

2010

Maximalisatie van de opbrengst uit het straatparkeren door het optimaal inzetten van stadswachten



Joost Veldwijk

Universiteit Twente

Bacheloropdracht Technische Bedrijfskunde

Uitgevoerd bij Stadstoezicht Rotterdam

Gemeente Rotterdam

Stadstoezicht

Begeleiders: mw. drs. M.M. van Doorn – Claassen
mw. drs. A.M.C. de Rotte MSc.

Universiteit Twente

Faculteit Management en Bestuur

Opleiding Technische Bedrijfskunde

Eerste begeleider: dhr. dr. J.M.G. Heerkens

Faculteit Management en Bestuur

Vakgroep Operational Methods for Production and Logistics (OMPL)

Tweede begeleider: dhr. dr. ir. L.L.M. van der Wegen

Faculteit Management en Bestuur

Vakgroep Operational Methods for Production and Logistics (OMPL)

Auteur: J.S. Veldwijk
s0182826

Titel: Maximalisatie van de opbrengst uit het straatparkeren door optimaal inzetten
van stadswachten

Datum: 9-9-2010

Versie: 9

Aantal bladen: 61

Management Samenvatting

De directie van Stadstoezicht heeft het idee dat de inkomsten uit het betaald parkeren op straat niet maximaal zijn. De directie wil meer inkomsten genereren door stadswachten slimmer in te zetten, met behulp van een beslismodel. In dit kader is onderzoek uitgevoerd naar een manier om de inzet van stadswachten te optimaliseren door invoering van een dergelijk model.

Er wordt aanbevolen

- het uitlezen van de gegevens over betalingen bij de automaat sneller en zekerder te maken, door vernieuwing van de server en bijbehorende software;
- met de aanbieders van betalen per mobiele telefoon afspraken te maken over het wekelijks verkrijgen van data over betalingen;
- de parkeercapaciteit per subbuurt actueel in kaart te brengen.

Pas wanneer bovenstaande adviezen zijn opgevolgd, kan worden verder gegaan met de implementatie van het model. We raden aan eerst de visuele toepassing te implementeren, omdat via deze weg snel en overzichtelijk de werking van het model zichtbaar wordt. Zo kunnen clustermanagers en hun ondergeschikten zelf ervaren dat het model van toegevoegde waarde kan zijn bij de inzet van stadswachten. Als deze toepassing volledig is geaccepteerd en het nut ervan bekend is, kan worden besloten verder te gaan met de implementatie van het planningsmodel. Hiervoor zal kennis op wiskundig gebied in huis gehaald moeten worden, aangezien het planningsmodel als wiskundig model is opgesteld (lineair programmeringsmodel) en de benodigde kennis voor implementatie nu nog niet bij Stadstoezicht aanwezig is. Het is daarna ook van belang voldoende kennis van het wiskundige model in huis te houden, zodat noodzakelijke aanpassingen kunnen worden gedaan aan het model.

Motivatie

Door middel van interviews, meeloopervaring en literatuur is onderzocht hoe de opbrengst uit het straatparkeren het best gemaximaliseerd kan worden. Hieruit blijkt dat het beslismodel het aantal uit te schrijven naheffingen per dagdeel moet maximaliseren. Wanneer we per subbuurt weten hoeveel naheffingen er per dagdeel geschreven kunnen worden, wordt gerichte inzet mogelijk. Het planningsmodel zet automatisch stadswachten in, terwijl bij de visuele toepassing de planners zelf moeten kiezen waar ze stadswachten inzetten. De visualisatie van het model helpt echter aan te geven waar het interessant is om in te zetten en waar niet.

Consequenties

- Er zal geïnvesteerd moeten worden in een snellere server en bijbehorende software;
- Planners moeten getraind worden in de nieuwe werkwijze van plannen;
- De gehele organisatie dient te worden overtuigd van de toegevoegde waarde van het beslismodel, om implementatie en het gebruik van het model een succes te laten worden.

Inhoud

Verklarende woorden- en symbolenlijst.....	7
Voorwoord	8
Hoofdstuk 1: Introductie	9
Hoofdstuk 2: Probleemidentificatie.....	10
2.1 Probleemsituatie	10
2.2 Verantwoording.....	11
2.3 Doelstelling	11
2.4 Probleemkluwen	12
2.5 Probleemstelling	13
2.6 Afbakening	14
2.7 Gehanteerde werkwijze	14
2.8 Vooruitblik	15
Hoofdstuk 3: Praktijkbeschrijving.....	16
3.1 Betaald parkeren in Rotterdam.....	16
3.2 Medewerkers	17
3.3 Planning en inzet van stadswachten	17
Hoofdstuk 4: Opbrengst uit betaald parkeren.....	19
4.1 Opbouw financiële opbrengst.....	19
4.1.1 Vergunningen	19
4.1.2 Parkeertickets	20
4.1.3 Naheffingen	21
4.2 Planningsgebieden.....	21
4.3 Opbrengst maximaliseren.....	22
4.3.1 Te optimaliseren variabele	22

4.3.2 Gevolgen	23
4.4 Benodigde gegevens.....	23
4.5 Samenvatting en conclusie	24
Hoofdstuk 5: Achterhalen van gegevens.....	26
5.1 Bepaling gegevens.....	26
5.1.1 Vergunningen en vrijstellingen	26
5.1.2 Parkeertickets en mobiel betalen	27
5.1.3 Niet betalende parkeerders	28
5.1.4 Controlecapaciteit stadswachten	29
5.2 Voorspellingsmethoden.....	29
5.2.1 Moving average	29
5.2.2 Exponential smoothing	30
5.2.3 Keuze.....	30
5.4 Samenvatting en conclusie	32
Hoofdstuk 6: Toepassing model.....	33
6.1 Doel, eisen en verwachtingen.....	33
6.2 Case	34
6.3 Betrouwbaarheid	35
6.3.1 Verandering bezettingsgraad	36
6.3.2 Verandering verkochte tickets.....	36
6.3.3 Verandering vergunningen en vrijstellingen	37
6.3.4 Conclusie betrouwbaarheid	38
6.4 Toepassing in de praktijk	38
6.4.1 Visualisatie	38
6.4.2 Planningsmodel	40
6.5 Samenvatting en conclusie	41

Hoofdstuk 7: Implementatie	42
7.1 Actieplan	42
7.2 Mogelijke problemen	43
7.3 Kosten.....	44
7.3.1 Algemeen.....	44
7.3.2 Visualisatie	45
7.3.3 Planningsmodel	46
7.4 Samenvatting en conclusie	46
Hoofdstuk 8: Conclusies en aanbevelingen.....	48
8.1 Conclusies	48
8.2 Aanbevelingen.....	50
8.2.1 Korte termijn	50
8.2.2 Lange termijn	50
8.3 Mogelijk vervolgonderzoek.....	51
Bibliografie.....	52
Bijlage A: Locaties betaald parkeren	53
Bijlage B: Keuze voorspellingsmethode	54
Bijlage C: Methode bepaling betrouwbaarheid	56
Bijlage D: Planningsmodel.....	58
Bijlage E: Handleiding Premium Solver	60
Bijlage F: Salarisschalen gemeente	61

Verklarende woorden- en symbolenlijst

Buurt	Gebieden binnen de gemeente Rotterdam die overeenkomen met een CBS-wijk. Iedere buurt bestaat uit een aantal <i>subbuurten</i> .
Cluster	Rotterdam is opgedeeld in 4 clusters: Noord, Zuid, Oost en West. In ieder cluster zijn meerdere <i>deelgemeenten</i> gelegen.
Controlecapaciteit	Het aantal auto's dat een tweetal stadswachten per dagdeel kan controleren
Controle interval	Het aantal uren dat tussen twee controles van stadswachten in dezelfde straat zit.
Deelgemeente	Gebieden binnen de gemeente Rotterdam die een eigen dagelijks bestuur hebben (vergelijkbaar met het college van burgemeester en wethouders) en die een deelraad hebben (vergelijkbaar met de gemeenteraad). Dit is de laagste gemeentelijke bestuurslaag. Iedere deelgemeente bestaat uit verschillende <i>buurten</i> .
Subbuurt	Gebieden binnen de gemeente Rotterdam die bestaan uit ongeveer 5 tot 15 straten.
λ	Bezettingsgraad van een parkeerplaats.
μ	<i>Controlecapaciteit</i> .
θ	Het aantal naheffingen dat in potentie per tweetal stadswachten uitgeschreven kan worden.

Voorwoord

Voor u ligt het eindrapport dat ik geschreven heb ter afronding van de bacheloropdracht Technische Bedrijfskunde. Hiervoor ben ik gedurende ruim drie maanden aan het werk geweest bij de dienst Stadstoezicht van de gemeente Rotterdam. Het leek mij vooraf een grote uitdaging onderzoek te doen naar het verhogen van de opbrengst van het betaald parkeren in Rotterdam. Een probleem dat naar mijn idee maatschappelijk relevant is en ook nog eens in een wereldstad speelt. Achteraf kan ik zeggen dat het een erg complex probleem is, dat helaas niet eenvoudig kan worden opgelost. Ik kan wel stellen dat het voor mij een uitdagende stage is geweest waaraan ik met veel enthousiasme gewerkt heb.

Ook wil ik mijn begeleiders vanuit de universiteit, Leo en Hans, bedanken. Door hun kritische opmerkingen en scherpe discussies was ik in staat mijn eigen gedachten beter te verwoorden. Ook mijn begeleiders in Rotterdam wil ik bedanken voor hun hulp en inzet. Waar ik het met Marjoleine vooral had over eisen en wensen vanuit de directie van Stadstoezicht, heeft Annemarie mij geholpen op het inhoudelijke vlak van de opdracht. Annemarie is werkzaam bij de gemeentelijke belastingdienst Rotterdam en zij is door Marjoleine ingeschakeld voor begeleiding van de opdracht bij Stadstoezicht vanwege haar econometrische achtergrond. Daarnaast kon zij altijd de goede moed erin houden als zich een tegenslag had voorgedaan.

Verder wil ik Michel ontzettend bedanken voor zijn bijdrage aan dit rapport. Het delen van ons kantoor en zijn ondersteuning bij de uitvoering van het onderzoek heb ik als zeer prettig ervaren! Ik wens hem dan ook alle succes als aanstaand bedrijfswiskundige. Als laatste dank ik mijn ouders Erik en Karin, voor hun steun en vertrouwen!

Joost Veldwijk

Rotterdam, maandag 6 september 2010

Hoofdstuk 1

Introductie

Stadstoezicht is een van de grootste diensten van de gemeente Rotterdam. Ze heeft een jaarlijkse omzet van 123 miljoen euro en in totaal zijn er ongeveer 1400 mensen werkzaam. Meer dan 500 stadswachten zijn ook daadwerkelijk op straat te vinden en houden zich direct bezig met toezicht en handhaving. Stadswachten surveilleren te voet, per fiets, per scooter, per segway of per auto. Op het moment dat ze een overtreding, overlast of hinderlijk gedrag constateren, grijpen de stadswachten in. Er zal altijd uitgelegd worden wat de regels zijn die er in Rotterdam gelden en indien noodzakelijk zal er een boete worden opgelegd aan de overtreder.

De medewerkers van Stadstoezicht houden toezicht en handhaven op verschillende terreinen. Een van de belangrijkste vormen van handhaving door Stadstoezicht is de handhaving op de Algemene Plaatselijke Verordening (APV) Rotterdam. In de APV staan regels beschreven die in Rotterdam gelden en betrekking hebben op onder andere wildplakken en hinderlijk geparkeerde auto's en fietsen. Daarnaast handhaaft Stadstoezicht de Afvalstoffenverordening. Hierin staan regels en richtlijnen voor het gebruik en de omgang met afvalstoffen. Stadswachten treden op als personen bijvoorbeeld afval op straat gooien of de weg vervuilen.

In de Afvalstoffenverordening staan alleen lichte regels over de omgang met het milieu. Medewerkers van Stadstoezicht handhaven echter ook de zwaardere regels over het milieu. Hierbij kan gedacht worden aan handhaving van de Wet Milieubeheer, de Wet Bodembescherming en de Wet Verontreiniging oppervlaktewateren. Wanneer stadswachten een overtreding van een van deze wetten constateren, mogen stadswachten een proces-verbaal opmaken voor het Openbaar Ministerie. Het Openbaar Ministerie bepaalt vervolgens welke straf de overtreder krijgt opgelegd.

Als laatste houden de medewerkers van Stadstoezicht zich bezig met de handhaving op parkeren en verkeer. Stadstoezicht is dan ook verantwoordelijk voor de uitvoering van het parkeerbeleid in Rotterdam. Hieronder valt onder andere de ontwikkeling van parkeerproducten, zoals vergunningen en parkeerkaarten. Daarnaast controleren stadswachten in gebieden waar betaald parkeren geldt of er voor een parkeerticket is betaald. Is dit niet het geval, dan schrijven stadswachten een naheffing uit. De opbrengst uit parkeertickets, vergunningen en naheffingen wordt gebruikt voor het onderhouden en uitbreiden van goede voorzieningen voor het parkeren, zoals parkeergarages en parkeerplaatsen op straat.

Hoofdstuk 2

Probleemidentificatie

In dit hoofdstuk zullen we de opzet van het onderzoek behandelen. We beginnen met een beschrijving van de probleemsituatie bij Stadstoezicht en de verantwoording van dit onderzoek. Vervolgens zullen we de doelstelling van het onderzoek presenteren. Daarna zullen we de probleemstelling met de daaraan gerelateerde onderzoeksvragen behandelen. We sluiten dit hoofdstuk af met een paragraaf over de grenzen van het onderzoek, een overzicht van de gehanteerde werkwijze en met een vooruitblik op de inhoud van de rest van dit rapport.

2.1 Probleemsituatie

De directie van Stadstoezicht heeft op dit moment het idee dat de opbrengst uit het betaald parkeren op straat niet maximaal is. Met opbrengst bedoelen we het totaal van de financiële opbrengst uit parkeertickets en uit naheffingen, en de maatschappelijke opbrengst. Wanneer iedereen namelijk betaalt voor een parkeerticket, is de maatschappelijke opbrengst maximaal: je betaalt waarvoor je gebruikt en zo hoort het! Je kunt je echter voorstellen dat de financiële opbrengst ook afhankelijk is van het aantal uitgeschreven naheffingen, welke relatief veel opleveren. Hierdoor zal een betalingsgraad van 100% financieel gezien niet optimaal zijn, omdat je dan de lucratieve naheffingen mist.

In 2009 lag de betalingsgraad op 73% (Stadstoezicht, 2009) bij ongeveer 14 miljoen betalende parkeerders per jaar. Dit komt neer op een totaal aantal parkeerders van 19 miljoen per jaar. Het verschil tussen de betalende parkeerders en het totaal aantal parkeerders laat zien dat op jaarbasis ongeveer 5 miljoen personen niet betalen. Er worden jaarlijks echter maar ongeveer 220.000 naheffingen uitgeschreven. Het is duidelijk dat een verhoging van de betalingsgraad of het aantal uitgeschreven naheffingen (of beide) zal resulteren in een hogere financiële opbrengst. Om stadswachten optimaal in te kunnen zetten wil de directie een beslismodel laten opstellen en implementeren, dat aangeeft op welk moment waar gecontroleerd dient te worden.

Indien besloten wordt de adviezen komend uit het onderzoek te implementeren, zal dit gevolgen hebben voor verschillende actoren. Ten eerste zullen de planners binnen de clusters de stadswachten uit hun cluster op een andere manier moeten inzetten. Ook de stadswachten zelf zullen een

verandering ervaren, aangezien de resultaten van dit onderzoek direct invloed hebben op het werk dat zij uitvoeren. De directie verwacht ook software te gaan ontwikkelen met het te ontwikkelen model als basis, dus ook de ICT afdeling zal beïnvloed worden door de resultaten van het onderzoek. Als laatste is de directie nauw betrokken bij dit onderzoek, aangezien zij de verantwoording dragen naar de gemeenteraad en de deelgemeenten voor de mogelijke veranderingen in de inzet.

