen aan het betere prestaties in de Nederlandse ambulancezorg?*

Dynamisch ambulancemanagement wordt op dit moment in alle regio's in bepaalde vorm toegepast. Daarom draagt dynamisch management al bij in de huidige prestaties in de ambulancezorg. Hoe groot deze bijdrage is, is moeilijk te zeggen omdat daarvoor een beeld nodig is van de prestaties bij statisch management. En dat beeld is op basis van de beschikbare informatie niet te geven. Vermoedelijk kan de bijdrage van dynamisch management aan de prestaties in de ambulancezorg nog wel vergroten. Dit concluderen wij aan de hand van de volgende observaties:

- In de periode 2008-2014 zijn de prestaties van vrijwel alle regio's vooruit gegaan. Achtergronden bij deze ontwikkelingen zijn niet in detail onderzocht. Wel kan worden geconstateerd dat in deze periode het aantal ambulances op de weg is toegenomen, dat regio's meer bewust zijn geworden van dynamisch management en dit ook meer hebben toegepast, en dat de kwaliteit van de registraties en managementinformatie is verbeterd.
- Tussen regio's verschillen de prestatieverbeteringen: er zijn regio's die jaarlijks ongeveer dezelfde prestatie hebben en er zijn regio's waarvan de prestaties sterk zijn verbeterd. Sommige regio's met een geringe prestatieverbetering lijken in hun ontwikkeling beperkt te worden door beschikbare capaciteit en door regionale kenmerken.
- Regio's met vergelijkbare kenmerken, qua infrastructuur, bevolkingsconcentraties en stedelijkheid, hebben verschillende prestaties.
- Er is een relatie tussen de gemiddelde prestaties in 2008-2014 en de mate van dubbele en driedubbele dekking van de standplaatsen in het referentiekader, maar deze relatie is niet heel sterk aanwezig. Dit betekent dat regio's met een hoge dubbele en driedubbele dekking meer kans hebben op goede prestaties dan regio's met een lage dubbele en driedubbele dekking. Concreet betekent dit ook dat de regio's met hoge dubbele en driedubbele dekking in het geografische deelmodel van het capaciteitsmodel relatief meer ambulances toegewezen krijgen. Er zijn echter ook regio's met een relatief lage dubbele en driedubbele dekking met goede prestaties. Blijkbaar hebben deze regio's meer effect van

dynamisch management en/of zij hebben betere ritgegevens en managementinformatie dan andere regio's.

*Vraag 7: Kan het capaciteitsmodel worden uitgebreid met een model voor dynamisch ambulancemanagement zodat het de werkelijkheid beter benadert?*

Het huidige capaciteitsmodel van het referentiekader kan worden uitgebreid met onderdelen die beter aansluiten bij de uitgangspunten van dynamisch ambulancemanagement. De modelvariant die in dit onderzoek is uitgewerkt gaat uit van twee beleidskeuzes:

- a. een maximaal te behalen DAM-effect;
- b. een differentiatie van dit effect naar verschillende klassen van regio's, op basis van omgevingskenmerken.

Het effect van dynamisch management kan gehanteerd worden als een te behalen efficiency (malus-model), of om te compenseren in een beperking om een efficiency te behalen (bonus-model). Een mix van een bonus-malus model is ook mogelijk om zo bepaalde herverdelingen toe te passen. Wat dit onderzoek ook heeft laten zien is dat de theoretische uitgangspunten van het huidige capaciteitsmodel en van de prestatiemeting in de praktijk verschillend zijn. De prestatiemeting in de praktijk gaat uit van een normatief aantal A1-inzetten binnen bepaalde responstijd (95% binnen 15 minuten). Het capaciteitsmodel gaat uit van voldoende capaciteit om in 95% van de meldingen (A1 en A2-urgentie) een ambulance beschikbaar te hebben. Idealiter zou een capaciteitsmodel uitgaan van de prestatienorm die in de praktijk wordt gehanteerd. Dit vraagt om een ander modelstructuur. Hier is in dit onderzoek niet naar gekeken omdat dat buiten de vraagstelling viel.

### **Bezettingsgraad B-vervoer**

*Vraag 8: Wat is de bezettingsgraad van het besteld vervoer in de praktijk van de Nederlandse ambulancezorg?*

In dit onderzoek is een beperkte analyse van de bezettingsgraad gedaan. Er is alleen naar de bezettingsgraad van zorgambulances gekeken. In de praktijk wordt slechts een deel van het besteld vervoer door zorgambulances uitgevoerd. Het andere deel wordt verzorgd door reguliere ambulances. De reguliere ambulances worden in veel gevallen ook ingezet voor het uitvoeren van spoedeisende ambulancezorg. Deze mix van inzetten maakt het niet mogelijk om voor de reguliere ambulances de bezettingsgraad te bepalen. Een zorgambulance wordt alleen voor besteld vervoer ingezet. Daarom kon voor de zorgambulance wel een bezettingsgraad worden bepaald.

Op basis van een analyse van ritgegevens van zeven regio's over 2013 varieert de bezettingsgraad van zorgambulances tussen 0,3 en 0,9. Er zijn grote verschillen tussen regio's en binnen een regio verschilt de bezettingsgraad per dag van de week. De analyse werd beperkt door onvolledige informatie over het werkelijke paraatheidsrooster van de zorgambulances. Door de regio's is aangetekend dat het behalen van een hoge bezettingsgraad afhangt van een aantal factoren, zoals het aantal en soort ziekenhuizen in de regio. Dit bepaalt mede de omvang van het interregionale vervoer van patiënten. Ook de omvang van het complexe patiëntenvervoer is genoemd als beperkende factor omdat dit niet met een zorgambulance uitgevoerd kan worden. Het maken van goede afspraken met ziekenhuizen over de tijdstippen voor het halen en brengen van patiënten is

van groot belang voor een doelmatige uitvoering van het besteld vervoer. Het maken van afspraken met ziekenhuizen is in slechts een klein aantal regio's gerealiseerd.

De door de regio's genoemde factoren die de doelmatigheid van het besteld vervoer bepalen zijn besproken met de klankbordgroep. Er is een selectie van factoren gemaakt waarmee regio's in klassen van vergelijkbare kenmerken zijn ingedeeld. Dit geeft een indeling van regio's die – op basis van deze kenmerken – met meer of minder moeite een doelmatige uitvoering van het besteld vervoer kunnen realiseren.

*Vraag 9: Kan de modellering van de bezettingsgraad van het besteld vervoer in het huidige capaciteitsmodel verder ontwikkeld worden zodat het beter aansluit bij de praktijk?*

Het huidige capaciteitsmodel van het referentiekader kan worden uitgebreid met een gedifferentieerde bezettingsgraad van het besteld vervoer. De modelvariant die in dit onderzoek is uitgewerkt gaat uit van drie beleidskeuzes:

- een maximaal te behalen bezettingsgraad van het besteld vervoer;
- een aandeel van het volume van het besteld vervoer waarop de maximaal te behalen bezettingsgraad kan worden behaald;
- een differentiatie van deze twee keuzes naar verschillende klassen van regio's, op basis van omgevingskenmerken.

Het effect van gedifferentieerde bezettingsgraad in de berekening van de benodigde capaciteit kan gehanteerd worden als een te behalen efficiency (malus-model), of om te compenseren in een beperking om een efficiency te behalen (bonus-model). Een mix van een bonus-malus model is ook mogelijk om zo bepaalde herverdelingen toe te passen.