2.2 Verantwoording

Door het optimaliseren van de financiële opbrengst uit het straatparkeren zal er meer geld beschikbaar komen voor het onderhoud en de ontwikkeling van de parkeerdiensten. Door de parkeerdiensten te blijven ontwikkelen kan Rotterdam bereikbaar blijven als stad. Daarnaast is Rotterdam een van de eerste grote Nederlandse steden die actief de opbrengst uit het betaald parkeren op straat wil maximaliseren. Andere steden zoals Amsterdam en Utrecht zouden bij een positief resultaat in Rotterdam ook baat kunnen hebben van de te ontwikkelen aanpak.

2.3 Doelstelling

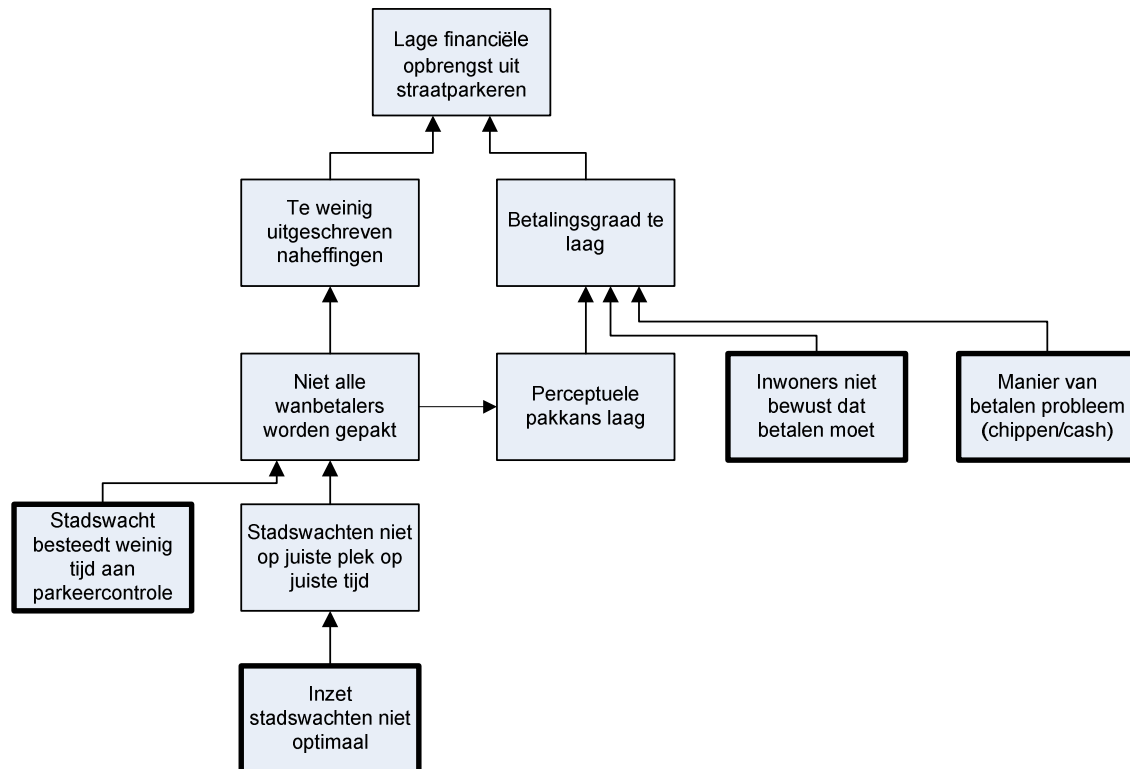
In de beschreven probleemsituatie komt al naar voren dat de huidige opbrengst uit het straatparkeren niet maximaal is. Het idee is dat het optimaal inzetten van stadswachten zal resulteren in meer uitgeschreven naheffingen. Met optimaal inzetten bedoelen we dat er wordt ingezet op een manier die de financiële opbrengst uit het straatparkeren maximaliseert. Dit brengt ons bij het doel van dit onderzoek:

<i>Het maximaliseren van de financiële opbrengst uit het betaald parkeren op straat in Rotterdam</i>
--

Stadswachten houden zich echter niet alleen bezig met toezicht en handhaving van het straatparkeren. Zij zijn ook bezig met het schoon en veilig houden van Rotterdam. Dit betekent dat men ook zichtbaar aanwezig dient te zijn in straten waar de parkeeropbrengst prima is, maar bijvoorbeeld veel huisvuil op straat ligt. Ook moeten stadswachten preventief aanwezig zijn, om misstanden te kunnen voorkomen. Het model zal in de ideale situatie dus niet alleen op financiële opbrengst moeten sturen, maar ook rekening moeten houden met de maatschappelijke eisen van bewoners en bezoekers. Stadstoezicht zou ook graag deze maatschappelijke opbrengst maximaal willen hebben, maar in dit onderzoek zullen we ons alleen richten op het maximaliseren van de financiële opbrengst.

2.4 Probleemkluwen

Op basis van de gesprekken met de directeur uitvoering van Stadstoezicht, eigen opgedane ervaring en de reeds beschikbare informatie is een probleemkluwen uitgewerkt. In een probleemkluwen wordt getracht de causale relatie weer te geven tussen het hoofdprobleem en haar oorzaken. Het hoofdprobleem is in figuur 1 de lage financiële opbrengst uit het straatparkeren.



Figuur 1: Probleemkluwen

Uit figuur 1 blijkt dat er meerdere oorzaken van de lage financiële opbrengst zijn gevonden (dikgedrukte kaders in figuur 1). Uit gesprekken met de directie is gebleken dat het niet optimaal inzetten van stadswachten als belangrijkste oorzaak van het uitschrijven van te weinig naheffingen wordt gezien. Zoals we later zullen zien leveren naheffingen relatief veel op. We verwachten dan ook door stadswachten optimaal in te zetten meer naheffingen te kunnen schrijven, waardoor de financiële opbrengst uiteindelijk het meest zal stijgen. Hierbij is het wel van belang dat de huidige betalingsgraad ten minste op peil blijft, omdat een daling van de betalingsgraad vrijwel niet kan worden opgevangen door het uitschrijven van meer naheffingen (zoals verder wordt toegelicht in sectie 4.3.2).

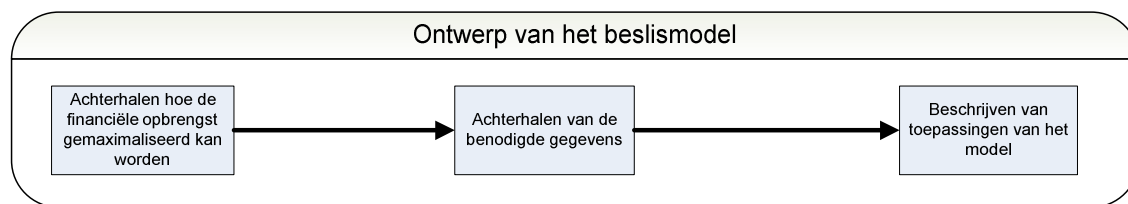
2.5 Probleemstelling

In paragraaf 2.4 is al gezegd dat we de opbrengst uit het straatparkeren het best kunnen verhogen door stadswachten optimaal in te zetten. Dit moet leiden tot een maximale financiële opbrengst. Zoals eerder al is aangegeven wil Stadstoezicht dit aanpakken door een beslismodel te ontwikkelen. De probleemstelling luidt daarom als volgt:

Ontwerp een beslismodel dat stadswachten optimaal inzet

Omdat uit de probleemstelling niet direct blijkt hoe het beslismodel dient te worden ontwikkeld, zullen we stapsgewijs alle benodigde gegevens achterhalen. In de doel- en probleemstelling hebben we het over ‘optimale inzet’. Hierbij hebben we steeds vermeld dat met optimale inzet wordt bedoeld dat er meer gestuurd moet worden op het *maximaliseren van de financiële opbrengst* uit het straatparkeren.

Met het ontwerp van het beslismodel bedoelen we het gehele proces van onderzoek naar een manier om de financiële opbrengst te maximaliseren, het achterhalen van de benodigde gegevens en het beschrijven van de toepassingen om stadswachten optimaal in te zetten. Dit is ook de interpretatie die de directie van Stadstoezicht gebruikt. In figuur 2 is dit proces nogmaals weergegeven.



Figuur 2: Ontwerpproces beslismodel

Figuur 2 is een visuele weergave van het onderzoek. Bij ieder ‘blok’ in de figuur hoort een onderzoeksvraag. Voor we de financiële opbrengst kunnen maximaliseren door stadswachten optimaal in te zetten, moeten we eerst weten hoe deze is opgebouwd en wat de invloed van stadswachten hierop is. Dit brengt ons bij de eerste onderzoeksvraag, met bijbehorende subvragen:

1. *Hoe is de financiële opbrengst uit het straatparkeren opgebouwd en hoe draagt de inzet van stadswachten hieraan bij?*
 - a. *Welke variabelen moet het beslismodel optimaliseren om de financiële opbrengst te maximaliseren?*
 - b. *Welke gegevens zijn nodig om de waarde van deze variabelen te bepalen?*

Op het moment dat bekend is hoe de financiële opbrengst uit het betaald parkeren gemaximaliseerd kan worden en welke gegevens hiervoor nodig zijn, zullen we bepalen hoe deze gegevens achterhaald kunnen worden. Dit levert de tweede onderzoeksvraag op:

2. Hoe kunnen de benodigde gegevens in de praktijk bepaald worden?

Nu we weten welke variabelen we moeten optimaliseren en hoe we de waarde van deze gegevens kunnen bepalen, gaan we verder met de toepassing van het model. Dit brengt ons bij de derde en laatste onderzoeksvraag:

3. Welke eisen en verwachtingen stelt Stadstoezicht aan het beslismodel en hoe kan het model worden toegepast?

2.6 Afbakening

In dit onderzoek draait het erom voor heel Rotterdam een beslismodel te ontwikkelen dat de financiële opbrengst uit het straatparkeren maximaliseert. Hiermee stellen we eigenlijk al dat ook alle clusters (Oost, West, Noord en Zuid) zullen worden meegenomen in het model. Het te ontwikkelen beslismodel zal toepasbaar zijn tijdens dagen waarop geen speciale evenementen gepland zijn. Dit betekent dat de optimale inzet tijdens evenementen niet door het toepassen van het beslismodel gegeven wordt, omdat de parkeersituatie in de stad dan aanmerkelijk afwijkt van een normale dag. Verder is het van belang te realiseren dat de taak van een stadswacht groter is dan slechts het uitschrijven van naheffingen ten gevolge van onbetaald parkeren. In dit onderzoek zullen we ons echter alleen richten op het verbeteren van de handhaving van het parkeerbeleid op straat.

2.7 Gehanteerde werkwijze

Voor het beantwoorden van de eerste onderzoeksvraag gaan we op zoek naar de opbouw van de financiële opbrengst uit het straatparkeren. Om deze opbrengst te maximaliseren, zal het beslismodel bepaalde variabelen moeten optimaliseren. Om de waarde van deze variabelen te kunnen bepalen zullen data nodig zijn. Welke data op dit moment beschikbaar zijn kunnen we achterhalen bij de medewerkers van ICT. Voor het bepalen van de manieren waarop de benodigde gegevens achterhaald kunnen worden, maken we gebruik van de huidige beschikbare gegevens. Daarnaast kijken we hoe we de ontbrekende gegevens het gemakkelijkst kunnen achterhalen. Om de laatste onderzoeksvraag te beantwoorden zal in de literatuur gezocht worden naar geschikte modelleermethoden. We zullen naar het huidige planningsproces kijken, om ervoor te zorgen dat het beslismodel hierin is toe te passen. Na deze stap zijn alle onderzoeksvragen beantwoord en zijn we in staat met de gegenereerde informatie een beslismodel op te stellen.

2.8 Vooruitblik

In deze paragraaf staat aangegeven welke informatie in welk hoofdstuk gevonden kan worden en hoe het rapport is opgebouwd. In hoofdstuk 3 zullen we ingaan hoe betaald parkeren geregeld is in Rotterdam en hoe op dit moment stadswachten worden ingezet. Dit hoofdstuk is bedoeld voor lezers die niet nauw betrokken zijn bij het betaald parkeren in Rotterdam en dient ter verduidelijking voor de hierop volgende hoofdstukken.

In hoofdstuk 4 geven we antwoord op de eerste onderzoeksvraag. We bespreken daarbij de opbouw van de financiële opbrengst uit het straatparkeren en de wijze waarop deze opbrengst vergroot kan worden. In hoofdstuk 5 zullen we de tweede onderzoeksvraag beantwoorden. Hierbij gaan we in op manieren om de waarde van de benodigde gegevens te bepalen, zodat we de financiële opbrengst kunnen maximaliseren. In hoofdstuk 6 zullen we ons richten op het beantwoorden van de derde onderzoeksvraag. We gaan daarbij dus vooral in op de toepassing van het model bij Stadstoezicht.

In hoofdstuk 7 zullen we een implementatieplan presenteren. Hierin zal worden aangegeven welke acties er ondernomen moeten worden om de ideeën gegenereerd in de voorgaande hoofdstukken in de praktijk te brengen.

In hoofdstuk 8 presenteren we de conclusies die getrokken kunnen worden op basis van het gehouden onderzoek. Mede op basis van deze conclusies zullen we in dit hoofdstuk ook aanbevelingen doen. Deze aanbevelingen zullen gericht zijn op het maximaliseren van de opbrengst uit het straatparkeren, door stadswachten optimaal in te zetten.

Hoofdstuk 3

Praktijkbeschrijving

In dit hoofdstuk staat begripsvorming over het betaald parkeren en de huidige manier van inzet van stadswachten centraal. Dit hoofdstuk is opgenomen om de inhoud van de hierna komende hoofdstukken beter te kunnen begrijpen.

3.1 Betaald parkeren in Rotterdam

In Rotterdam is parkeren niet overal gratis. Om de stad goed bereikbaar te houden, moet je in drukke straten betalen voor een parkeerplaats. Op het moment dat de vraag naar parkeerplekken groter is dan het aanbod, wordt betaald parkeren ingevoerd. Daarbij komt dat hoe drukker een bepaalde straat is, hoe hoger het parkeertarief is dat daar geldt. Betaald parkeren is er dus om het parkeren te reguleren. De parkeertarieven worden jaarlijks vastgesteld door het college van burgemeester en wethouders en de gemeenteraad. In principe dien je in Rotterdam 24 uur per dag betaald te parkeren, maar in de praktijk is betaald parkeren verplicht tussen 9.00 uur 's ochtends en 23.00 uur 's avonds. Voor sommige gebieden geldt betaald parkeren zelfs maar tot 18.00 uur. Ook in het weekend zijn er in sommige gebieden aangepaste tijden waarop er betaald moet worden voor het parkeren.

Wanneer je wilt parkeren op een drukke locatie, dan zijn er verschillende betalingsmogelijkheden. Een parkeerplek betalen met contant geld of met een pinpas is in Rotterdam op straat niet mogelijk. Je kunt wel overal betalen met een losse Chipkaart of de Chipknip. Aangezien vrijwel alle Nederlandse bankpassen zijn uitgerust met een Chipknip, is betalen snel en gemakkelijk. Een nadeel van deze methode is dat je moet zorgen dat er voldoende saldo op je kaart staat, aangezien opladen niet kan bij de parkeerautomaten. Omdat buitenlandse chipkaarten niet gebruikt kunnen worden in Nederland, biedt de gemeente Rotterdam bij een aantal parkeerautomaten de mogelijkheid om met een creditcard of pinpas te betalen. Deze automaten zijn vooral te vinden in het centrum en bij toeristische locaties. Een andere manier van betalen is het vooraf aanschaffen van een parkeerkaart bij een stadswinkel, welke voor bepaalde tijd geldig is in een bepaald gebied. Bij zowel Chipknip, creditcard als parkeerkaart ontvang je een papieren parkeerkaartje dat zichtbaar in de auto gelegd moet worden. Relatief nieuw is betalen via de mobiele telefoon. Hiervoor dien je jezelf bij een van de aanbieders van dit product eenmalig aan te melden. Je belt of sms't de parkeerlocatie naar een centraal nummer als je start met parkeren. Op het moment dat je vertrekt bel of sms je opnieuw om aan te geven dat je stopt

met parkeren. Vervolgens krijg je periodiek een rekening thuis gestuurd waarop je parkeergebruik wordt gefactureerd.

3.2 Medewerkers

Bij Stadstoezicht hebben niet alle medewerkers die op straat met handhaving bezig zijn dezelfde bevoegdheden. In deze paragraaf zullen we de verschillende soorten bevoegdheden van stadswachten behandelen.