## 5.2 Aanbevelingen

### Rijttijdenmodel

Het actualiseren van het rijttijdenmodel is tot nu toe een vierjaarlijks proces dat gepaard gaat met het verzamelen van een zeer grote dataset. Het verdient aanbeveling om een meer continue proces te voeren waarbij de actualisatie niet eens in de vier jaar met een grote dataset gebeurt, maar jaarlijks op basis van een kleinere dataset. De kleinere dataset kan bestaan uit een steekproef van metingen van snelheden in een beperkt aantal regio's. Deze kleine dataset kan worden toegevoegd aan de bestaande grotere set. Schattingen van gemiddelde snelheden kunnen 'adaptief' worden gedaan. Hierbij worden bestaande schattingen geactualiseerd met nieuwe waarnemingen. Door eerdere waarnemingen mee te nemen de schatting is er minder kans op grote veranderingen in gemiddelde snelheden. Een meer frequente actualisatie van het rijttijdenmodel leidt tot het 'meer geleidelijk' volgen van de veranderingen in de snelheden op de weg.

### Capaciteitsmodel referentiekader verder verbeteren

Het huidige capaciteitsmodel van het referentiekader kan worden aangepast en uitgebreid om aan te sluiten bij het principe van dynamisch ambulancemanagement en om een gedifferentieerde berekening van het besteld vervoer te hanteren. In dit onderzoek zijn hiervoor methodieken en bouwstenen aangegeven. Voordat deze nieuwe modelvariant in gebruik worden genomen, zijn drie zaken van belang.

4. Ten eerste zou het basismodel, het huidige capaciteitsmodel, verbeterd kunnen worden om regio's gelijke uitgangspunten te bieden om effectief dynamisch ambulancemanagement toe te passen. Het gaat dan om het gelijktrekken van de dubbele en driedubbele dekking in het spreidingsmodel van het referentiekader. Het spreidingsmodel speelt een rol in het geografisch deelmodel van de capaciteitsberekening. In het huidige model hebben regio's met een hoge dubbele en driedubbele dekking voordeel bij het realiseren van dynamisch ambulancemanagement. Een bepaalde mate van overlap van dekking van standplaatsen is een noodzakelijke voorwaarde voor een effectief dynamisch management. De mate van overlap die noodzakelijk is hangt af van omgevingskenmerken.
5. Ten tweede is meer inzicht nodig in de huidige knelpunten in het besteld vervoer voordat een model met gedifferentieerde bezettingsgraad voor besteld vervoer kan worden gehanteerd. De vraag is hoe groot deze knelpunten (wachttijden) zijn en wat de achtergronden hiervan zijn. Mogelijk dat capaciteitsproblemen in de spoedeisende ambulancezorg een rol spelen in de knelpunten in het besteld vervoer.
6. Ten derde is het noodzakelijk om de aannames van de modelvarianten goed te onderbouwen. Hierbij moet de relatie tot de kwaliteit van de zorg, zoals de prestatienorm van 95% bij het spoedvervoer maar ook andere kwaliteitsaspecten, goed worden onderzocht. We noemen enkele voorbeelden voor onderbouwing van de aannames en uitwerking van de modellen:
  - Uitbreiding van het spreidingsplan heeft gevolgen voor het gemiddeld ritvolume per standplaats of ambulance. Vanuit het oogpunt van vakbekwaamheid en het aantal inzetten zijn er grenzen aan het minimum volume per standplaats of ambulance.
  - De paraatheidsvorm is genoemd als beperkende factor in het behalen van een DAM-effect. De CAO in de ambulancezorg stelt grenzen aan het aantal uren inzetbaarheid bij bepaalde paraatheidsvormen. Dit heeft weer effect in het behalen van een effect van DAM. Onderzocht moet worden hoe een modelvariant zich verhoudt tot deze praktische aspecten.
  - Er zou onderzocht moeten worden in hoeverre de praktische beperkingen voor het behalen van een hoge bezettingsgraad in het besteld vervoer vertaald worden in het capaciteitsmodel.

Het verder onderbouwen van de aannames van de modelvarianten, eventueel met aanpassingen van de modellen, leidt tot een meer genuanceerd model dat de werkelijkheid beter benaderd. Voorkomen moet worden dat een nieuwe variant van het capaciteitsmodel huidige knelpunten in de ambulancezorg groter maakt of nieuwe knelpunten introduceert.

## Referenties

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 (2013). Ambulances in-zicht 2012. Zwolle: AZN.

Ambulancezorg Nederland (2013a). Uniform begrippenkader ambulancezorg. Versie 3,0. Zwolle, 13 februari 2013.

Ambulancezorg Nederland (2014). Ambulances in-zicht 2013. Zwolle: AZN.

Ambulancezorg Nederland (2015). Ambulances in-zicht 2014. Zwolle: AZN.

Barneveld, T.C. van, S. Bhulai en R.D. van der Mei (2016). The Effect of Ambulance Relocations on the Performance of Ambulance Service Providers. *European Journal of Operational Research* 252(1): 257-269.

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

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

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

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.

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. In: *Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science*. J.J. Cochran et al. (eds.), John Wiley and Sons, Inc.

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

Ingolfsson, I. (2012). EMS Planning and Management. In: *Operations Research and Health Care Policy*. G. Zaric (ed.), Springer.

Jagtenberg C.J., S. Bhulai, R.D. van der Mei (2015) An efficient heuristic for real-time ambulance redeployment. *Operations research for Health Care* 4: 27-35.

Kommer, G.J. en S.L.N. Zwakhals (2009). Referentiekader spreiding en beschikbaarheid ambulancezorg 2008. RIVM briefrapport 270192001. Bilthoven: RIVM.

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

Kommer, G.J. en S.L.N. Zwakhals (2013). Modellen referentiekader ambulancezorg. RIVM rapport 270412002. Bilthoven: RIVM.

Kommer, G.J. en S.L.N. Zwakhals (2013a). Referentiekader spreiding en beschikbaarheid ambulancezorg 2013. RIVM briefrapport 270412003. Bilthoven: RIVM.

Kommer, G.J., R. Gijsen, L.C. Lemmens, M. Kooistra en C. Deuning (2015). Beschikbaarheid, specialisatie en bereikbaarheid van Spoedeisende hulp in Nederland: Analyse gevoelige ziekenhuizen. RIVM Briefrapport 2015-0077. 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.

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

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

Ministerie van VWS (2004). Referentiekader spreiding en beschikbaarheid ambulancezorg. Kamerstuk CZ/EZ 2487006. Den Haag, 4 juni 2004.

Ministerie van VWS (2008). Herijking landelijk referentiekader spreiding en beschikbaarheid ambulancezorg. Kamerstuk 1CZ-EKZ-2854207. Den Haag, 5 juni 2008.

Ministerie van VWS (2013). Actualisatie referentiekader spreiding en beschikbaarheid. Kamerbrief 131849-106797-CZ. Den Haag, 16 juli 2013.

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.

Rajagopalan H.K., C. Saydam en J. Xiao (2008). A multiperiod set covering location model for dynamic redeployment of ambulances. *Comput Oper Res* 35: 814-826.

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.

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

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.

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

Van den Berg, P.L., G.J. Kommer en B. Zuzáková (2015). Linear formulation for the Maximum Expected Coverage Location Model with fractional coverage. *Operations Research for Health Care*, Vol 8: 33-41.

Volksgesondheidszorg.info (2016a):  
<https://www.volksgesondheidszorg.info/onderwerp/acute-zorg/regionaal-internationaal/ambulancezorg#!node-reistijd-vanaf-dichtstbijzijnde-ambulancstandplaats> , RIVM: Bilthoven, 2 juni 2016.

Volksgesondheidszorg.info (2016b):  
<https://www.volksgesondheidszorg.info/onderwerp/acute-zorg/regionaal-internationaal/seh#node-reistijd-minuten-naar-dichtstbijzijnde-ziekenhuis-met-seh-met-ambulance> , RIVM: Bilthoven, 2 juni 2016.





## Bijlage 1 Samenstelling klankbordgroep

De klankbordgroep is gedurende de periode september 2015 tot en met februari 2016 vier maal bijeen gekomen. De klankbordgroep had de volgende leden:

<i>naam</i>	<i>organisatie</i>
Dhr. J. Hatenboer	UMCG Ambulancezorg
Dhr. J. Nootbos	Witte Kruis Ambulancezorg
Dhr. J.F. Ponstein (tot 1-1-2016)	Ambulance Amsterdam
Dhr. P. Martina	Achmea Zorgverzekeringen
Dhr. N. Heyne	CZ Zorgverzekeringen
Dhr. R. van der Mei	Vrije Universiteit en Centrum Wiskunde en Informatica
Mw. C. Jagtenberg	Centrum Wiskunde en Informatica
Dhr. M. van Buuren	Centrum Wiskunde en Informatica
Dhr. G.J. Kommer	RIVM
Dhr. L. Zwakhals	RIVM
Dhr. E. Over	RIVM
Mw. H. Giesbers	RIVM

Vanuit het Ministerie van VWS zijn dhr. G. Wiggers en mw. M. Mulder als toehoorders bij de klankbordgroep betrokken.

## Bijlage 2 Lijst van afkortingen

ADP	Approximate Dynamic Programming
AVLS	Automatisch Voertuig Locatie Systeem
AZN	Ambulancezorg Nederland
DAM	Dynamisch Ambulancemanagement
DIA	Directe Inzet Ambulances
DSM	Double Standard Model
EHGV	Eerste Hulp Geen Vervoer
GIS	Geografisch Informatiesysteem
GPS	Global Positioning System
HAP	Huisartsenpost
LSCM	Location Set Covering Model
MCLP	Maximal Covering Location Problem
MEXCLP	Maximum Expected Coverage Location Problem
MDP	Markov Decision Problem
MKA	Meldkamer Ambulancezorg
MON	Meldkamer Oost Nederland
MAE	Mean Absolute Error
MSE	Mean Square Error
PEV	Proportion Explained Variance
RAV	Regionale Ambulance Voorziening
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
SEH	Spoeoedeisende hulpafdeling van een ziekenhuis
SSM	System-Status Management
VWS	Volksgezondheid, Welzijn en Sport

### Bijlage 3 Het referentiekader: modellen en uitgangspunten

Het *referentiekader spreiding en beschikbaarheid ambulancezorg*, in het kort ook *referentiekader* genoemd, berekent hoeveel ambulances per regio in Nederland nodig zijn om aan de vraag naar ambulancezorg te voldoen. Dit gebeurt op basis van een aantal uitgangspunten en randvoorwaarden en met gebruik van rekenmodellen.

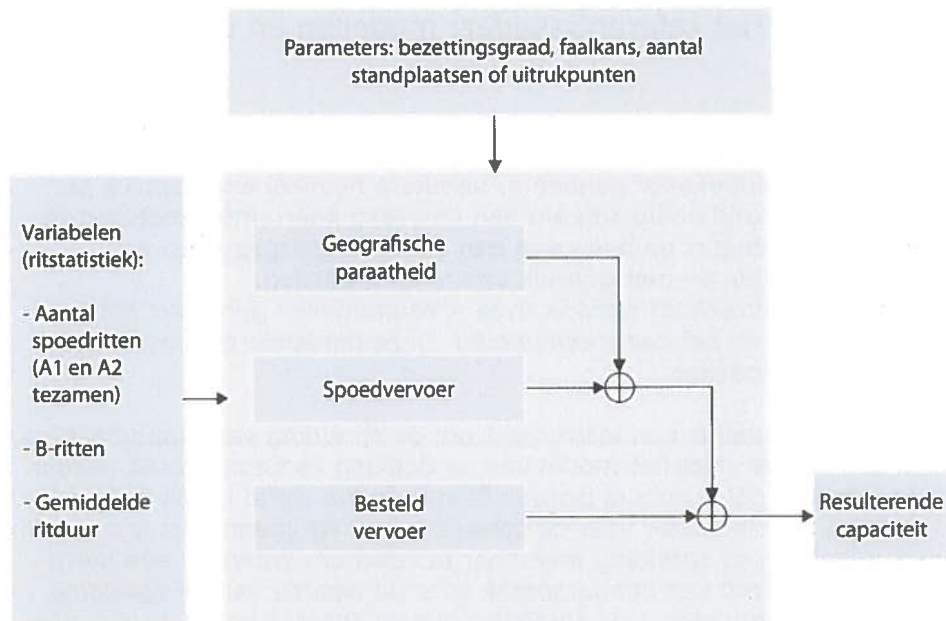
In het referentiekader worden twee rekenmodellen gebruikt: het *rijtijdenmodel* en het *capaciteitsmodel*. Deze modellen zijn losstaande, zelfstandige modellen.

Het *rijtijdenmodel* is een instrument om de spreiding van standplaatsen door te rekenen. Met het model kan de dekking van een gebied worden bepaald: hoeveel inwoners worden binnen welke rijtijd bereikt? De dekking is een indicator voor de spreiding. Het rijtijdenmodel is dus een instrument om de spreiding mee door te rekenen. Wanneer een norm wordt gehanteerd kan een uitspraak over de waarde van de spreiding worden gedaan: voldoet de spreiding of niet. Bijvoorbeeld kan de norm zijn dat 95% van de inwoners binnen 12 minuten rijtijd kan worden bereikt. Het rijtijdenmodel wordt ook gebruikt voor andere bereikbaarheidsanalyses in de acute zorg, bijvoorbeeld voor de bereikbaarheid van spoedeisende hulpafdelingen van ziekenhuizen.

Het *capaciteitsmodel* berekent de benodigde aantallen ambulances om aan de vraag naar ambulancezorg te voldoen en de paraatheid in een gebied te waarborgen. Het capaciteitsmodel van het referentiekader heeft drie onderdelen. Het eerste onderdeel berekent de capaciteit nodig voor het verzorgen van het spoedvervoer. Het tweede onderdeel doet dit voor het besteld vervoer. Het derde onderdeel berekent de extra capaciteit om de paraatheid in een gebied te handhaven. Het capaciteitsmodel van het referentiekader is ontwikkeld voor het referentiekader ambulancezorg en kan niet voor andere doeleinden worden gebruikt, althans, niet zonder grote zonder aanpassingen van het rekenmodel.

Naast deze rekenmodellen wordt ook gesproken van een *spreidingsmodel*. Het spreidingsmodel is feitelijk een tabel met standplaatslocaties. In combinatie met de uitgangspunten en normen van het referentiekader, en na doorrekening van de dekking met het rijtijdenmodel, kan bepaald worden of het spreidingsmodel voldoet aan de uitgangspunten van het referentiekader. Voldoet deze, dan kan gesproken worden van 'het spreidingsmodel van het referentiekader'.