Fiscale controleurs van Stadstoezicht schrijven naheffingen uit als er niet of te weinig parkeergeld betaald is. Daarnaast zijn deze medewerkers bevoegd om auto's weg te laten slepen. Ook zijn er parkeercontroleurs. Naast het uitschrijven van naheffingaanslagen, mogen parkeercontroleurs ook rapporten opmaken over bepaalde overtredingen van de APV¹. Verder mag een parkeercontroleur ook Mulderbonnen uitschrijven, welke worden gegeven aan bijvoorbeeld personen die met twee wielen op de stoep parkeren of geparkeerd staan op een invalidenparkeerplaats. In tegenstelling tot de fiscaal controleurs, zijn parkeercontroleurs Buitengewoon Opsporingsambtenaar (BOA). Alle BOA's hebben de bevoegdheid verdachten staande te houden om vervolgens een identiteitscontrole uit te voeren. Daarnaast zijn er de zogeheten doorpak-BOA's in dienst. Zij mogen naast het staande houden van verdachten ook een veiligheidsfouillering uitvoeren, handboeien gebruiken en geweld gebruiken zoals beschreven in artikel 8 lid 1 van de Politiewet.

Een andere groep medewerkers, zijn de interventiemedewerkers. Zij mogen naheffingen uitschrijven, maar ook rapporten opmaken van bepaalde overtredingen van de APV. Het verschil met de parkeercontroleur is dat een interventiemedewerker geen BOA is, maar voor meer overtredingen uit de APV rapport op mag maken dan de parkeercontroleur.

De laatste groep medewerkers die zich met handhaving bezig houdt, zijn de milieucontroleurs. Deze medewerkers zijn ook allen BOA en hebben de bevoegdheid Mulderbonnen uit te schrijven voor verkeerd geparkeerde of stilstaande voertuigen. Milieucontroleurs zijn echter voornamelijk bezig met het handhaven op milieugebied. Zo maken zij rapport op over bepaalde overtredingen uit de APV en maken zij processen-verbaal op van overtredingen van milieuwetten. De taken en bevoegdheden van de medewerkers lopen dus uiteen, maar iedereen werkt voor hetzelfde doel: de stad Rotterdam zonder rommel, vernieling en overlast (Stadstoezicht Rotterdam, 2009).

3.3 Planning en inzet van stadswachten

Het plannen en inzetten van stadswachten is een complexe aangelegenheid. Voordat er begonnen kan worden met het opstellen van een planning, is het belangrijk te realiseren dat Stadstoezicht voor een

¹ APV: Algemene Plaatselijke Verordening, zie hoofdstuk 1

deel afhankelijk is van de keuzes die de deelgemeenten van Rotterdam maken. Rotterdam bestaat uit 13 deelgemeenten die gedeeltelijk een eigen bestuur hebben. De deelgemeenten vallen allen onder een bepaald cluster: Noord, Oost, West of Zuid. Voor de helderheid is in figuur 3 een kaart van de clusters in Rotterdam opgenomen.



Figuur 3: Clusters Rotterdam

De deelgemeenten kopen jaarlijks toezicht en handhaving in bij Stadstoezicht. Zij bepalen op die manier voor een klein gedeelte hoeveel uur er jaarlijks door stadswachten in hun deelgemeente gewerkt moet worden. Op basis van de ingekochte uren door de deelgemeenten en op eigen inzicht bepalen de planners vervolgens binnen de clusters wanneer en in welke buurten van de deelgemeente stadswachten ingezet worden. In bijlage A is een overzicht van buurten opgenomen waar gedeeltelijk of geheel betaald parkeren geldt (Gemeente Rotterdam, 2010).

De eerste stap in het planningsproces is het toewijzen van stadswachten aan een bepaalde dag en dagdeel (een dag- of avonddienst). Dit gebeurt op basis van een standaard rooster dat zich om de vijf weken herhaalt. Hierbij wordt in ieder geval rekening gehouden met de arbeidstijdenwet en er wordt zoveel mogelijk rekening gehouden met het arbeidsrecht voor ambtenaren, dat strengere regels hanteert. Het inzetten op basis van dagdelen willen we in het beslismodel overnemen.

Op het moment dat stadswachten zijn toegewezen aan een bepaalde dag en dagdeel is bekend wat de toezicht- en handhavingcapaciteit is. Deze gegevens worden per cluster gebruikt om vervolgens stadswachten in te zetten in hun cluster. Dit wordt gedaan door een administratief medewerker of een teamleider. Dat niet ieder gebied op ieder moment even interessant is om te controleren, wordt nu nog niet in de planning meegenomen. Dit is precies het punt waar de directie van Stadstoezicht meer grip op wil krijgen en waar het beslismodel zich op zal richten.

Hoofdstuk 4

Opbrengst uit betaald parkeren

In dit hoofdstuk staat het beantwoorden van de eerste onderzoeksvraag en haar twee subvragen centraal. We beginnen met het bespreken van de opbouw van de financiële opbrengst en de manier waarop stadswachten aan het behalen van deze opbrengst bijdragen. Daarna zullen we bekijken hoe groot de gebieden moeten zijn waar stadswachten worden ingezet. Vervolgens zullen we de vraag op basis van welke variabele de inzet het best geoptimaliseerd kan worden beantwoorden. Ook presenteren we de benodigde gegevens om de waarde van deze variabele te bepalen. We sluiten dit hoofdstuk af met een samenvatting en conclusie.

4.1 Opbouw financiële opbrengst

Om iets te kunnen zeggen over het inzetten van stadswachten zodat de financiële opbrengst gemaximaliseerd wordt, zullen we ingaan op de opbouw van deze opbrengst. In straten waar betaald parkeren geldt, kan op verschillende manieren aan de betalingsverplichting worden voldaan. In paragraaf 3.1 is al besproken hoe er betaald kan worden. Samengevat ontvangt de gemeente Rotterdam via drie manieren inkomsten uit de straten waar betaald parkeren geldt, te weten via:

1. Vergunningen (permanent of tijdelijk)
2. Parkeertickets (uit automaat of betaald via de mobiele telefoon)
3. Naheffingen

In de komende secties zullen we de bovenstaande inkomensbronnen behandelen en de invloed van stadswachten op het genereren van deze inkomsten.

4.1.1 Vergunningen

De inkomsten uit vergunningen zijn volledig afhankelijk van de parkeerder zelf. Het al dan niet aanvragen van een vergunning is afhankelijk van de parkeersituatie in het gebied waar de persoon wil parkeren. Ook maakt het uit hoe vaak een persoon in dit gebied wil parkeren. Geldt in een gebied namelijk betaald parkeren op de momenten dat de betreffende persoon er aanwezig moet zijn, dan zal het goedkoper zijn om een vergunning aan te schaffen. In de praktijk zullen bewoners en bedrijven dit ook doen.

De gebieden waar betaald parkeren geldt, staan echter vast. Het verkopen van meer vergunningen kan door in meer gebieden betaald parkeren in te voeren, maar dit is in de praktijk niet wenselijk. De gemeente Rotterdam heeft namelijk het beleid pas betaald parkeren in te voeren op het moment dat de vraag naar parkeerplekken het aanbod overstijgt. Betaald parkeren is voor Rotterdam een middel om de parkeerdruk te reguleren, niet om geld te verdienen aan vergunningen (hoewel dit natuurlijk wel een gevolg is in gebieden waar betaald parkeren geldt). Het model zich laten richten op het verkopen van meer vergunningen is dus geen optie.

4.1.2 Parkeertickets

De inkomsten die gegenereerd worden door de verkoop van parkeertickets, worden gebruikt om de infrastructuur voor betaald parkeren te onderhouden en te ontwikkelen. Parkeerders laten hun keuze wel of niet te betalen voor een parkeerticket onder andere afhangen van de kosten van een parkeerticket en de kosten en het risico van een naheffing, de perceptuele pakkans (Kleiman, 1993). Natuurlijk vindt een groot deel van de parkeerders dat betalen voor parkeren gewoon ‘hoort’. Volgens Adiv en Wang (1987) speelt hierbij wel de opbrengst voor de parkeerder zelf mee. Zo wordt de keuze te betalen voor een parkeerticket beïnvloed door de perceptuele pakkans tijdens het parkeren (P), de kosten van de naheffing (N), het parkeertarief per uur (F) en de parkeerduur in uren (T). Indien een parkeerder betaalt voor een parkeerticket, dan geldt de situatie zoals geschetst in vergelijking 4.1. Wanneer een parkeerder echter niet betaalt, en het risico op een naheffing loopt, geldt vergelijking 4.2.

$$F * T < P * N \quad (4.1)$$

$$F * T > P * N \quad (4.2)$$

Uit vergelijking 4.1 en 4.2 blijkt dat een hoge perceptuele pakkans ervoor zorgt dat een parkeerder eerder zal betalen voor een parkeerticket. De verwachte kosten wanneer geen parkeerticket gekocht wordt zijn dan namelijk een stuk hoger dan wanneer de perceptuele pakkans laag is. Door het verhogen van de werkelijke pakkans, zal de perceptuele pakkans ook stijgen. De variabelen die invloed hebben op de werkelijke pakkans zijn de parkeerduur zonder betaalbewijs in uren en het aantal uur dat tussen twee controles van stadswachten zit (i.e. controle interval) (Adiv & Wang, 1987). De pakkans wordt vervolgens gegeven door vergelijking 4.3.

$$Pakkans = \frac{Parkeerduur\ zonder\ betaalbewijs\ (uren)}{Controle\ interval\ (uren)} \quad (4.3)$$

Aangezien de parkeerduur een variabele is die grotendeels door de parkeerder wordt bepaald, zul je de pakkans vooral verhogen door het controle interval te verkleinen. Dit betekent dat stadswachten vaker in een straat dienen te zijn. Uit de vergelijkingen 4.1 tot en met 4.3 blijkt dat de parkeerder zelf kiest om wel of niet te betalen. De stadswacht kan echter de werkelijke pakkans (en daarmee de perceptuele pakkans) vergroten door vaker dezelfde straat te controleren (kleiner controle interval). In het extreme

geval dat stadswachten alle wanbetalers pakken, zal op termijn de betalingsgraad 100% worden. Wanneer er helemaal niet meer gehandhaafd wordt, zal echter de betalingsgraad naar 0% gaan. Dit betekent dat de betalingsgraad zal stijgen, bij het uitschrijven van meer naheffingen. Hoe groot deze stijging is, weten we echter niet. We kunnen uit dit voorbeeld wel concluderen dat bij meer uitgeschreven naheffingen, de betalingsgraad zal stijgen.

4.1.3 Naheffingen

De inkomsten uit de uitgeschreven naheffingen brengen relatief veel op. De opbrengst van een naheffing bedraagt in 2010 € 51,50. Hierin zit € 1,50 verschuldigde parkeerbelasting verwerkt. Het resterende bedrag wordt gebruikt om de kosten van toezicht en handhaving te dekken. Deze kosten staan zo goed als vast, dus het uitschrijven van meer naheffingen levert direct meer geld op. De stadswachten op straat zijn verantwoordelijk voor het uitschrijven van deze naheffingen, zij hebben dus direct invloed op het aantal uitgeschreven naheffingen.

Zoals uit de analyse in sectie 4.1.2 blijkt, heeft het vergroten van het controle interval invloed op het aantal verkochte parkeertickets. Wanneer je in staat bent steeds te controleren in buurten op momenten dat veel parkeerders niet betaald hebben, zal de pakkans stijgen en zo zullen de parkeerders dit ook ervaren. Het uitschrijven van meer naheffingen levert dus direct geld op in de vorm van de naheffing zelf, maar zorgt er ook voor dat parkeerders er eerder voor kiezen te gaan betalen voor een parkeerticket.

4.2 Planningsgebieden

Het liefst zou de directie in staat zijn om per straat aan te geven of het interessant is hier stadswachten in te zetten of niet. Dit betekent dat aan het begin van een werkdag de stadswacht een te lopen route krijgt uitgedeeld, die aangeeft welke straten er gecontroleerd moeten worden. Hoe kleiner het planningsgebied, hoe beter we in staat zijn gericht in te zetten. Inzet op straatniveau is het laagst mogelijke planningsniveau. Op deze manier is er een duidelijke structuur in de inzet van stadswachten te realiseren en is het ook makkelijker werknemers aan te spreken op het moment dat zij hun taak niet goed uitvoeren (i.e. zij lopen anders dan het rooster aangeeft). Dit laatste valt weer te achterhalen op basis van de ingebouwde plaatsbepalingsoftware van de apparaten waarmee gecontroleerd gaat worden (iPhones).

Op straatniveau zijn er echter problemen met het bepalen van de benodigde gegevens om uit te rekenen of het al dan niet interessant is te controleren in een bepaalde straat of niet. Zo ontbreken gegevens over geparkeerde voertuigen met een vergunning en over het totaal aantal geparkeerde auto's. Wanneer we deze gegevens op straatniveau zouden schatten, zou dat zeer tijdrovend zijn gezien het grote aantal straten in Rotterdam.

De directie vindt de inzet op buurtniveau echter te onnauwkeurig. Hiermee bedoelen ze dat een buurt te groot is om van gerichte inzet te spreken. Een tussenweg tussen inzet op straatniveau en inzet op buurtniveau is de inzet op gebieden bestaande uit ongeveer 5 tot 15 straten, een subbuurt. Op die manier is het volgens de directie wel mogelijk gericht in te zetten. De ruimtelijke indeling in subbuurten is al door de afdeling Landmeten van de gemeente Rotterdam gedaan en vastgelegd op kaart. Er is echter nog geen overzicht met parkeermeters en parkeerplaatscapaciteit per subbuurt. Het is noodzakelijk dit overzicht te maken om per subbuurt te zeggen hoe interessant het is er stadswachten in te zetten.

4.3 Opbrengst maximaliseren

Uit paragraaf 4.1 is duidelijk geworden dat het genereren van meer inkomsten het best gedaan kan worden door het uitschrijven van meer naheffingen. In de volgende secties zullen we bespreken op basis van welke variabele we het beslismodel keuzes moeten laten maken en welke beperkingen er gelden bij deze aanpak.

4.3.1 Te optimaliseren variabele

De inkomsten die worden gegenereerd door het uitschrijven van meer naheffingen, leveren direct geld op voor de gemeente Rotterdam. De verwachting is dat door meer naheffingen te schrijven in bepaalde gebieden, de betalingsgraad daar op termijn ook zal stijgen.

Het beslismodel zal een keuze moeten maken in welke subbuurt stadswachten worden ingezet. Stel namelijk dat er twee subbuurten zijn waar ingezet kan worden, maar we kunnen maar in één subbuurt inzetten. In subbuurt 1 staat één wanbetaler meer dan in subbuurt 2. In subbuurt 1 staan echter tweemaal zoveel auto's geparkeerd. Het inzetten in de subbuurt waar absoluut gezien de meeste naheffingen te schrijven zijn, subbuurt 1 in dit geval, is geen goed idee. Omdat we in deze subbuurt veel meer auto's moeten controleren om de naheffingen uit te schrijven, kun je beter inzetten in subbuurt 2. Hier staan absoluut gezien minder wanbetalers, maar omdat het veel minder tijd kost om alle auto's te controleren is hier de opbrengst per dagdeel het grootst. De stadswachten houden dan namelijk tijd over om te gaan controleren in een andere subbuurt.

Omdat stadswachten op dit moment ook per dagdeel worden ingezet, zullen we er bij het opstellen van het beslismodel er ook vanuit gaan dat het model stadswachten in zet per dagdeel. Voor een maximale opbrengst wordt de te maximaliseren variabele dan ook het *aantal uit te schrijven naheffingen per dagdeel*. In de volgende sectie zullen we bespreken hoe het beslismodel beperkt wordt als we uitgaan van deze variabele.