Figuur B.3.1 geeft een schematisch model van het capaciteitsmodel van het referentiekader. Het rijtijdenmodel is hierin niet aangegeven omdat dat model een instrument is voor het doorrekenen van de dekking. Voldoende dekking is een randvoorwaarde van het spreidingsmodel. Het spreidingsmodel is een input voor het capaciteitsmodel en staat boven in het schema aangegeven met het aantal standplaatsen of uitrukpunten.



Figuur 1: Schematisch model 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.

Met de hierboven 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. De meeste keuzemogelijkheden voor het opstellen van een nieuw referentiekader liggen bij deze randvoorwaarden en uitgangspunten.

### 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. Het spreidingsmodel van het referentiekader bestaat uit een aantal standplaatslocaties per RAV waarmee de doelstelling, 97% dekking per regio, wordt gehaald.

**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.

**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. Het referentiekader hanteert drie minuten voor de meld- en uitruktijd. De respons-, meld- en uitruktijd worden landelijk uniform gehanteerd, er is geen differentiatie naar stedelijkheid. In stedelijk gebied gelden dezelfde normen als op het platteland.

**D. *Samenhang bereikbaarheid met SEH's***

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.

**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.

**F. *Minimum- en maximumvariant***

Tot en met 2008 hanteerde het referentiekader twee varianten voor de geografische paraatheid. De maximumvariant ging uit van paraatheid vanaf de standplaats, de minimumvariant van dynamisch ambulancemanagement. Voor de paraatheid vanaf de standplaats wordt uitgegaan van het spreidingsmodel van het referentiekader. De maximumvariant werd in het referentiekader voor alle dagen en tijdsblokken gehanteerd, behalve voor werkdagen overdag. Sinds het referentiekader-2013 wordt de maximumvariant ook op werkdagen overdag gehanteerd. De minimumvariant, dit tot 2013 op werkdagen overdag werd gehanteerd, ging uit van 'rijdende paraatheid', een begrip uit het dynamisch ambulancemanagement. Hierbij werd 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.

Voor de meeste regio's werden voor de minimumvariant minder uitrukpunten berekend dan dat er standplaatsen waren in de maximumvariant. In deze gevallen werd in het geografisch deelmodel minder ambulances berekend om aan de geografische paraatheid te voldoen.

### **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.

#### **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. In de faalkansmethode wordt voor de gelijktijdigheidsstatistieken aangenomen dat het aantal spoedritten per blok van 8 uur verdeeld is volgens een Poisson-verdeling.

#### **I. Dataselectie en parameterdefinities**

In het referentiekader wordt voor de capaciteitsberekening voor het spoedvervoer uitgegaan van de productiecijfers van een basisjaar. 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, 2015), 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. 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'.

#### **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.

#### 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.

#### M. *Vervoersdifferentiatie*

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

### **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 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

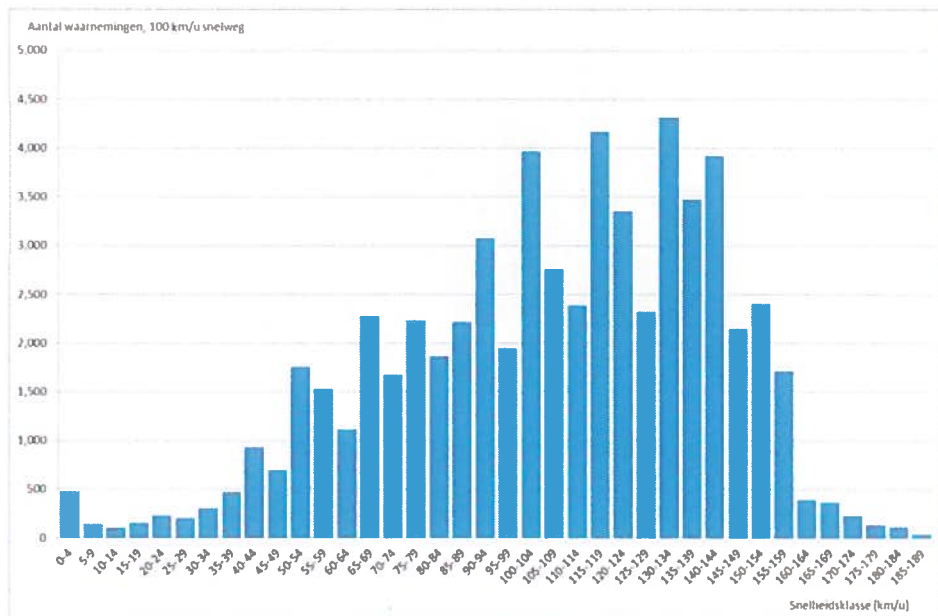
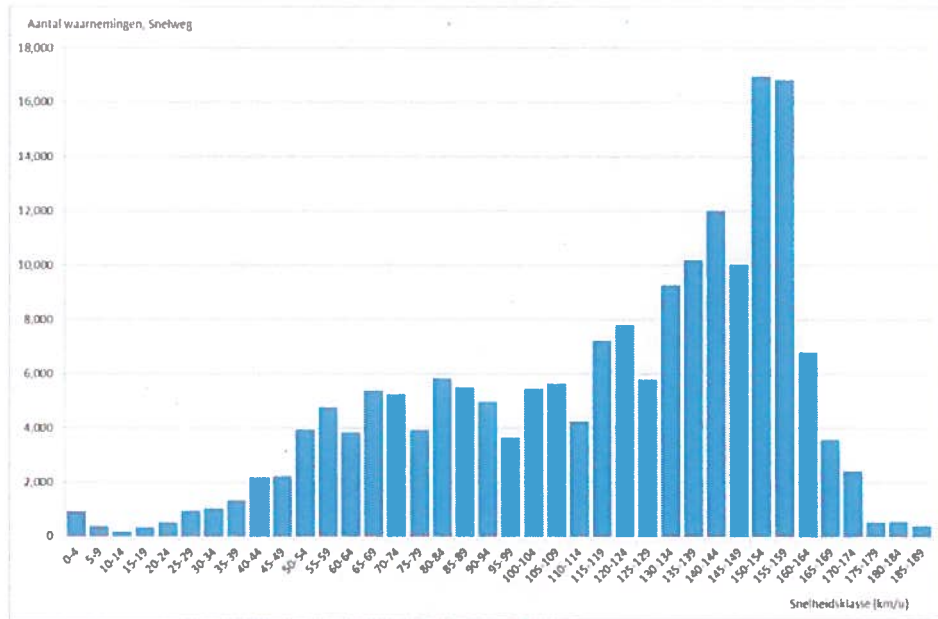
zoveel (1/0,66) meer ambulancetijd gehanteerd wordt dan op basis van de ritgegevens bepaald is. De reden hiervoor is dat in de praktijk de planning van het besteld vervoer het niet toelaat dat ritten strak op elkaar gepland worden en dat de ambulance meestal niet meteen weer ingezet kan worden vanaf de plaats waar de vorige inzet is geëindigd.

- 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.
- 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.

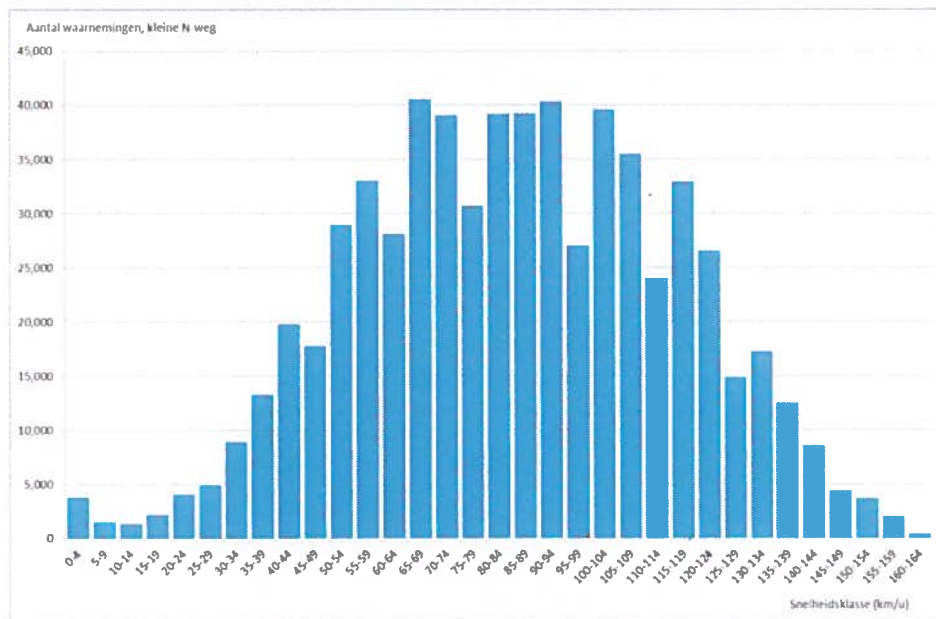
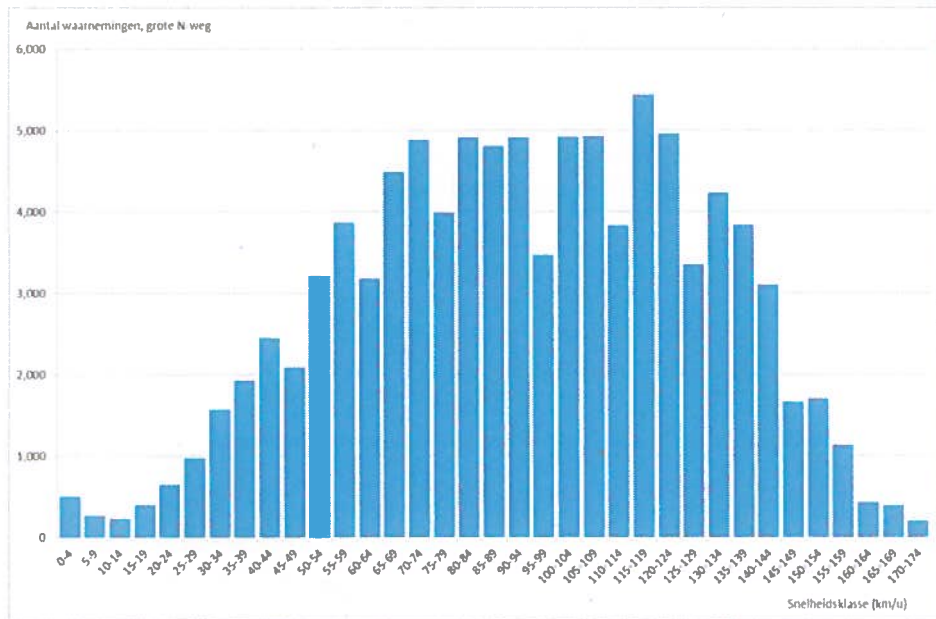


## Bijlage 4 Waarnemingen van ambulancesnelheden

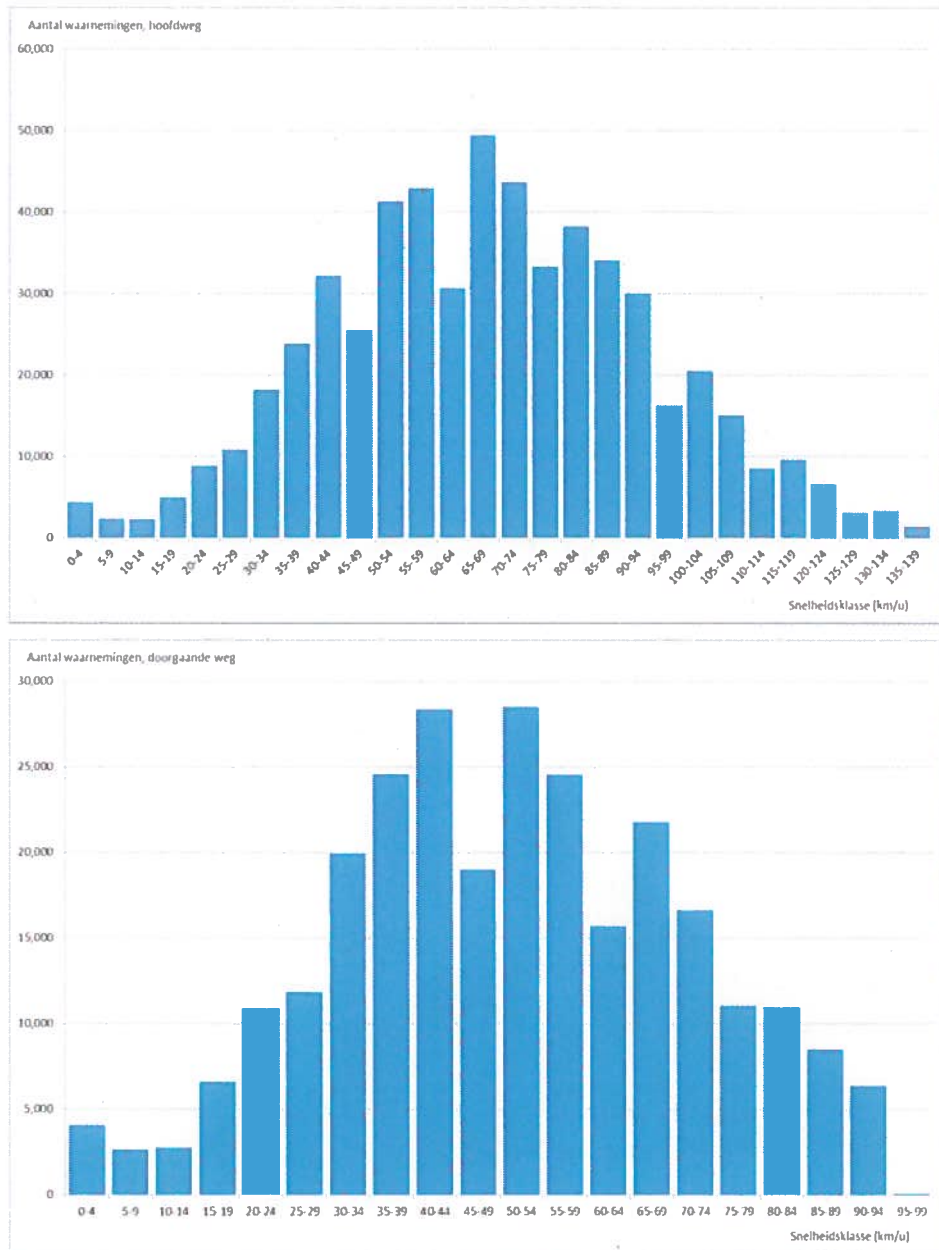
Deze bijlage geeft de waargenomen snelheden van ambulances. Op basis van deze waarnemingen zijn de gemiddelde snelheden geschat.