4.3.2 Gevolgen

We moeten ervoor waken dat we het beslismodel niet *volledig* laten sturen op het uitschrijven van zoveel mogelijk naheffingen. Een verwacht nadelig gevolg hiervan is namelijk een dalende betalingsgraad in gebieden waar stadswachten niet meer zullen controleren. Omdat er in Rotterdam erg veel gebruik wordt gemaakt van betaald parkeren, heeft een verandering in de betalingsgraad grote invloed op de totale financiële opbrengst uit het betaald parkeren. Een daling van de betalingsgraad met 1 procentpunt zou in 2009 ongeveer 1 miljoen euro kosten (bij 20 miljoen parkeerders en een gemiddelde ticketopbrengst van 5 euro). Om dezelfde opbrengst uit extra naheffingen te halen, zouden er 24.000 extra naheffingen geschreven moeten worden (bij een opbrengst uit naheffingen voor de gemeente Rotterdam van 50 euro). Aangezien er op dit moment ongeveer 200.000 naheffingen per jaar worden geschreven, staat een verlaging van de betalingsgraad met 1 procentpunt gelijk aan een verhoging van het aantal naheffingen met 12,5 procentpunten om dezelfde opbrengst te realiseren. Deze stijging in uitgeschreven naheffingen is in de praktijk naar verwachting vrijwel niet te realiseren.

We kunnen dus concluderen dat de gemiste opbrengst door een daling van de betalingsgraad moeilijk te compenseren is door meer naheffingen te schrijven. Het doel is echter het maximaliseren van de financiële opbrengst. Als middel hiervoor gebruiken we wel het uitschrijven van zoveel mogelijk naheffingen, omdat we hiervan verwachten dat dit het meeste (positieve) effect heeft op de betalingsgraad. Hoe hoog de betalingsgraad dus ook is, de stadswachten blijven nodig om de parkeerder eraan te blijven herinneren dat ze moeten betalen voor een parkeerticket. Ook het beslismodel zal dus rekening moeten houden met het inzetten in gebieden waar het misschien voor het potentieel aantal uit te schrijven naheffingen niet interessant is om heen te gaan. Om in die subbuurten de betalingsgraad op peil te houden is geregelde inzet van stadswachten namelijk absoluut noodzakelijk. Planners geven aan dat alle subbuurten ten minste eenmaal per maand worden gecontroleerd, wat betekent dat het model minstens eens per maand stadswachten dient in te zetten in iedere subbuurt.

In sectie 4.3.1 gaven we aan dat de te maximaliseren variabele het aantal uitgeschreven naheffingen per dagdeel zal zijn. Bovenstaande analyse zorgt er echter voor dat we iets moeten toevoegen aan deze definitie, namelijk het ten minste op peil houden van de huidige betalingsgraad. Dit leidt ertoe dat de te maximaliseren variabele het *aantal uit te schrijven naheffingen per dagdeel met het ten minste op peil houden van de huidige betalingsgraad* zal zijn.

4.4 Benodigde gegevens

De te maximaliseren variabele is het aantal uit te schrijven naheffingen per dagdeel met het ten minste op peil houden van de huidige betalingsgraad, zoals in paragraaf 4.3 besproken is. Om stadswachten in

te kunnen zetten in gebieden waar potentieel het meeste aantal naheffingen per dagdeel te schrijven zijn, hebben we in de ideale situatie de beschikking over de volgende gegevens:

- Aantal parkeerders met geldige vergunning (A)
- Aantal parkeerders met geldige vrijstelling (B)
- Aantal parkeerders met geldig parkeerkaartje uit automaat (C)
- Aantal parkeerders dat heeft betaald via mobiele telefoon (D)
- Aantal parkeerders dat niet heeft betaald (E)
- Aantal auto's dat een tweetal stadswachten per dagdeel kan controleren (μ)

Wanneer we deze gegevens achterhaald hebben, zijn we in staat voor verschillende gebieden uit te rekenen wat het aantal uit te schrijven naheffingen per dagdeel is (i.e. θ). De bijbehorende formule is gepresenteerd in vergelijking 4.4.

$$\theta = \frac{E}{\frac{A + B + C + D + E}{\mu}} = \mu * \frac{E}{A + B + C + D + E} \quad (4.4)$$

Wanneer er een keuze gemaakt moet worden tussen gebieden wat betreft de inzet, kan vergelijking 4.4 gebruikt worden. Hoe hoger de waarde van θ is, hoe beter het is om te controleren in het betreffende gebied. Het achterhalen van de waarde van de in deze paragraaf gepresenteerde variabelen kan op verschillende manieren. In het volgende hoofdstuk zullen we ingaan op manieren om deze gegevens in de praktijk te achterhalen.

4.5 Samenvatting en conclusie

In dit hoofdstuk hebben we de eerste onderzoeksvraag en de twee bijbehorende subvragen beantwoord. We zijn tot de conclusie gekomen dat inkomsten uit betaald parkeren op drie manieren worden gegenereerd: door het afgeven van vergunningen, door het verkopen van parkeertickets en door het uitschrijven van naheffingen. Stadswachten hebben zelf direct invloed op het aantal uitgeschreven naheffingen. Daarbij komt dat het uitschrijven van naheffingen relatief veel oplevert voor de gemeente Rotterdam. Een verwacht bijkomend effect van het uitschrijven van meer naheffingen is een verhoogde betalingsgraad, omdat parkeerders door het verhoogde risico op een naheffing eerder geneigd zijn te betalen.

Er zijn op dit moment onvoldoende gegevens bekend om stadswachten op straatniveau in te plannen. Inplannen op buurtniveau is echter ook geen optie, omdat deze te groot zijn voor gerichte inzet. Een tussenweg is het inzetten van stadswachten in subbuurten. Inzet op deze manier maakt een doelgerichte aanpak mogelijk.

De te maximaliseren variabele wordt dan ook het aantal uit te schrijven naheffingen per dagdeel. Door deze variabele te maximaliseren zullen de stadswachten in de tijd dat zij op straat zijn in staat zijn een maximaal aantal naheffingen uit te schrijven. De gegevens die nodig zijn om de waarde voor deze variabele te bepalen zijn het aantal parkeerders met een geldige vergunning of vrijstelling, het aantal parkeerders dat betaald heeft bij de automaat of per mobiele telefoon, het aantal parkeerders dat niet heeft betaald en het aantal auto's dat een stadswacht per dagdeel kan controleren.

Hoofdstuk 5

Achterhalen van gegevens

In dit hoofdstuk zullen we verder bouwen op de inzichten die gepresenteerd zijn in hoofdstuk 4 en de tweede onderzoeksvraag beantwoorden. We zullen beginnen met het bespreken van de methoden om de in paragraaf 4.3 genoemde gegevens te achterhalen. Omdat een deel van de gegevens bepaald wordt op basis van historische gegevens, zullen we een keuze maken voor een geschikte voorspellingsmethode. We sluiten dit hoofdstuk af met een samenvatting en conclusie.

5.1 Bepaling gegevens

In deze paragraaf zullen we per benodigd gegeven bespreken welke methoden hiervoor op dit moment geschikt zijn. Daarbij zullen we ingaan op de manier waarop de waarde bepaald wordt en daar waar nodig zullen we aannames verantwoorden.

5.1.1 Vergunningen en vrijstellingen

Ieder jaar vragen bewoners en bedrijven een vergunning aan bij Stadstoezicht en daarnaast worden er een aantal vrijstellingen afgegeven. Het aantal vrijstellingen valt echter in het niet ten opzichte van het aantal afgegeven vergunningen. Daarom zullen we het in de komende analyse alleen over het bepalen van het aantal vergunningen hebben. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen bewoners- en bedrijfsvergunningen.

Er wordt tweemaal per jaar een grootschalige telling gehouden, die het aantal geparkeerde auto's met een vergunning of vrijstelling weergeeft per buurt. Deze tellingen vinden plaats in het voorjaar en najaar. Daarbij wordt er op donderdag geteld als representatie voor de doordeweekse dagen. Op zaterdag wordt er geteld als representatie voor de weekenddagen. Daarnaast kan gebruik gemaakt worden van de adresgegevens die vermeld zijn door de bewoners en bedrijven bij het aanvragen van een vergunning.

Om op subbuurniveau iets te kunnen zeggen over het aantal geparkeerde auto's met een vergunning, moeten we eigenlijk per dag en dagdeel weten welk deel van de vergunningen ook daadwerkelijk in de subbuurt geparkeerd staat. Tussen subbuurten verwachten we geen verschillen in het parkeergedrag van bewoners en bedrijven met een vergunning. Onderzoek tussen verschillende buurten in Frankfurt (vergelijkbaar met Rotterdam wat betreft oppervlakte en inwoneraantal) wijst ook uit dat tussen

buurten weinig verschil zit in het parkeergedrag van bewoners en medewerkers van bedrijven (Retzko & Topp Consultants, 1988).

We verwachten dat bedrijven op alle doordeweekse dagen op dezelfde dagdelen gebruik maken van hun vergunning. Bewoners gebruiken hun vergunning de gehele week op dezelfde manier, aangezien zij de meeste dagen op dezelfde tijden van huis weg- en teruggaan. Volgens Topp (1991) is de aanwezigheid van bewoners over de dag verspreid als een dal met een minimum tussen elf uur en half 12 's ochtends, dan staat ongeveer 35% van het totaal aantal auto's van bewoners nog geparkeerd. Om zeven uur 's ochtends staat ongeveer 60% van het totaal aantal auto's van bewoners nog geparkeerd en 's avonds rond zeven uur is dit ongeveer 45 %. Bij dit onderzoek is aangenomen dat alle bewoners hun auto 's nachts geparkeerd hebben, dit is dan ook de vergelijkingswaarde waarop eerder genoemde percentages gebaseerd zijn. In hetzelfde onderzoek komt naar voren dat om zeven uur 's ochtends ongeveer 40% van de auto's met een bedrijfsvergunning geparkeerd staat. Tussen negen uur 's ochtends en half één 's middags ligt dit percentage constant rond de 85%. Vanaf half één loopt het aantal geparkeerde auto's van werknemers van bedrijven ongeveer lineair terug tot 20% om zeven uur 's avonds. Ook in dit onderzoek wordt gesteld dat deze cijfers vrijwel gelijk zijn voor alle onderzochte buurten.

Omdat het genoemde onderzoek betrekking heeft op doordeweekse dagen, zou Stadstoezicht ervoor kunnen kiezen extra tellingen uit te voeren in het weekend, aangezien hier weinig gegevens van bekend zijn en weinig onderzoek naar gedaan is. Hierdoor kan een betere schatting gemaakt worden van het aantal geparkeerde auto's van vergunninghouders. Daarnaast zouden er in plaats van de halfjaarlijkse telling in voor- en najaar, twee extra tellingen kunnen worden gehouden in de zomer en winter. Hiermee zouden mogelijke seizoensinvloeden kunnen worden achterhaald. De iPhones die in de loop van 2010 worden geïntroduceerd, zijn tevens een bruikbaar hulpmiddel als stadswachten alle vergunningen scannen die zij tegen komen. De data die op deze manier gegenereerd worden kunnen in de loop van de tijd ook in het model gebruikt worden.

5.1.2 Parkeertickets en mobiel betalen

Het aantal verkochte parkeertickets kan per automaat worden uitgelezen. Dit geldt ook voor het aantal betalingen per mobiele telefoon. De gegevens die worden uitgelezen, zijn de exacte verkochte aantallen parkeertickets en mobiele betalingen. Dat betekent dat het aantal verkochte parkeertickets op een bepaalde locatie en moment exact bepaald kan worden. Het bepalen van deze gegevens kan echter pas gebeuren nadat de gegevens zijn uitgelezen. Op dit moment zenden de automaten de transacties niet direct op het moment dat ze plaatsvinden. In plaats daarvan maakt een automaat wekelijks contact met een server om gegevens over de betalingen te registreren (iedere automaat heeft een eigen dag en tijdstip). Een probleem is het vervolgens uitlezen van deze gegevens uit de database waar de gegevens zijn opgeslagen. Volgens de medewerker van Stadstoezicht die deze gegevens kan aanleveren, kost het

ongeveer een halve dag om gegevens van de betalingen uit te lezen per cluster per week. Dit betekent dat het uitlezen voor heel Rotterdam iedere week ongeveer twee dagen zou kosten. Dit komt doordat het huidige systeem (Parkfolio) verouderd is. Daarnaast is de server waar de transacties op worden opgeslagen sterk verouderd en crashed regelmatig wanneer er gegevens worden uitgelezen.

Gegevens over betalingen per mobiele telefoon moeten worden opgevraagd bij de aanbieder van deze dienst. Dit is niet de gemeente Rotterdam zelf, maar commerciële bedrijven zoals Parkline en Yellowbrick. Uit contacten met Parkline (de grootste speler) blijkt dat zij bereid zijn de gevraagde gegevens te leveren. Er is op dit moment echter geen concrete afspraak over het periodiek aanleveren van de betalingen per mobiele telefoon.

Omdat de ticketverkoop constant doorgaat, zullen we het uitgelezen dagdeel moeten opsplitsen in kleinere intervallen. Voor elk van die intervallen bepalen we vervolgens hoeveel auto's er in die periode met een geldig ticket stonden. Daarna nemen we het gemiddelde van deze intervallen als maat voor het aantal geparkeerde auto's met een geldig ticket voor dat dagdeel. Op basis van bijvoorbeeld de gegevens van een afgelopen periode, kunnen we een voorspelling maken voor het te verwachten aantal verkochte parkeertickets en mobiele betalingen in de te plannen periode. Voorspellingsmethoden die hiervoor gebruikt kunnen worden zullen we behandelen in paragraaf 5.2.

5.1.3 Niet betalende parkeerders

Het aantal niet betalende parkeerders is een belangrijke variabele. Het achterhalen is echter lastig, omdat er weinig gegevens bekend zijn over het aantal parkeerders dat niet betaalt. Er zijn gegevens bekend over het aantal geschreven naheffingen, maar die zeggen niets zolang niet alle wanbetalers worden gepakt. Een gebied waar namelijk veel naheffingen geschreven hadden kunnen worden, maar die niet gecontroleerd werd, zal op basis van het aantal uitgeschreven naheffingen niet opvallen.

Een andere methode om toch iets over het aantal niet betalende parkeerders te zeggen is gebaseerd op de totale parkeercapaciteit (P_c) van een subbuurt en de bezettingsgraad (λ) van de parkeerplaatsen in deze subbuurt. Voor alle straten is de totale parkeercapaciteit bekend, maar er is nog geen onderverdeling naar subbuurt. De bezettingsgraad van parkeerplaatsen wordt via dezelfde tellingen gemeten die zijn besproken in sectie 5.1.1. De op deze wijze bepaalde bezettingsgraad zal in de beginfase van de toepassing van het model als uitgangspunt genomen moeten worden. Vervolgens kunnen de uitkomsten van het model wat betreft naheffingenpotentieel vergeleken worden met de werkelijk geschreven naheffingen. Mochten deze gegevens sterk verschillen, dan kan dit in het model verholpen worden door de bezettingsgraad aan te passen. De bezettingsgraad kan dus door de planner in het model worden aangepast, om een betere voorspelling te maken.

Met de bezettingsgraad kunnen we het totaal aantal auto's uitrekenen dat geparkeerd staat. Naast deze gegevens, zijn ook het aantal parkeerders met een geldige vergunning en vrijstelling nodig ($A+B$) en

het aantal parkeerders dat betaald heeft bij de automaat of via mobiele telefoon (C+D). Het bepalen van het aantal niet betalende parkeerders (E) in een bepaalde subbuurt kan dan via vergelijking 5.1. Dit is dus gelijk aan het potentieel aantal uit te schrijven naheffingen.

$$E = (P_c * \lambda) - (A + B) - (C + D) \quad (5.1)$$

5.1.4 Controlecapaciteit stadswachten

Op dit moment zijn er geen gegevens bekend over de controlecapaciteit van de stadswachten (i.e. μ). Met controlecapaciteit bedoelen we het aantal auto's dat een tweetal stadswachten per dagdeel kan controleren. Dit is een gegeven dat noodzakelijk is om de inzet te optimaliseren, maar zal dus eerst moeten worden achterhaald.

Het achterhalen van de controlecapaciteit van stadswachten kan gedaan worden door een aantal stadswachten de opdracht te geven bij te houden hoeveel auto's zij in vooraf bepaalde periode hebben gecontroleerd. Deze periode kan een uur zijn, maar een langere periode heeft de voorkeur. Doordat stadswachten per dagdeel worden ingezet, is het nuttiger om te weten hoeveel auto's zij kunnen controleren in een dagdeel. Het gebruik van de iPhone kan hierbij helpen. Dit apparaat slaat namelijk op hoeveel auto's er gescand worden. Als stadswachten dus naar buiten worden gestuurd met de boodschap alle auto's die ze tegenkomen te scannen, krijgen we een realistisch beeld van de controlecapaciteit.