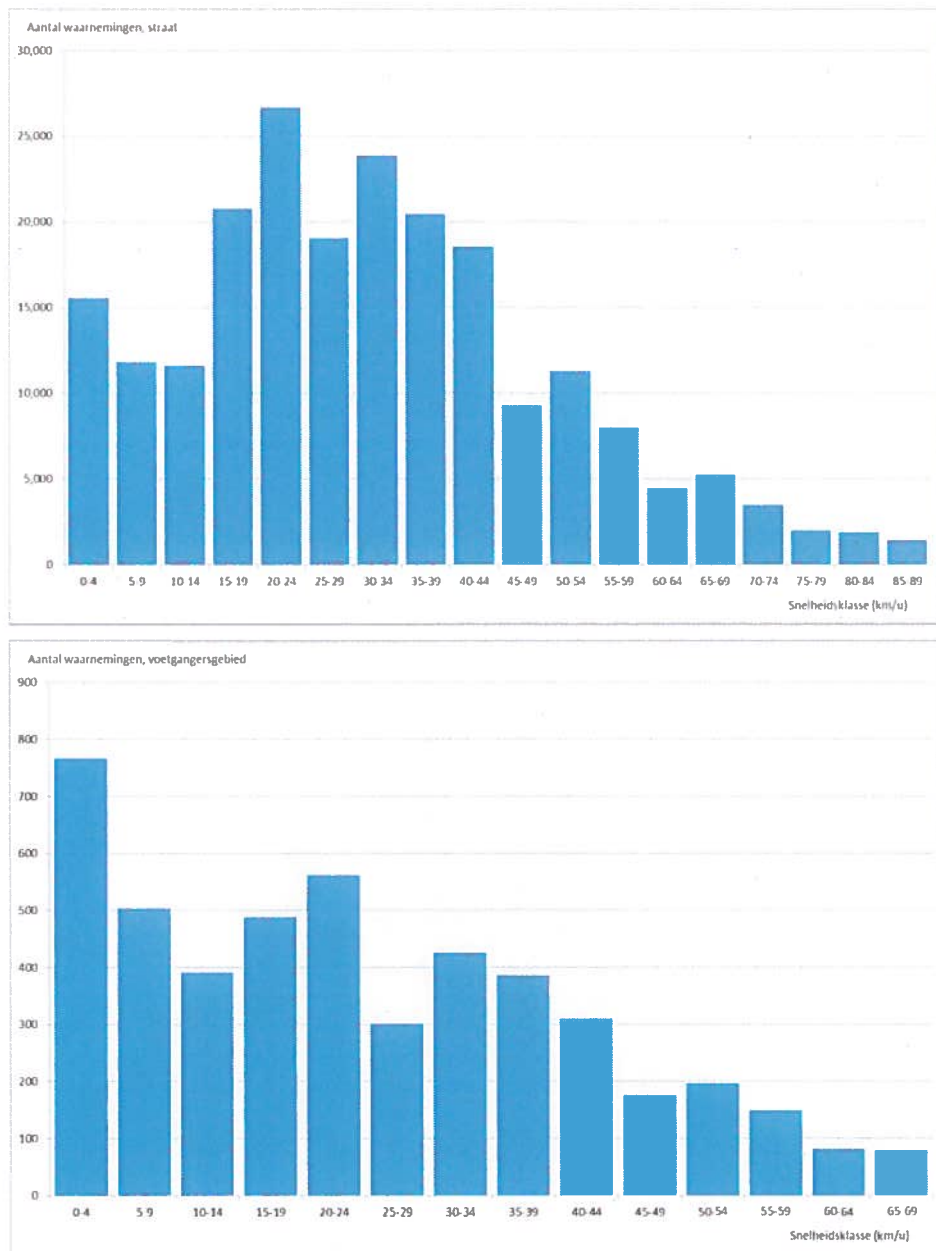
Figuur B.4.1: Waargenomen snelheden voor de verschillende wegtypes.



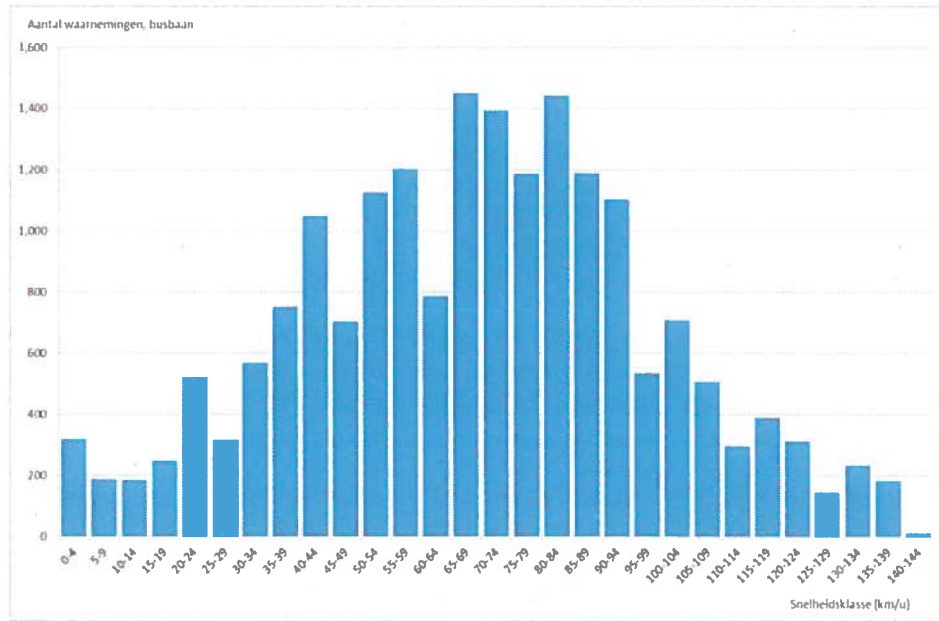
Figuur B.4.1 (vervolg): Waargenomen snelheden voor de verschillende wegtypes.



Figuur B.4.1 (vervolg): Waargenomen snelheden voor de verschillende wegtypes.



Figuur B.4.1 (vervolg): Waargenomen snelheden voor de verschillende wegtypes.



Figuur B.4.1 (vervolg): Waargenomen snelheden voor de verschillende wegtypes.

## Bijlage 5 Verslag van de inventarisatie DAM in de praktijk

Deze bijlage geeft een gedetailleerd verslag van de interviews die met medewerkers van tien meldkamers zijn gehouden over de manier waarop de regio met DAM omgaat. Gevraagd is

- of de organisatie met DAM werkt;
- en zo ja, op welke manier dit is geoperationaliseerd.

Ook is gevraagd welke aspecten en kenmerken de regio belangrijk vindt voor een capaciteitsmodel dat uitgaat van DAM en met welke randvoorwaarden en uitgangspunten zo'n model rekening zou moeten houden.

In onderstaand schema is per antwoord met 'turfstreepjes' aangegeven hoeveel regio's betreffend antwoord hebben gegeven. De interviews waren open gesprekken waarin enkele vragen over DAM het uitgangspunt waren voor een gesprek. Het verslag van de interviews is niet 'volledig en uitsluitend': het aantal turfstreepjes geeft het aantal organisaties dat in de beantwoording heeft gesproken over betreffend kenmerk. Het aantal turfstreepjes geeft aan hoeveel organisaties dit kenmerk genoemd hebben. Het is mogelijk dat meer organisatie het DAM-kenmerk hanteren maar dit in het interview niet genoemd hebben.

### Doelstellingsfunctie

||||||| Het borgen van de geografische dekking van de regio, met een weging naar inwoners/stedelijkheid, door sommigen ook wel 'risicogebieden' genoemd.

#### 1. Bijzonderheden:

- | Met dekking wordt bedoeld het gebied binnen 12 min rijtijd te bereiken.
- | Weging naar inwoners ligt in de keuze van vws-posten.
- | Voertuigbewegingen zijn vereenvoudigd en er wordt niet altijd gestreefd naar gebiedsdekking, doel is nu om stedelijke gebieden altijd gedekt te houden.
- | Schuifregels zijn opgesteld om zo groot mogelijk gebied te dekken, soms staat dit haaks op de overweging zo snel mogelijk bij een patiënt te kunnen zijn.

### Beslisregels en uitwerking

#### 2. Frequentie van voertuigverplaatsingen

||||||| Ambulances worden verplaatst na elke verandering van het aantal vrije ambulances.

- ||| Aantal voertuigbewegingen wordt beperkt, er wordt bijvoorbeeld rekening gehouden met rustmomenten voor de teams, vooral 's nachts is dit belangrijk.
- || Serie van voertuigbewegingen is mogelijk.

3. Voorschrift voor voertuigverplaatsingen
- ||||| Verplaatsingen worden bepaald door een vast schema, een tabel met locaties, gespecificeerd naar het aantal vrije ambulances.
  - | Verplaatsingen worden bepaald aan de hand van een real-time berekening, waarbij rekening gehouden wordt met statusveranderingen en rijtijden van ambulances.
  - || Centralist bepaalt de locaties waarnaar verplaatst wordt, aan de hand van expert-kennis, er wordt rekening gehouden met de mate van overlap tussen locaties. Bijvoorbeeld kan een dubbele dekking worden opgeheven om een gat in de dekking te vullen.
  - | Voertuigbewegingen zijn begrensd: als afstand te groot is dan geen verplaatsing.
4. Ondersteuning door software
- ||||||| Centralisten voeren DAM uit op basis van hun eigen expertise, met software-ondersteuning.
  - ||| Centralisten voeren DAM uit op basis van hun eigen expertise, zonder software-ondersteuning.
5. Locaties voor voertuigen
- ||||||| Mogelijke locaties waarnaar ambulances kunnen worden verplaatst zijn vooraf bepaald.
  - | Bij locaties is er onderscheid naar belangrijkheid, Bij afnemend aantal vrije voertuigen worden de belangrijkste locaties zoveel mogelijk bezet gehouden.
  - | Posten worden indien mogelijk geplaatst bij ziekenhuizen.
  - | VWS-locaties moeten goed gekozen zijn om aantal onnodige voertuigbewegingen minimaal te houden.
  - ||| Mate van overlap van standplaatsen is factor in effectiviteit van DAM: meer overlap geeft meer DAM-mogelijkheden.
  - | RAV maakt gebruik van opkomstplaatsen waar teams aan begin en einde van de dienst beginnen en eindigen. Tussendoor kunnen de teams door de hele regio's worden ingezet.
6. Prognose van toekomstige vraag
- || Er wordt geen rekening gehouden met een vraag-prognose.
7. Inzetten van voertuigen in de actieve fase
- |||| Directe inzet van ambulances (DIA) wordt gehanteerd om korte responstijden te realiseren.
  - | DIA wordt niet toegepast.
8. Uitvoering door meldkamer en centralisten
- ||||||| Centralist bepaalt de voertuigverplaatsingen.
  - ||||| Er is geen differentiatie bij de centralisten, de generalist doet de intake, uitgifte en DAM.
  - |||| Centralisten houden rekening met auto's die op korte termijn vrijkomen, dienstroosters, rustpauzes en werkdruk van teams.
  - || Ambulances worden door de meldkamer aangespoord zich zo snel mogelijk weer vrij te melden.
  - || Meldkamers die meerdere RAV's bedienen hebben verschillende DAM-regimes voor de RAV's.

## 9. Validatie van DAM

- |||| Er is geen evaluatie van het schema of voorschrift voor DAM.
  - | Schema is in de loop der jaren steeds verbeterd.
  - | Evaluatie vindt plaats via management informatie over prestaties, kwaliteitscontrole op centralist niveau.
- || Evaluatie vindt plaats aan de hand van analyse van tijdsoverschrijdingen, oorzaken worden onderzocht en er wordt nagegaan of de overschrijding voorkomen had kunnen worden.
  - | Er vindt een dagelijkse evaluatie plaats van het uitvoeren van DAM, door na te gaan hoe de centralisten de regels hebben toegepast.
  - | Aantal spoedritten binnen 15 min responstijd is de afgelopen jaren voortdurend gestegen als gevolg van adequaat toepassen DAM.
  - | Meer dan 95% van de inzetten vanaf een vws-locatie is binnen 15 minuten ter plaatse. Dit wijst erop dat de vws-locaties goed gekozen zijn.

## 10. Reikwijdte in toepassing in tijd en regio

- ||||| DAM wordt dag en nacht in de gehele regio toegepast.
  - | DAM wordt alleen overdag toegepast.
- ||| In de nacht zijn de voertuigbewegingen minder.
  - | DAM wordt in de hele RAV toegepast.
  - | DAM wordt incidenteel toegepast, alleen in de steden, ter beoordeling door centralisten.

## Randvoorwaarden

### 11. Besteld vervoer en vervoersdifferentiatie

- |||| Er is interactie met besteld vervoer om DAM meer mogelijk te maken.
  - | Vervoersdifferentiatie maakt meer DAM mogelijk maar maakt het ook complex bij groot aantal auto's.
- || Hoeveelheid besteld vervoer is van belang voor de inzetmogelijkheden van DAM.
- || Samenstelling besteld vervoer is van belang voor inzetmogelijkheden DAM: laagcomplex besteld vervoer door Zorgambulances is begrenzing.
- || Patiëntenstromen in een gebied zijn van belang: met een Traumacentrum of UMC in de regio zijn de stromen anders en is er meer mogelijk in de interactie tussen spoed- en besteld vervoer. Wanneer er grote aantallen patiënten de regio uitstromen, er minder samenwerking tussen spoed en besteld vervoer mogelijk.
  - | Organisatie besteld vervoer heeft effect op uitvoering spoedvervoer. Planning besteld vervoer kan wijzigen in de loop van een dag op aangeven van ziekenhuizen. Soms is besteld vervoer urgent of niet te schuiven. Deze aspecten hebben nadelig effect op DAM.

### 12. Burenhulp

- |||| Sterke mate van burenhulp waarbij in de grensgebieden van de regio vaak een beroep wordt gedaan op een ambulance uit een buur-regio, auto's uit buurregio kunnen worden ingezet, hiermee wordt rekening gehouden bij de dekking.



- | Landelijke uitgangspunten met betrekking tot burenhulp worden verschillend geïnterpreteerd waardoor afspraken niet (kunnen) worden nageleefd. Dit beperkt DAM in de praktijk.
- ||||| Sinds samengaan van meldkamers in één nieuwe is er veel winst in DAM behaald, meldkamer-vertraging (doorgifte) is weggevallen en er wordt meer gebruik gemaakt van elkaars auto's.
- || Er is geen/zeer beperkte burenhulp met buitenland (Duitsland, België).

### 13. Techniek

- | Snelle actualisatie van voertuigpositie en status is van belang voor automatisering. Beschikbare software voldoet niet hierin en is daarom beperkt bruikbaar.
- | Geautomatiseerd systeem zou ook rekening moeten houden met voorspelling van de vraag.