5.2 Voorspellingsmethoden

Zoals beschreven is in de vorige paragrafen, zal het beslismodel uitgaan van historische gegevens om een voorspelling te kunnen maken van het aantal te verkopen parkeertickets en betalingen via de mobiele telefoon. We willen dus op basis van historische gegevens van een variabele, een voorspelling maken voor een komende periode. Tijdreeks modellen zijn hier geschikt voor. In de komende secties zullen we twee methoden behandelen, namelijk voorspellen op basis van het voortschrijdend gemiddelde of 'moving average' en op basis van 'exponential smoothing' (Hopp & Spearmann, 2008). Uiteindelijk zullen we een keuze maken voor de methode die het best in staat is een voorspelling te maken voor het aantal te verkopen tickets.

5.2.1 Moving average

De voorspellingsmethode gebaseerd op het moving average bepaalt het gemiddelde van een gekozen aantal opeenvolgende waarden in een tijdreeks. Dit gemiddelde wordt vervolgens gebruikt als voorspelling voor de eerst volgende periode. De formule om met het moving average een voorspelling te maken op basis van de waarnemingen i in de laatste n perioden, is gepresenteerd in vergelijking 5.2.

$$\text{Voorspelling tijdstip } t = \frac{\sum_{i=t-n}^{t-1} \text{waarneming}(i)}{n} \quad (5.2)$$

Een voordeel is de eenvoud van de methode. Het feit dat alle waarnemingen even zwaar worden meegenomen bij de bepaling van het moving average wordt echter vaak als nadeel gezien. Dit is ongunstig omdat vaak aan de meest recente waarnemingen meer waarde wordt gehecht dan aan waarnemingen die verder terug gaan in de tijd. Een methode die hier wel rekening mee houdt, is Exponential Smoothing. Deze zullen we in de volgende sectie behandelen.

5.2.2 Exponential smoothing

Exponential smoothing is een techniek die voortbouwt op de methode van het moving average. Het grote verschil tussen deze methoden is de weging van de waarnemingen uit het verleden. Waar bij het moving average alle waarnemingen evenveel gewicht krijgen, ligt dit bij exponential smoothing anders. Hier krijgt de meest recente waarneming het meeste gewicht en het gewicht van de waarnemingen daarvoor loopt exponentieel af.

Er bestaan verschillende soorten exponential smoothing modellen. Sommige zijn bijvoorbeeld in staat een trend in de voorspelling mee te nemen, maar wij zullen ons alleen richten op de meest eenvoudige exponential smoothing methode. Op basis van waarneming w maken we een voorspelling v , beide zijn afhankelijk van het tijdstip t . De bijbehorende formules zijn gepresenteerd in vergelijking 5.3 en 5.4.

$$v(1) = w(0) \quad (5.3)$$

$$v(t) = v(t-1) + \alpha * (w(t-1) - v(t-1)) \quad (5.4)$$

De factor α in vergelijking 5.4 ligt altijd tussen 0 en 1 en geeft aan hoeveel waarde wordt toegekend aan de meest recente waarneming. Hoe dichter α bij 1 ligt, hoe sterker de voorspelling is gebaseerd op de meest recente waarneming. Bij een hoge waarde van α zal de voorspelling dus sneller reageren op veranderingen in de data. In de volgende sectie zullen we aangeven hoe we een keuze kunnen maken voor de beste methode.

5.2.3 Keuze

Omdat Rotterdam is verdeeld in 38 buurten met ieder 3 tot 10 subbuurten waarin betaald parkeren geldt, zullen we niet voor iedere subbuurt, iedere dag en ieder dagdeel een optimale voorspellingsmethode bepalen. We onderscheiden het stadscentrum en de buitengebieden. Omdat in het stadscentrum veel bezoekers komen en relatief weinig gebruik gemaakt wordt van vergunningen, verwachten we het stadscentrum niet te kunnen vergelijken met de buitengebieden. Hier is het namelijk net andersom: veel vergunninghouders en relatief weinig bezoekers.

Als graadmeter voor het stadscentrum nemen we buurt 10, Stadsdriehoek. Deze buurt beslaat bijna de helft van het stadscentrum, waardoor we verwachten dat een voorspellingsmethode in deze buurt ook toe te passen is op de rest van het stadscentrum. Voor de buitengebieden nemen we als graadmeter buurt 26, Nieuw Mathenesse en buurt 81, Bloemhof. Dit zijn buurten die een relatief groot gebied

beslaan wat betreft betaald parkeren. Daarnaast liggen zij ver van het stadscentrum, waardoor de kans dat er in deze buurten bezoekers voor de binnenstad geparkeerd staan klein is. Voor het bepalen van de beste methode zijn we uitgegaan van de verkochte parkeertickets in april en mei 2010. Dit betekent dat we per dag en dagdeel acht waarnemingen hebben. Hoewel dit geen grote dataset is, denken we dat we op basis van deze acht waarnemingen al een goede indicatie van de optimale voorspellingsmethode kunnen geven. Seizoeninvloeden zullen bijvoorbeeld nauwelijks effect hebben op de optimale methode, aangezien we slechts data over acht weken gebruiken. Vanwege de kleine dataset kunnen evenementen wel een negatieve invloed uitoefenen op de voorspelling, een grote dataset zou daar minder gevoelig voor zijn. Mocht na implementatie van het model blijken dat evenementen daadwerkelijk storend zijn voor de uitkomsten van het model, kan besloten worden een langere periode van ticketverkoop te nemen en daar vervolgens een optimale voorspellingsmethode bij te bepalen.

De beste voorspellingstechniek hebben we bepaald door voor alle methoden de gemiddelde absolute afwijking te nemen van de gerealiseerde waarde ten opzichte van de voorspelde waarde van het aantal verkochte parkeertickets (Mean Average Deviation, MAD). De methode waarvoor deze afwijking het kleinst is, is het best in staat voorspellingen te maken op basis van de historische gegevens. We hebben ook gekeken of er bij het voorspellen een bias aanwezig was, wat wil zeggen dat de voorspellingen structureel lager of hoger zijn dan de gerealiseerde waarde van het aantal te verkopen parkeertickets. Hoe dicht de bias bij nul ligt, hoe minder de voorspellingsmethode structureel te hoge of te lage voorspellingen maakt.

In bijlage B is een overzicht opgenomen die de keuze voor de beste voorspellingsmethode verantwoordt. Hierbij worden het moving average (met $n=1$ tot en met $n=5$) en exponential smoothing (met $\alpha=0,1$ tot en met $\alpha=0,9$) vergeleken. Moving average gaf in de meeste gevallen betere resultaten dan exponential smoothing. Uit berekeningen met de data van de buurten 10, 81 en 26 blijkt dat tussen de buurten, per dag en dagdeel, geen groot verschil zit in de optimale voorspellingsmethode. Wanneer per buurt wordt gekeken per dag en dagdeel, dan zijn de verschillen iets groter. Uit praktisch oogpunt willen we echter het liefst één voorspellingsmethode.

We achten de verschillen tussen de dagen en dagdelen niet groot genoeg om per dag en dagdeel een unieke voorspellingsmethode te gebruiken. Door één methode te gebruiken kan overzichtelijker gewerkt worden en is implementatie eenvoudiger. Gemiddeld genomen, presteert moving average het beste wanneer het voorschrijdend gemiddelde wordt genomen over de laatste vier perioden. De bias die hierbij hoort ligt in de meeste gevallen relatief dicht bij nul. Daarnaast is de bias bij het gebruik van het voorschrijdend gemiddelde over de laatste vier perioden per dag en dagdeel wisselend positief en negatief, wat inhoudt dat deze methode niet consequent het aantal te verkopen parkeertickets over- of onderschat.

5.4 Samenvatting en conclusie

In dit hoofdstuk hebben we antwoord gegeven op de vraag hoe de benodigde gegevens om het model door te rekenen bepaald kunnen worden. Het aantal vergunningen en vrijstellingen in een bepaalde subbuurt kan worden bepaald op basis van de halfjaarlijkse tellingen op donderdag en zaterdag. Omdat vergunninghouders niet beïnvloed worden door extra of minder inzet verwachten we dat de getelde waarden hierdoor niet veranderen. Een vergunninghouder moet namelijk toch in die bepaalde buurt zijn waar de vergunning geldig is. Een mogelijkheid om deze gegevens nauwkeuriger te maken is het vaker houden van tellingen en tellingen in een ander seizoen of op andere dagen. Ook het gebruik van de iPhone kan op termijn voor meer nauwkeurige data zorgen, al moeten stadswachten dan wel alle auto's met een vergunning scannen.

Het aantal verkochte parkeertickets kan bepaald worden door de parkeerautomaten en de betalingen via mobiel parkeren uit te lezen. Het uitlezen van de betalingen over één week bij de automaat kost ongeveer een halve dag per cluster. Wanneer we wekelijks over de meest recente gegevens willen beschikken, zal een medewerker iedere week twee dagen bezig zijn met het uitlezen van deze gegevens. Dat dit zo veel tijd kost, komt doordat het gebruikte systeem (Parkfolio) en de gebruikte server verouderd zijn. Daarnaast gebeurt uitlezen altijd na de betaling zelf, dus de waarde van deze variabelen zal op basis van vorige perioden moeten worden voorspeld voor de te plannen periode. Hiervoor is de voorspellingstechniek op basis van het moving average het meest geschikt. Hierbij is het voor Rotterdam optimaal om de voorspelling van het aantal verkochte parkeertickets voor de komende periode te baseren op het gemiddelde van de meest recente vier perioden. Gegevens over de betalingen per mobiele telefoon kunnen worden opgevraagd bij de aanbieder van deze dienst. De grootste aanbieder voor de gemeente Rotterdam, Parkline, is bereid hieraan mee te werken. Op dit moment zijn er echter geen concrete afspraken over het periodiek aanleveren van de benodigde gegevens.

Het aantal wanbetalers kan bepaald worden door eerst uit de parkeercapaciteit en de bezettingsgraad het totaal aantal parkeerders uit te rekenen. Vervolgens haal je van het totaal aantal parkeerders de vergunningen, vrijstellingen en betalers af waardoor je het aantal niet betalende parkeerders overhoudt. De bezettingsgraad wordt op basis van de halfjaarlijkse tellingen bepaald. Hier zal het model in de beginperiode vanuit gaan. Op basis van praktijkervaring kunnen planners de bezettingsgraad aanpassen. Dit kan gedaan worden als de werkelijk geschreven aantallen naheffingen niet overeenkomen met de uitkomsten van het model, die op de bezettingsgraad gebaseerd zijn.

Als laatste dient de controlecapaciteit van stadswachten te worden bepaald. Dit kan gedaan worden door stadswachten op verschillende dagen en dagdelen zelf te laten bijhouden hoeveel auto's zij per dagdeel kunnen controleren. Dit kan handig gedaan worden door gebruik te maken van de iPhone.

Hoofdstuk 6

Toepassing model

In dit hoofdstuk staat de toepassing van het model centraal en wordt dus de derde onderzoeksvraag beantwoord. We zullen in een case de werking van het model laten zien en de invloed van fouten in de gebruikte gegevens op de modeluitkomsten bespreken. Daarna gaan we in op de mogelijke toepassingen van het model bij de genoemde eisen en verwachtingen. We sluiten dit hoofdstuk af met een samenvatting en conclusie.

6.1 Doel, eisen en verwachtingen

Zoals al in de vorige hoofdstukken is besproken, dient het model de financiële opbrengst uit het betaald parkeren op straat te maximaliseren. Het model zal dit doen door per subbuurt aan te geven hoeveel naheffingen er per dagdeel geschreven kunnen worden. Een eis is dat door het gebruik van het model de huidige betalingsgraad niet verder daalt. Dit zou namelijk grote nadelige gevolgen hebben voor de financiële opbrengst uit het betaald parkeren, zoals in paragraaf 4.3 al is besproken.

Per subbuurt, dag en dagdeel rekent het beslismodel uit hoeveel naheffingen er geschreven kunnen worden. Hiervoor gebruiken we de methoden die in hoofdstuk vier en vijf besproken zijn. Afhankelijk van de gekozen toepassing, kunnen planners zelf kiezen hoeveel stadswachten ze per subbuurt inzetten. Er kan echter ook gekozen worden om deze inzet door een model te laten bepalen, dit zullen we in sectie 6.4.2 bespreken.

Omdat het uitlezen van de parkeerautomaten nog niet dagelijks kan plaatsvinden en omdat het model iedere week opnieuw gedraaid wordt, dient het model iedere week te worden voorzien van nieuwe gegevens over verkochte tickets bij de automaat en via parkline. Vervolgens zal per dag en dagdeel berekend worden hoeveel naheffingen er in potentie door een tweetal stadswachten uitgeschreven kunnen worden in een bepaalde subbuurt. In de ideale situatie worden de stadswachten vervolgens automatisch ingezet op basis van deze gegevens, maar ook handmatige inzet door de planners is mogelijk. Een punt waar in het laatste geval rekening mee moet worden gehouden, is het op peil houden van de huidige betalingsgraad. Het planningsmodel kan dit automatisch meenemen, terwijl bij de handmatige inzet goed moet worden beseft dat men niet alleen afgaat op de modeluitkomsten maar ook stadswachten inzet in gebieden waar relatief goed betaald wordt.

6.2 Case

In de hoofdstukken 4 en 5 is besproken hoe we per subbuurt kunnen bepalen hoeveel naheffingen er in theorie per dagdeel te schrijven zijn. Eerst zullen we bepalen hoeveel wanbetalers (E) er in een subbuurt staan. Dit gegeven zullen we bepalen op basis van de parkeer capaciteit van een subbuurt (P_c), de bezettingsgraad (λ), het aantal parkeerders met een geldige vergunning (A) of vrijstelling (B) en het aantal parkeerders dat betaald heeft bij de automaat (C) of via de mobiele telefoon (D). De hierbij horende vergelijking hebben we behandeld in hoofdstuk 4. Voor de helderheid herhalen we deze hier in vergelijking 6.1.

$$E = (P_c * \lambda) - (A + B) - (C + D) \quad (6.1)$$

Vervolgens zullen we bepalen hoeveel wanbetalers er per dagdeel geschreven kunnen worden in een subbuurt door een tweetal stadswachten (θ). Hiervoor hebben we een aantal van de gegevens nodig uit vergelijking 6.1. Daarnaast gebruiken we de waarde van het aantal auto's dat een tweetal stadswachten per dagdeel kan controleren (μ). De bijbehorende formule hebben we eerder besproken in hoofdstuk 4 en herhalen we hier in vergelijking 6.2.

$$\theta = \frac{E}{\frac{A + B + C + D + E}{\mu}} = \mu * \frac{E}{A + B + C + D + E} \quad (6.2)$$

Op basis van een voorbeeld zullen we laten zien dat het model daadwerkelijk de uitkomsten geeft waar we naar op zoek zijn. Hiermee bedoelen we dat we een onderscheid kunnen maken tussen gebieden waar in potentie veel naheffingen te schrijven zijn en gebieden waar dit niet zo is. Om het voorbeeld overzichtelijk te houden zullen we gegevens van acht gebieden gebruiken. Deze gegevens zijn overgenomen van een telling op een donderdagavond in het stadscentrum van Rotterdam en staan weergegeven in tabel 1. Het ging hier om grotere gebieden dan de subbuurten, maar voor de uitvoering van het model heeft dit geen invloed.

Gebiedsnummer:	1	2	3	4	5	6	7	8
Aantal parkeerplaatsen	2123	977	634	1331	263	2183	2333	549
Bezettingsgraad (%)	76	71	87	75	75	71	51	61
Aantal geldige vergunningen	1042	422	312	569	86	1005	864	103
Aantal geldige vrijstellingen	16	9	2	2	2	7	10	0
Aantal betalingen bij de automaat	285	150	111	361	83	455	238	153
Aantal betalingen via mobiele telefoon	127	49	60	61	11	78	76	38

Tabel 1: Gegevens telling

In tabel 1 staan de werkelijke getelde aantallen. Wanneer we deze gegevens in de formules 6.1 en 6.2 stoppen, kunnen we bepalen in welke buurten we stadswachten dienen in te zetten. Met formule 6.1 bepalen we eerst het aantal parkeerders dat niet heeft betaald. Vervolgens is met formule 6.2 te bepalen hoeveel naheffingen er in potentie per tweetal stadswachten per dagdeel geschreven kunnen worden. Dit laatste is gelijk aan de waarde van θ . We gaan er bij het berekenen van formule 6.2 van uit dat een tweetal stadswachten 100 auto's per dagdeel kan controleren (i.e. μ in formule 6.2. Deze aanname heeft wel gevolgen voor de uitkomst van de formule, maar niet op het totaalbeeld wanneer we gebieden onderling vergelijken). Deze aanname is bepaald op basis van meeloopervaring met stadswachten op een doorsnee werkdag. In tabel 2 staat het resultaat van het invullen van de gegevens uit tabel 1 in de formules 6.1 en 6.2. Op basis daarvan is een rangorde van gebieden gemaakt, waarbij 1 het meest interessante gebied aanduidt en 8 het minst interessante.