### 14. Organisatie

- ||||| Dienstsoort is van belang, ambulanceteams in parate dienst maakt het toepassen van DAM makkelijker.
- ||| Reikwijdte en grenzen van regio en meldkamer spelen een rol.
  - | Toepassen van DAM heeft een gedragsverandering nodig, bij de teams om voorwaardescheppend te rijden, en bij de meldkamer om de ambulances goed te plaatsen.
  - | Locaties voor posten worden beperkt door zaken als vergunningen en huisvesting.
  - | Er zijn afspraken met SEH's over welke patiënt waar naar toe wordt gebracht (zorgpaden), als gevolg soms langere ritduren.
  - | Opdrachten door rijdende ambulances hebben in het algemeen kortere responstijden dan bij vertrek vanaf standplaats/post.
- || Er zijn grote verschillen in overdrachtstijden tussen ziekenhuizen, maakt de ritduur groter en begrenst de DAM-mogelijkheden.
- || Concentratie van ziekenhuizen wordt vooralsnog niet als bedreiging voor DAM gezien, wel zijn er langere rijtijden die een effect op de beschikbaarheid hebben.

### **Toekomstige ontwikkelingen**

- ||||| Streven is om voor alle RAV's in de meldkamer één DAM-beleid te realiseren.
- ||| Gebruik van ondersteunende software wordt overwogen.
- || In de toekomst zal gebruik worden gemaakt van opkomstplaatsen waar de teams aan het begin en einde van de dienst komen. Gedurende een dienst kan een team op een willekeurige locatie in de RAV worden ingezet en geplaatst worden op willekeurige standplaatsen, steunpunten of vws-locaties. Tijdens de diensten wordt voortdurend gerouleerd op basis van geoptimaliseerde dekking.
  - | De RAV heeft een plan voor verbeteren van performance waar DAM een rol in speelt.
  - | Dekking op basis van verwachte vraag/incidenten is misschien een verbetering maar is ook een politieke keuze. Criterium zou kunnen zijn een zo groot mogelijke gezondheidswinst binnen de beschikbare middelen.

### **Aspecten voor DAM in een capaciteitsmodel**

- ||||| Rekening houden met hoeveelheid en aard van besteld vervoer, er is interactie tussen spoed en besteld vervoer, besteld vervoer is niet altijd planbaar en de urgentie ervan verstoort soms de uitvoering van spoedvervoer.
  - | In capaciteitsmodel besteld vervoer is verhouding interregionaal/lokaal vervoer van belang.
  - | Ondanks interactie spoed en besteld vervoer, zou overwogen kunnen worden om capaciteitsmodellen van spoed en besteld vervoer te scheiden omdat deze vervoerstypen verschillende dynamiek en kenmerken hebben.
  - | Aansturing van auto's, regionaal en bovenregionaal, regisserende rol van (uitgifte-)centralisten zijn belangrijke randvoorwaarden voor DAM.
  - | Ondergrens in de paraatheid zou geborgd moeten zijn al is het de vraag hoe dwingend dat moet zijn. Piekmomenten en de onvoorspelbaarheid van de acute zorg (zowel in spoed als besteld vervoer) brengen de ondergrens in de paraatheid in gevaar.
- ||| DAM in het capaciteitsmodel zou net als in de praktijk, moeten uitgaan van strategische locaties.
- || Schuiven van ambulances naar de periferie heeft weinig zin want het effect op de prestaties loopt een risico: gebruik is geconcentreerd in stedelijk gebied, dus dan ook schuiven naar stedelijk gebied.
- || Let op trends in zorggebruik: verschuivingen vanuit HAPS en groei in EHGV en loze ritten kunnen effect hebben op toepassen van DAM.
  - | Uitgaan van open grenzen.
  - | Ritduur is afhankelijk van positie in de regio en zou in model ook daarvan afhankelijk moeten zijn.
- || Rekening houden met sluitingen van SEH's omdat dit kan leiden tot langere ritduren en hogere bezetting van de auto's, zowel voor besteld als spoedvervoer; effect op periferie is naar verwachting groot.
  - | Inzetten van auto's van andere sectoren (huisartsen, thuiszorg, ...).
- || Te grote meldkamer kan nadelige effecten hebben omdat regionale kennis ontbreekt. Kennis van lokale situatie, zowel geografisch als van zorgaanvrager, is van belang voor efficiënte DAM. Regionale kenmerken zijn van belang voor het realiseren van goede prestaties bij DAM: ronde, compacte regio's hebben meer kans op goed presteren.
- ||| Arbo-wetgeving en mogelijke paraatheidsvormen zijn randvoorwaarden voor wat kan met DAM.
  - | Prestaties zouden per tijdsblok en regio beschouwd moeten worden.
- || Waarde van de 15 min norm is beperkt, beter is gedifferentieerd te kijken naar de verdeling binnen 6-8-10-12 minuten.
  - | Geografisch model en spoedvervoer zouden in het capaciteitsmodel samengenomen moeten worden.
  - | Maatwerk oplossingen zoeken voor slecht bereikbare gebieden.
  - | Hogere bezettingsgraad kan alleen bereikt worden bij knip tussen spoed en besteld vervoer. Dan kan de bezettingsgraad van planbaar vervoer omhoog. Van spoedvervoer zal deze

- waarschijnlijk omlaag gaan.
- | Bij capaciteitsberekening niet alleen rekenen met de inzetijd van de auto vanaf start rit tot en met vrijmelden ziekenhuis maar ook verrekening toepassen wanneer deze weer een geografisch gebied kan afdekken.
  - | Begrip 'rijdende paraatheid' is misleidend omdat ook bij DAM inzetten vanaf vws-posten gebeuren, met een uitruktijd > 0. Uitruktijd van nul is niet realistisch.
  - | Belangrijk is dat er een goed evenwicht is tussen patiënttevredenheid en het leveren van goed zorg enerzijds en een goede gebiedsdekking anderzijds.
  - | Een goede terugkoppeling en een juiste manier van registreren is belangrijk voor het halen van goede prestaties, een soort van 'controle op dynamisch management'.
  - | Kijk ook naar 'best practices' en bepaal welke aspecten in welke regio's succesvol leiden tot verbeterde prestaties. Los van het capaciteitsmodel zijn dingen als DIA, grensoverschrijdende assistentie, actief dammen en de controle op juiste registratie van belang voor goede prestaties.
  - ||| Regio's met meer ambulances dan in het referentiekader zijn in het voordeel bij het uitvoeren van DAM en het behalen van prestaties.
  - |||| Rekening houden met mate van overlap van standplaatsen en met mogelijkheid van burenhulp en buitenland-grenzen.
  - ||| Afhankelijk van de drukte op de dag kunnen verschillende profielen voor DAM worden gehanteerd.
  - || Uitgaan van dekking van bevolking en van gebied (twee doelstellingen).
  - ||| Het hele systeem van acute zorg zou beschouwd kunnen worden: overdrachtstijd naar ziekenhuizen is van belang voor ritduur en dus beschikbaarheid en DAM-mogelijkheden; sluiting van ziekenhuizen leidt tot langere ritduur en dus minder beschikbaarheid; aanscherpen van normen voor SEH leidt tot differentiatie en dus langere rijtijden.
  - ||| DAM zou idealiter mensonafhankelijk kunnen gebeuren om de variatie tussen centralisten weg te nemen.

**RIVM**

*De zorg voor morgen begint vandaag*