Gebiedsnummer	1	2	3	4	5	6	7	8
Aantal wanbetalers	137	60	68	10	16	13	9	43
θ	8,865	9,222	12,138	0,501	7,614	0,323	0,168	12,239
Rang	4	3	2	6	5	7	8	1

Tabel 2: Uitkomsten formules

Wanneer we naar tabel 2 kijken, blijkt dat het gebied waar de meeste wanbetalers staan (gebied 1) niet de hoogste waarde van θ heeft. Dit betekent dat er weliswaar veel parkeerders zonder geldig parkeerticket staan, maar dat het meer moeite kost om deze te vinden dan gebieden met een hogere waarde van θ . Volgens tabel 2 zijn de gebieden 3 en 8 erg interessant wat betreft het potentieel aantal te schrijven naheffingen per dagdeel per tweetal stadswachten. Hoewel in beide gebieden er absoluut gezien veel minder wanbetalers staan dan in gebied 1, staan er ook veel minder totaal geparkeerde auto's. Hierdoor is de kans om een wanbetaler te treffen in deze gebieden groter dan in gebied 1. Dit drukken we uit in de waarde van θ .

6.3 Betrouwbaarheid

Omdat we in de praktijk waarschijnlijk de benodigde gegevens niet zo nauwkeurig hebben als genoemd in tabel 1, bekijken we voor alle benodigde gegevens de betrouwbaarheid. Uit tabel 2 blijkt dat bij de echte data het meest te halen valt in gebied 8 en het minst in gebied 7. We gaan bij het analyseren uit van de data uit tabel 1. De optimale volgorde van gebieden bij deze data is 8-3-2-1-5-4-6-7 (meest interessante gebied vooraan).

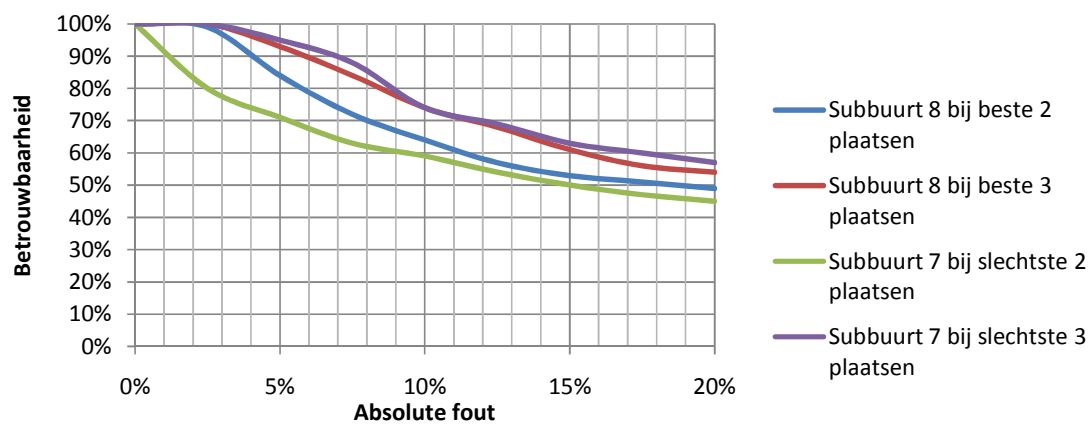
We zullen aan het gegeven dat we analyseren willekeurig een fout geven, welke voor alle subbuurten verschilt. Een fout van 5% betekent bijvoorbeeld dat de waarde van het gebruikte gegeven, bijvoorbeeld de bezettingsgraad, maximaal 5% hoger of lager ligt dan de werkelijke waarde. We simuleren 100 voorspellingen van het model, waarbij de fout van het te analyseren gegeven per gebied

steeds willekeurig bepaald is. Een uitgebreide beschrijving van de gehanteerde methode staat beschreven in bijlage C.

Bij de analyse van iedere parameter zullen we vier situaties bekijken: in hoeveel procent van de gevallen het beste gebied, subbuurt 8, bij de beste twee of drie gebieden zit en in hoeveel procent van de gevallen het slechtste gebied, subbuurt 7, bij de slechtste twee of drie gebieden zit.

6.3.1 Verandering bezettingsgraad

Eerst bekijken we hoe een fout in de gebruikte bezettingsgraad per subbuurt van invloed is op de positie van het meest interessante gebied in de rangorde en op de positie in de rangorde van het minst interessante gebied om stadswachten in te zetten. In figuur 4 is het resultaat hiervan weergegeven.



Figuur 4: Betrouwbaarheid bezettingsgraad

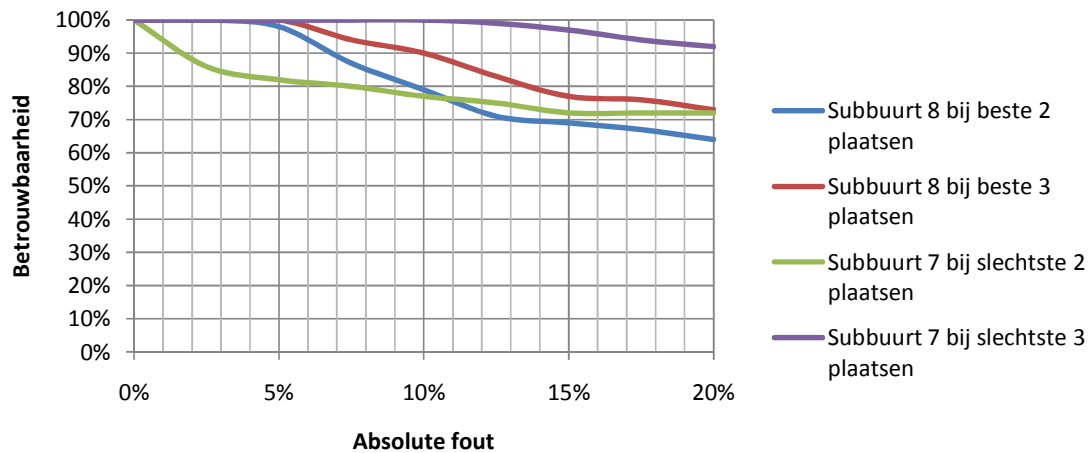
Uit figuur 4 blijkt dat bij een toenemende fout in de gebruikte bezettingsgraad, de uitkomsten van het model ook minder nauwkeurig worden. In de figuur is te zien dat wanneer we alleen de beste en slechtste *twee* plaatsen bekijken, het model veel minder goed in staat is de beste en slechtste subbuurt hierin op te nemen dan wanneer we naar de beste en slechtste *drie* plaatsen kijken. Ook is te zien dat wanneer de absolute fout in de buurt komt van de 17% de betrouwbaarheid lijkt te stabiliseren, op een betrouwbaarheid rond de 50%. Zoals logischerwijs ook valt te verwachten, is het van belang de fout in de gebruikte bezettingsgraad zo klein mogelijk te houden om een zo hoog mogelijk betrouwbaarheid te realiseren.

6.3.2 Verandering verkochte tickets

Nu bekijken we hoe een fout in de voorspelling voor het aantal verkochte tickets (som van automatisch verkopen en mobiel parkeren) per gebied doorweegt in de modeluitkomsten. In figuur 5 is het resultaat van deze analyse weergegeven.

Figuur 5 laat zien dat de uitkomst van het model wat betreft het meest interessante gebied, snel minder op de werkelijke situatie gaat lijken naarmate de fout in het verkochte aantal tickets toeneemt. Alle situaties blijven in vergelijking met de bezettingsgraad relatief lang erg betrouwbaar, zelfs rond de 100%

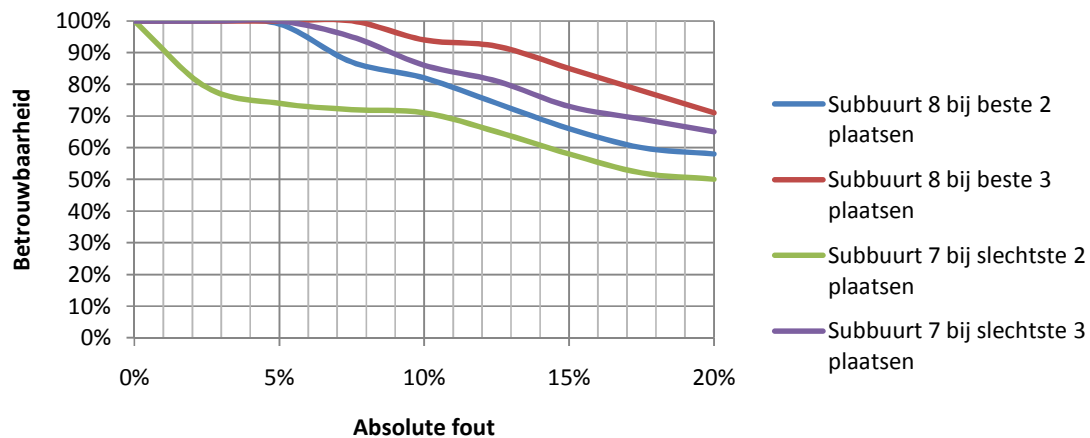
tot een fout van 5%. Daarnaast daalt de betrouwbaarheid minder snel, deze ligt bij een fout van 20% nog steeds rond de 70%.



Figuur 5: Betrouwbaarheid verkochte tickets

6.3.3 Verandering vergunningen en vrijstellingen

Als laatste bekijken we de invloed van een fout in de aanname hoeveel auto's er met een vergunning of vrijstelling per gebied geparkeerd staan. In figuur 6 is het resultaat van deze analyse weergegeven.



Figuur 6: Betrouwbaarheid vergunningen en vrijstellingen

Uit figuur 6 valt af te lezen dat voor een fout van maximaal 5%, het model zeer goed in staat is het meest interessante gebied aan te wijzen. Dit loopt echter snel af naarmate de fout groter wordt dan ongeveer 5%, zoals ook het geval was bij de verkochte tickets. Het model is in mindere mate in staat het minst interessante gebied constant goed te voorspellen, maar dit is minder belangrijk aangezien we vooral geïnteresseerd zijn in gebieden waar het interessant is om stadswachten in te zetten. Ook bij de gebruikte vergunningen en vrijstellingen is het model nog in staat ongeveer 65% van de gevallen juist te voorspellen bij een absolute fout van 20%.

6.3.4 Conclusie betrouwbaarheid

Uit voorgaande secties blijkt dat de bezettingsgraad de meest gevoelige parameter is voor de uitkomsten van het model. De betrouwbaarheid van de verkochte tickets en het vergunninggebruik zijn goed te vergelijken. Beide parameters houden een hoge betrouwbaarheid van ten minste 90% tot een absolute fout van ongeveer 8%.

Wat verder op valt is dat wanneer we in plaats van de beste of slechtste *twee* plaatsen, de beste of slechtste *drie* plaatsen bekijken, de modeluitkomsten betrouwbaarder zijn. Dit betekent dat wanneer de benodigde gegevens niet betrouwbaar genoeg zijn, de voorkeur gegeven moet worden aan een toepassing die minder uit gaat van de exacte volgorde van interessante subbuurten. Een voorbeeld van een dergelijke toepassing beschrijven we in sectie 6.4.1. Wanneer de benodigde gegevens wel betrouwbaar genoeg zijn, dus een kleine fout hebben ten opzichte van de werkelijke waarden, is het model erg goed in staat de werkelijkheid te representeren. Hierdoor is een exacte optimale volgorde van interessante subbuurten te maken.

6.4 Toepassing in de praktijk

We zien voor het model twee manieren van toepassing in de praktijk. Ten eerste kunnen de resultaten van het model visueel gepresenteerd worden, zodat snel een overzicht verkregen kan worden van de interessante gebieden om naheffingen te schrijven. Ten tweede kan er een planningsmodel worden ontwikkeld, dat op basis van de resultaten van het model stadswachten inzet. Beide toepassingen zullen we in de volgende secties bespreken.

6.4.1 Visualisatie

Uit interviews met clustermanagers en de directie komt naar voren dat bij Stadstoezicht behoefte is aan visuele informatie. Op die manier kan voor de hele stad een inschatting gemaakt worden waar het interessant is om stadswachten in te zetten en waar niet. Hierbij zijn de reeds aanwezige projectie schermen op de kantoren binnen de clusters van toegevoegde waarde. Op deze schermen wordt de kaart van Rotterdam getoond. Op dit moment is er een onderscheid op buurtniveau, maar om iets te kunnen zeggen over de subbuurten zal er een verdeling per subbuurt moeten komen. Vervolgens kan er per gebied aangegeven worden hoe interessant het is om daar stadswachten heen te sturen, oftewel, hoe meer naheffingen er per dagdeel geschreven kunnen worden hoe interessanter het is om daar in te zetten. Dit moet op een zodanige manier gedaan worden dat de presentatie van deze informatie gebruiksvriendelijk is en waaruit snel een overzicht kan worden verkregen van interessante en minder interessante locaties om stadswachten in te zetten.

Om snel een overzicht te krijgen, kunnen de subbuurten worden ingekleurd. Hierbij zijn subbuurten waar weinig te halen valt groen gekleurd en gebieden waar veel te halen valt rood gekleurd. Gebieden die niet dringend bezocht hoeven te worden, maar die het eerst gecontroleerd worden als de rode

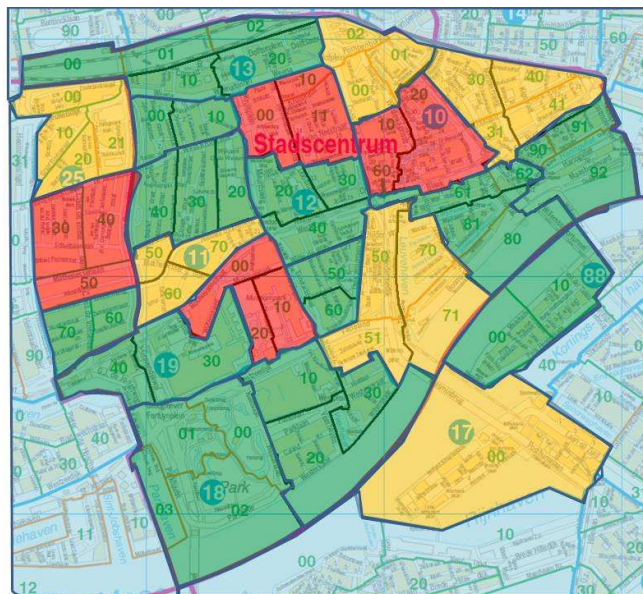
gebieden bezocht zijn, worden oranje gekleurd. Om een onderscheid te maken hebben we grenzen opgesteld waarbinnen de verschillende kleuren gebruikt worden. De grenzen zijn zo gekozen dat de meest interessante gebieden op een enkele dag gecontroleerd zouden kunnen worden. Dit komt neer op ongeveer 5 tot 8 subbuurten. Deze grenzen hebben betrekking op de waarde van θ uit vergelijking 4.4. Het hieruit resulterende onderscheid is gepresenteerd in tabel 3.

Kleur	Grens
Rood	Hoogste 15 % van alle θ
Oranje	Hoogste 30 % van alle θ (hoogste 15% rood gekleurd)
Groen	Overige

Tabel 3: Grenzen voor kleurgebruik

Hoe hoger de waarde van θ , hoe meer naheffingen er per dagdeel geschreven kunnen worden. Het berekenen van de waarde van de θ 's per subbuurt moet in de ideale situatie automatisch gebeuren. Op dit moment zijn er echter nog geen systemen die dit kunnen. Dat betekent dat voordat we kunnen beginnen met visualiseren, er eerst een systeem moet worden opgezet dat de formules 4.4 en 5.1 automatisch kan doorrekenen. Dit kan gedaan worden in Excel, maar ook ander systemen zoals Access zijn mogelijk.

Door geen vaste grenzen voor θ te nemen, maar percentages, zullen er altijd gebieden rood opkleuren op de kaart. Dit leidt ertoe dat men altijd kan zien in welke gebieden de situatie het slechtst is. Voor het management is een dergelijke manier van informatievoorziening een snelle en handige manier om in korte tijd een totaalbeeld te krijgen van het betaalgedrag op straat. Om een beeld te krijgen hoe deze toepassing er in de praktijk uit kan komen te zien, is een voorbeeld weergave gemaakt voor het centrum van Rotterdam. Dit voorbeeld is weergegeven in figuur 7.



Figuur 7: Voorbeeld weergave visualisatie

Hoewel door het visualiseren van de door het model gegenereerde informatie wel een overzicht kan worden verkregen van de potentie om naheffingen te schrijven, wordt er nog niet automatisch een inzet gemaakt in deze gebieden. De invoering van een planningsapplicatie kan hier echter wel voor zorgen, zoals we in de volgende sectie zullen bespreken.

6.4.2 Planningsmodel

Om op basis van de modeluitkomsten (namelijk de waarde van de θ 's uit vergelijking 4.4) stadswachten ook daadwerkelijk in te zetten, kan gebruik gemaakt worden van een lineair programmeringsmodel (LP model). Lineair programmeren is een wiskundige methode om een probleem te optimaliseren, in ons geval het maximaliseren van het aantal uit te schrijven naheffingen per dagdeel.

Een LP model bestaat uit de volgende drie onderdelen (Winston, 2004):

1. Doelfunctie. Dit is een functie die gemaximaliseerd of geminimaliseerd moet worden. Dit is in ons geval het maximaliseren van het aantal uit te schrijven naheffingen per week.
2. Beslissingsvariabelen. Deze variabelen dienen te worden aangepast om de doelfunctie te maximaliseren. In ons geval zijn dit het aantal tweetallen stadswachten dat in een bepaalde subbuurt moet worden ingezet op een dag en dagdeel.
3. Restricties. Dit is een set voorwaarden waaraan de beslissingsvariabelen dienen te voldoen om een geldige oplossing te genereren. In ons geval houdt het model rekening met:
 - a. Het totaal aantal ingezette stadswachten mag niet groter zijn dan het beschikbare aantal
 - b. De inzet in een subbuurt per week moet een bepaalde minimumwaarde hebben, om voor het op peil houden van de betalingsgraad te zorgen

Randvoorwaarden die bij de toepassing bij Stadstoezicht in gedachten moeten worden gehouden zijn:

- Dit model maakt een planning voor één cluster, dus voor ieder cluster zal het model moeten worden opgesteld.
- Er wordt gepland voor een week met zeven dagen. Iedere dag bestaat uit drie dagdelen.
- Er wordt in dit model geen rekening gehouden met de uitgebreide CAO waar Stadstoezicht rekening mee dient te houden. In de planning die het LP model oplevert kunnen bijvoorbeeld gebroken shifts voorkomen (e.g. inzet in de ochtend en de avond, maar niet in de middag).

In bijlage D is de formulering van het LP model opgesteld, dat bij Stadstoezicht de inzet van stadswachten per cluster zou kunnen regelen. Om de optimale planning te kunnen uitrekenen, kan het LP model in een softwarepakket worden geïmplementeerd. Aangezien de oplossingsfunctie voor LP modellen in Excel (of een uitgebreide versie hiervan) eenvoudig in het gebruik is, hebben we in bijlage E een handleiding opgenomen voor het opbouwen van een LP model in Excel met behulp van het

oplossingspakket Premium Solver. Dit is een uitbreidingspakket voor Excel, dat het binnen Excel mogelijk maakt grotere LP modellen in te voeren en deze sneller op te lossen. Dit pakket is op dit moment echter niet aanwezig op de computers van Stadstoezicht. Voor toepassing van het planningsmodel zal dus eerst een dergelijk softwarepakket moeten worden aangeschaft.

Als uiteindelijk het model gedraaid is, kan op basis van de modeluitkomsten automatisch een planning voor de komende week worden opgesteld. Hierin is zichtbaar in welke subbuurt er hoeveel tweetallen stadswachten ingezet moeten worden, zoals in figuur 8 is gepresenteerd.

Sectornaam	Nummer:	Maandag			Dinsdag			Woensdag			Donderdag			Vrijdag			Zaterdag			Zondag		
		Ochtend	Middag	Avond	Ochtend	Middag	Avond	Ochtend	Middag	Avond	Ochtend	Middag	Avond	Ochtend	Middag	Avond	Ochtend	Middag	Avond	Ochtend	Middag	Avond
Oud Mathenesse	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	13
Spangen	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	13
Nieuwe Westen	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13
Middelland	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tussendijken	22	14	14	2	14	14	0	14	14	0	14	14	14	14	14	0	0	0	0	0	0	14
Bospolder	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	14
Delfshaven	20	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schiemond	29	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figuur 8: Planning

6.5 Samenvatting en conclusie

Uit de in dit hoofdstuk besproken case blijkt dat het model bij exacte gegevens de oplossing geeft die het meeste oplevert. De invloed van fouten in de gebruikte gegevens is echter aanzienlijk. Vooral een fout in de bezettingsgraad zorgt voor minder juiste modeluitkomsten, het is dus van belang de bezettingsgraad zo nauwkeurig mogelijk te bepalen voor gebruik in het model. Ook een fout in de aantallen tickets en geparkeerde auto's met een vergunning of vrijstelling werkt door in de modeluitkomsten, maar hebben minder invloed dan de bezettingsgraad. Voor deze gegevensbronnen geldt wel dat naarmate ze nauwkeuriger zijn, het model de werkelijkheid beter weergeeft.

De eerste toepassing van het model is het visualiseren van het potentieel uit te schrijven aantal naheffingen per subbuurt. Dit kan gedaan worden door op de kaart van Rotterdam (op de projectieschermen die reeds aanwezig zijn) per subbuurt met een kleur aan te geven hoe interessant het er is om stadswachten in te zetten. Rood geeft hier aan dat inzet veel naheffingen zal opleveren, terwijl in groene gebieden goed betaald wordt. In gebieden die oranje kleuren is extra inzet gewenst, maar nog niet noodzakelijk. Met deze visuele toepassing kan snel en overzichtelijk een totaalbeeld verkregen worden waar het naheffingenpotentieel zich bevindt. Een tweede toepassing is de implementatie van het planningsmodel. Dit model is gebaseerd op dezelfde modeluitkomsten als de visuele toepassing, alleen geeft dit lineair programmeringsmodel exact per subbuurt weer hoeveel stadswachten ingezet moeten worden om tot een optimale inzet te komen. Het planningsmodel is dus eigenlijk een uitbreiding op de visuele toepassing, die handmatige toewijzing van stadswachten aan subbuurten overbodig maakt.

Hoofdstuk 7

Implementatie

In dit hoofdstuk zullen we bespreken welke acties er ondernomen moeten worden om een bruikbare applicatie te ontwikkelen, die stadswachten optimaal inzet. Daarna zullen we aangeven welke problemen we op dit moment zien die een succesvolle implementatie in de weg kunnen staan. Ook gaan we in op de kosten die gemaakt moeten worden voor de implementatie van beide toepassingen. We sluiten dit hoofdstuk af met een samenvatting en conclusie.

7.1 Actieplan

Het model dat bepaalt hoeveel naheffingen er in potentie per gebied geschreven kunnen worden, zoals besproken in de hoofdstukken 4 en 5, kan geautomatiseerd worden. Voordat we aan deze stap toe zijn, zullen we eerst moeten beschikken over de juiste gegevens. De eerste fase bij het implementeren van het beslismodel is dus het op een juiste manier verkrijgen van de benodigde gegevens. In tabel 4 is aangegeven wat er gedaan moet worden om de benodigde gegevens op een juiste manier te verkrijgen.

Actie	Periode	Verantwoordelijk
Mogelijk maken dat ticketverkoop bij de automaat eens per week worden uitgelezen	September – Oktober 2010	Parkeervoorzieningen
Mogelijk maken dat betalingen via de mobiele telefoon eens per week worden uitgelezen	September – Oktober 2010	Parkeervoorzieningen, ICT
Koppeling tussen straten en subbuurten maken	September 2010	ICT
Aanname maken totaal geparkeerde auto's met vergunning per dagdeel per subbuurt	Oktober – November 2010	Planners
Bezettingsgraad per dagdeel per subbuurt bepalen	November 2010	Planners

Tabel 4: Actieplan benodigde gegevens

Nadat de benodigde gegevens op de juiste manier beschikbaar zijn, kan het model worden geïmplementeerd. Zoals we in hoofdstuk 6 hebben aangegeven, kan het best begonnen worden met de visualisatie toepassing. Stappen die genomen moeten worden om op de schermen van Stadstoezicht het model per subbuurt zichtbaar te hebben waar wat te halen valt, zijn weergegeven in tabel 5.

Actie	Periode	Verantwoordelijk
Opbouwen database met daarin betalingen bij automaat en via mobiele telefoon gesplitst naar gemiddelde per dagdeel (per subbuurt)	November 2010	ICT
Applicatie maken die per dagdeel en subbuurt θ uitrekent	November – December 2010	ICT
Portaal inrichten op subbuurniveau	Januari 2011	ICT
Koppelen van berekende θ aan subbuurten op schermen Stadstoezicht	Januari – Februari 2011	ICT

Tabel 5: Actieplan visualisatie

Wanneer de visualisatie succesvol is geïmplementeerd en geaccepteerd is door de hele organisatie van Stadstoezicht, kan worden besloten het planningsmodel door te ontwikkelen. Hierdoor hoeven planners niet meer zelf op basis van de visuele gegevens per subbuurt een keuze te maken waar ze stadswachten inzetten, maar doet het model dit voor ze. We beseffen ons goed dat deze fase nog erg ver weg is, maar om denkwerk uit handen te nemen van personen die zich dan met de implementatie bezig gaan houden zijn in tabel 6 acties genoemd die noodzakelijk zijn voor een succesvolle implementatie van het planningsmodel.

Actie	Periode	Verantwoordelijk
Aanschaf uitbreiding LP oplosser voor Excel	Als visualisatie geïmplementeerd en geaccepteerd is door hele organisatie Stadstoezicht	Directie, ICT
Bepalen hoeveel auto's een stadswacht per dagdeel kan controleren	Als visualisatie geïmplementeerd en geaccepteerd is door hele organisatie Stadstoezicht	Teamleiders, stadswachten
Implementeren planningsmodel in Excel	Als er een uitbreiding voor de LP oplosser is aangeschaft	ICT
Trainen van planners hoe om te gaan met het model	Zodra het planningsmodel in Excel is geïmplementeerd	ICT

Tabel 6: Actieplan planningsmodel

7.2 Mogelijke problemen

Om de invoering van het model tot een succes te maken, is het van belang dat iedereen in de organisatie van Stadstoezicht achter het idee staat. Uit praktijkervaring op straat en tijdens gesprekken met clustermanagers, blijkt dat de toegevoegde waarde van een model om stadswachten in te zetten niet door iedereen gezien wordt. Een reden die zij hiervoor noemen is het werken met mensen. Zij geven aan dat stadswachten niet als machines te behandelen zijn en niet in een model te stoppen zijn. Duidelijk moet echter zijn dat er op dit moment ook stadswachten worden ingezet, alleen met een minder doelgerichte controlelocatie. De invoering van het model zal voor de stadswacht op straat

weinig invloed hebben, alleen de locaties waar zij controleren kunnen veranderen. De planners zullen wel op een andere manier te werk gaan. Het is dan ook niet verstandig de gehele implementatie vanaf de hoofdlocatie van Stadstoezicht aan de Wijnhaven uit te voeren. Zeker tijdens de invoering van het visuele gedeelte van het model, is het van groot belang de clustermanagers en planners te betrekken bij het proces. Op deze manier raken zij betrokken bij het eindproduct en krijgen zij door ervaring meer gevoel bij de werking van het model.

Ook is in het management overleg de vraag gesteld of de invoering van een model om stadswachten optimaal in te zetten geen korte termijn oplossing is. Er werd gesteld dat het beroep van stadswacht uitsterft en er over enkele jaren alleen nog gecontroleerd wordt door bijvoorbeeld auto's met automatische scanapparatuur (een toepassing van kentekenparkeren, reeds in Amsterdam ingevoerd (Verkeersnet, 2008)). Deze redenering is misschien wel juist, maar niet relevant voor de invoering van een inzetmodel. De auto's die rondrijden en de geparkeerde auto's scannen kunnen ook niet overal tegelijk zijn. Ook deze voertuigen dienen dus op specifieke locaties worden ingezet, wat prima gedaan kan worden door het in dit rapport gepresenteerde planningsmodel. De clustermanagers en andere deelnemers aan het management overleg dienen echter wel de noodzaak van een meer doelgerichte inzet van stadswachten te zien, omdat anders de kans groot is dat zowel de implementatie als het latere gebruik van het model geen succes wordt.

Een andere valkuil is het ontbreken van specifieke kennis op wiskundig gebied. Voor de invoering van de visuele toepassing van het model is dit ook niet direct nodig, maar voor de invoering van het planningsmodel wel. Tijdens de implementatie- en testperiode van het model is deze kennis noodzakelijk, om een werkbaar model te krijgen dat juiste resultaten weergeeft. Daarnaast dient er voldoende kennis van het planningsmodel aanwezig te zijn na de implementatieperiode, om noodzakelijke veranderingen door te kunnen voeren. Deze kennis zou binnen de gemeente Rotterdam kunnen worden achterhaald, maar ook door de inhuur van extern personeel of afstudeerders met een wiskundige of informatica achtergrond.

7.3 Kosten

Zowel de visuele toepassing als het planningsmodel kan niet kosteloos worden ingevoerd. Voor beide toepassingen zullen we in onderstaande secties een indicatie geven van de kosten die gemaakt moeten worden voor implementatie.

7.3.1 Algemeen

De acties die in tabel 4 genoemd zijn, moeten allen worden afgerond voordat er ook maar over implementatie gedacht kan worden. De genoemde acties vergen geen investering in fysieke producten, maar manuren zullen nodig zijn om deze taken te volbrengen. In tabel 7 is per actie aangegeven wat de verwachte kosten zijn op basis van het verwachte aantal benodigde uren om deze actie te voeren. De

gemiddelde kosten per uur die in tabel 7 genoemd zijn gerelateerd aan de verantwoordelijke die deze actie dient uit te voeren, waarvan in bijlage F een overzicht is opgenomen. In dezelfde bijlage staat een rekenvoorbeeld voor het bepalen van de gemiddelde kosten per uur. Niet alle acties worden namelijk uitgevoerd door personen met hetzelfde uurloon en niet alle verantwoordelijken hebben een evenredig aandeel in de uitvoering van de actie.

Actie	Benodigde uren	Gemiddelde kosten per uur	Totale kosten
Mogelijk maken dat ticketverkoop bij de automaat eens per week worden uitgelezen	80	€ 17,73	€ 1418,40
Mogelijk maken dat betalingen via de mobiele telefoon eens per week worden uitgelezen	120	€ 18,81	€ 2257,20
Koppeling tussen straten en subbuurten maken	40	€ 19,90	€ 796,00
Aanname maken totaal geparkeerde auto's met vergunning per dagdeel per subbuurt	50	€ 17,73	€ 886,50
Bezettingsgraad per dagdeel per subbuurt bepalen	25	€ 17,73	€ 443,25

Tabel 7: Kosten actieplan benodigde gegevens

Voordat er over gegaan kan worden tot implementatie van de toepassingen zullen alle acties uit tabel 7 uitgevoerd moeten worden. De totale verwachte kosten hiervoor bedragen afgerond € 5801. Men is ook bezig met vervanging van de oude server, iets dat noodzakelijk is voor het uitvoeren van de acties uit tabel 7. De kosten hiervan nemen we echter niet mee omdat deze sowieso gemaakt zullen worden.

7.3.2 Visualisatie

Nadat de acties zijn uitgevoerd die genoemd zijn in tabel 7, kan verder gegaan worden met implementatie van de visualisatie toepassing. De verwachte kosten hiervan staan in tabel 8.

Actie	Benodigde uren	Gemiddelde kosten per uur	Totale kosten
Opbouwen database met daarin betalingen bij automaat en via mobiele telefoon gesplitst naar gemiddelde per dagdeel (per subbuurt)	60	€ 19,90	€ 1194,00
Applicatie maken die per dagdeel en subbuurt θ uitrekent	60	€ 19,90	€ 1194,00
Portaal inrichten op subbuurniveau	40	€ 19,90	€ 796,00
Koppelen van berekende θ aan subbuurten op schermen Stadstoezicht	40	€ 19,90	€ 796,00

Tabel 8: Kosten actieplan visualisatie

De uitvoering van de acties die in tabel 8 genoemd zijn komt neer op € 3980. Zoals eerder al is aangegeven dienen de acties uit tabel 7 hoe dan ook te worden uitgevoerd voordat het actieplan visualisatie uitgevoerd kan worden. Wanneer we deze kosten meenemen, zijn de totale verwachte kosten voor implementatie van de visuele toepassing € 9781.

7.3.3 Planningsmodel

Na invoering van de visualisatietoepassing kan verder gegaan worden met de invoering van het planningsmodel. Hiervoor zullen voor alle vier de clusters een uitbreiding aangeschaft moeten worden voor de LP oplosser in Excel. Daarnaast is het voor de hoofdlocatie van Stadstoezicht aan de Wijnhaven handig een uitbreiding te hebben om nieuwe ontwikkelingen in het model te kunnen testen. In totaal zijn er dus vijf uitbreidingen nodig voor Excel, die ieder ongeveer € 1250 kosten (Frontline Systems, 2010). Tabel 9 geeft de verwachte extra kosten weer wanneer het planningsmodel wordt geïmplementeerd.

Actie	Benodigde uren	Gemiddelde kosten per uur	Totale kosten
Aanschaf uitbreiding LP oplosser voor Excel	--	--	5 x € 1250 = € 6250
Bepalen hoeveel auto's een stadswacht per dagdeel kan controleren	10	€ 16,59	€ 165,90
Implementeren planningsmodel in Excel	100	€ 19,90	€ 1990,00
Trainen van planners hoe om te gaan met het model	40	€ 19,90	€ 796,00

Tabel 9: Kosten actieplan planningsmodel

Uit tabel 9 blijkt dat de verwachte totale extra kosten die gemaakt moeten worden om het planningsmodel te implementeren uit komen afgerond op € 9202. Het is belangrijk te realiseren dat voor deze implementatiestap de visuele toepassing al geïmplementeerd is, deze kosten hebben we in voorgenoemd bedrag dan ook niet meegenomen.

7.4 Samenvatting en conclusie

In dit hoofdstuk hebben we punten behandeld die tijdens de implementatie van het model aan de orde gaan komen. De implementatie van het model zal moeten beginnen met het periodiek achterhalen van de juiste gegevens. Op dit moment is de output van de systemen van Stadstoezicht namelijk nog niet toereikend om direct over te gaan tot de implementatie van de toepassingen van het model.

Op het moment dat de benodigde gegevens wel periodiek kunnen worden aangeleverd, kan worden begonnen met de implementatie van de visuele toepassing van het model. Het model bepaalt per subbuurt hoe interessant het is er stadswachten in te zetten. Vervolgens kan op de schermen bij Stadstoezicht met de kleuren groen, oranje en rood worden aangegeven per subbuurt of het nuttig is

daar stadswachten in te zetten. Groen betekent dat het niet interessant is, bij een rode kleur zou er direct ingezet moeten worden. De oranje kleur geeft aan dat extra inzet gewenst is, maar niet direct noodzakelijk. Door deze manier van visualisatie kunnen we snel en eenvoudig een totaalbeeld van het betaalgedrag op straat verkrijgen. Uit gesprekken met directie en clustermanagers is gebleken dat een visuele aanpak bij Stadstoezicht naar verwachting de meeste kans van slagen heeft. Op dit moment wordt er namelijk al op andere gebieden met visuele informatie gewerkt en velen zien hiervan de voordelen van. De kosten die gemaakt zullen moeten worden om de visualisatietoepassing te implementeren, zullen ongeveer € 9781 bedragen.

Op het moment dat het visualiseren van deze informatie gelukt is en de toegevoegde waarde van een modelmatige aanpak wordt erkend door de gehele organisatie, kan het planningsmodel worden doorontwikkeld tot een bruikbare applicatie die stadswachten automatisch inzet per dagdeel en subbuurt. De extra kosten hiervan zullen ongeveer € 9202 bedragen.

Een mogelijk probleem om het model goed te kunnen implementeren en toepassen is onvoldoende draagvlak bij de clustermanagers en hun ondergeschikten. Het is noodzakelijk voor, tijdens en na de implementatieperiode het belang van de invoering van een model te benadrukken. Bij de implementatie is het dan ook van groot belang de clustermanagers en planners te betrekken, zodat zij gevoel krijgen bij het eindproduct. Een ander probleem zou het gebrek aan kennis van wiskundige modellen kunnen zijn. Voor de visualisatietoepassing is deze kennis niet nodig, maar wanneer besloten wordt het planningsmodel te implementeren kunnen we niet zonder. Dit zou kunnen worden opgelost door tijdens de implementatieperiode extern personeel of afstudeerders met een wiskundige of informatica achtergrond in te huren. Het is wel van belang dat deze kennis ook na de implementatie van het planningsmodel aanwezig blijft, om noodzakelijk aanpassingen in het model door te kunnen voeren.

Hoofdstuk 8

Conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk zullen we de conclusies presenteren we getrokken hebben uit de voorgaande hoofdstukken. Op basis van deze conclusies zullen we vervolgens aanbevelingen doen om de opbrengst uit het straatparkeren te maximaliseren. Daarna sluiten we af met een advies voor mogelijk vervolgonderzoek.

8.1 Conclusies

Het maximaliseren van de financiële opbrengst uit het betaald parkeren op straat is te doen door in gebieden in te zetten, waar per dagdeel de meeste naheffingen te schrijven zijn. Om stadswachten doelmatig in te kunnen zetten mogen deze gebieden niet te groot zijn. We kunnen concluderen dat de inzet per subbuurt op dit moment het meest realistisch is. Inzet per buurt is namelijk te onnauwkeurig aangezien dit te grote gebieden zijn en voor inzet per straat zijn te weinig gegevens beschikbaar. Bij het inzetten van stadswachten is het van belang dat in gebieden waar wel goed betaald wordt, nog steeds controle plaatsvindt. Het is namelijk belangrijk de huidige betalingsgraad ten minste op peil te houden, omdat de opbrengst uit parkeertickets veel groter is dan de opbrengst uit naheffingen. Met het beslismodel kunnen dus stadswachten worden ingezet op basis van het potentieel aantal uit te schrijven naheffingen, maar bij de toepassing van het model zal rekening gehouden moeten worden met het op peil houden van de huidige betalingsgraad.

Om optimaal in te zetten, is een aantal gegevens nodig. Voor zowel het planningsmodel als de visualisatietoepassing zijn dezelfde gegevens nodig. De benodigde gegevens zijn het aantal geldige vergunningen en vrijstellingen, het totaal aantal parkeerders en de verkochte tickets bij de automaat en de betalingen via mobiele telefoon. Het aantal geldige vergunningen en vrijstellingen dat in een subbuurt gebruikt worden, kunnen we met de huidige middelen alleen bepalen door ze te schatten op basis van tellingen en schattingen op basis van de adresgegevens van vergunninghouders. Hiermee kan per subbuurt worden aangegeven hoeveel bewoners- en bedrijfsvergunningen zijn verkocht. Door per dagdeel een schatting te maken welk gedeelte van de bewoners en van de bedrijven gebruik maakt van hun vergunning, kan dit gegeven worden meegenomen in het model. De invoering van de iPhone kan deze schattingen bevestigen of verder aanvullen. Het is dan wel van belang dat stadswachten alle auto's met een vergunning scannen.

Om het totaal aantal parkeerders in een subbuurt te bepalen, maken we gebruik van de bezettingsgraad en de parkeercapaciteit in die subbuurt. De parkeercapaciteit wordt bijgehouden door de gemeente Rotterdam, maar is nog niet bekend op subbuurniveau. Daarnaast is het op dit moment onduidelijk hoe actueel de gegevens over de parkeercapaciteit zijn.

De bezettingsgraad moet op dit moment gebaseerd worden op de halfjaarlijkse tellingen. Aangezien de nauwkeurigheid van de gebruikte bezettingsgraad in het model erg belangrijk is, is het van belang vaker tellingen te houden. De iPhone zou kunnen helpen bij het constant bepalen van de bezettingsgraad in straten waar men controleert, zodat stadsbreed een betrouwbaar beeld van de bezettingsgraad ontstaat. Meer nauwkeurige gegevens zouden het model een stuk betrouwbaarder maken, wat er tevens voor zorgt dat de inzet van stadswachten met meer zekerheid in de meest interessante gebieden gedaan kan worden.

Het is mogelijk de betalingen per mobiele telefoon en de verkochte tickets bij de automaat uit te lezen. Op dit moment is het uitlezen van deze data nog niet geautomatiseerd en kost het uitlezen voor een week gegevens over heel Rotterdam ongeveer twee dagen. Dit komt voornamelijk door het verouderde systeem waarmee gewerkt wordt (Parkfolio) en de oude server waarop alle gegevens worden opgeslagen. Daarnaast is er ook nog geen overeenkomst met de aanbieders van parkeren via de mobiele telefoon gesloten, waarin wekelijkse aanlevering van gegevens met de betalingen per mobiele telefoon is vastgelegd. Beide problemen staan een directe implementatie van het beslismodel in de weg, aangezien de verkopen bij de automaat en via de mobiele telefoon belangrijke gegevensbronnen zijn.

Zodra de benodigde gegevens beschikbaar zijn, kan het model worden toegepast. Vanwege het ontbreken van voldoende draagvlak op dit moment, is het van belang de invoering van het model stapsgewijs te laten plaatsvinden. Eerst zal de visuele toepassing van het model gerealiseerd moeten worden. Met deze toepassing is snel en overzichtelijk te zien in welke subbuurten er wat te halen valt als het gaat om naheffingen. Door clustermanagers en hun ondergeschikten te betrekken bij de implementatie zullen zij meer gevoel met het model ontwikkelen, wat het uiteindelijk gebruik van het model ten goede komt. Wanneer de toegevoegde waarde van de visuele toepassing van het model zichtbaar is voor iedereen binnen Stadstoezicht, kan worden besloten de planningstoepassing te implementeren. Hiervoor zullen echter wel personen met kennis van wiskundige modellen moeten worden aangetrokken, omdat deze kennis op dit moment ontbreekt bij Stadstoezicht. Daarnaast is het van belang een deel van deze kennis na de implementatie in huis te houden, zodat noodzakelijke veranderingen in het model kunnen worden doorgevoerd.

8.2 Aanbevelingen

Op basis van de getrokken conclusies in de vorige paragraaf zullen we hier aanbevelingen doen voor de korte en lange termijn, om de opbrengst uit het straatparkeren door invoering van een beslismodel te maximaliseren.

8.2.1 Korte termijn

1. *Het uitlezen van de gegevens over betalingen bij de automaat moet sneller en zekerder*

De huidige server waarop de gegevens over betalingen bij de automaat worden vastgelegd kan de grote gegevensstromen niet meer aan, waardoor deze bij het uitlezen geregeld vastloopt. Daarnaast kost het te veel tijd de gegevens uit te lezen. Voor een efficiënt gebruik van het model, raden we daarom aan een snellere en meer betrouwbare server met bijbehorende software aan te schaffen.

2. *Met aanbieders van betalen per mobiele telefoon moeten afspraken gemaakt worden over het verkrijgen van data over betalingen*

Uit het onderzoek komt naar voren dat gegevens over de betalingen via de mobiele telefoon nodig zijn. Deze worden echter niet beheerd door Stadstoezicht en daarom zal met de aanbieders van deze dienst contact opgenomen moeten worden om afspraken te maken over het wekelijks verkrijgen van deze gegevens.

3. *De parkeercapaciteit moet per subbuurt bekend en actueel zijn*

Op dit moment is de parkeercapaciteit per straat bekend, maar is het onduidelijk of de beschikbare gegevens kloppen met de werkelijkheid. Daarnaast is er nog geen onderverdeling naar parkeercapaciteit per subbuurt. Voor invoering van het model is het noodzakelijk dat de gebruikte parkeercapaciteit per subbuurt bekend is en klopt met de werkelijke parkeercapaciteit.

8.2.2 Lange termijn

Aangezien we verwachten dat het realiseren van de aanbevelingen op korte termijn de nodige tijd in beslag zal nemen, zullen we hier nog aanbevelingen doen voor het moment waarop de aanbevelingen op korte termijn zijn gerealiseerd.

1. *De visualisatietoepassing dient eerst te worden ontwikkeld, daarna mogelijk het planningsmodel*

Aangezien er op dit moment weinig draagvlak is voor de invoering van het planningsmodel, raden we aan te beginnen met de invoering van de visuele toepassing van het model. Hierdoor kunnen clustermanagers en ondergeschikten wennen aan de werking van het model. We verwachten dat de toegevoegde waarde van het model eerder wordt ingezien als we werken met een visuele toepassing.

2. *De bezettingsgraad en gegevens over vergunningen moeten nauwkeuriger worden bepaald*

Door nauwkeuriger gegevens te gebruiken, wordt het model betrouwbaarder. Hierbij speelt het gebruik van de iPhone een belangrijke rol, aangezien deze kan opslaan hoeveel auto's er gescand zijn en hoeveel vergunningen en vrijstellingen daarbij zaten.

3. *De juiste kennis en middelen moeten aanwezig zijn bij invoering van het planningsmodel*

Het planningsmodel is opgesteld als wiskundig model (lineair programmeringsmodel). Daarom is het van belang dat er tijdens de implementatieperiode personen aanwezig zijn met kennis van dit soort modellen. Het is van belang dat deze kennis in voldoende mate binnen Stadstoezicht aanwezig blijft, zodat na de implementatie zelf de nodige veranderingen in het model kunnen worden doorgevoerd. Daarnaast beschikt Stadstoezicht niet over software die grote LP modellen kan oplossen. De standaard oplosser in Excel is hier namelijk niet krachtig genoeg voor. Om het planningsmodel te kunnen implementeren en testen is het noodzakelijk dat er een softwarepakket wordt aangeschaft dat deze modellen kan doorrekenen.

8.3 Mogelijk vervolgonderzoek

Bij het gebruik van de in dit rapport gepresenteerde methode om per subbuurt aan te geven hoe interessant het is om daar stadswachten in te zetten, hebben we veel aannames moeten maken. Dit geldt voor het voorspellen van het aantal verkochte tickets, de geparkeerde vergunninghouders en het totaal aantal geparkeerde auto's. Uit de analyse van de betrouwbaarheid van het model bij een fout in deze gegevens bleek al dat de benodigde gegevens zeer nauwkeurig moeten zijn. In de ideale situatie kunnen we exacte waarden van deze gegevens in het model gebruiken. Technisch is dit mogelijk, bijvoorbeeld door toepassen van camera's of kentekenparkeren, maar dit vergt waarschijnlijk een aanzienlijke investering. Toch denken wij dat het voor de toepassing van het beslismodel goed zou zijn om van meer nauwkeurige gegevens uit te gaan. Extra onderzoek naar methoden om de benodigde gegevens exacter te kunnen bepalen raden wij daarom aan.

Naast het invoeren van een beslismodel dat stadswachten optimaal inzet, is uit praktijkervaring gebleken dat stadswachten niet de volledige tijd die zij op straat horen te zijn ook daadwerkelijk op straat zijn. Zo worden langere pauzes genomen, lunchen en dineren de stadswachten allen tegelijk en wordt er veel gebruik gemaakt van het vervoer naar een controlelocatie per auto. Al deze punten leiden ertoe dat stadswachten minder zichtbaar zijn voor het publiek, wat we als onwenselijk beschouwen. Wanneer men meer uren werkelijk op straat is, verwachten we dat dit een positief effect zal hebben op zowel de financiële als de maatschappelijke opbrengst van Stadstoezicht. Mensen zullen namelijk eerder geneigd zijn te betalen en ook kunnen er meer burgers met vragen of problemen worden geholpen. Daarom adviseren wij tevens vervolgonderzoek uit te laten voeren naar manieren om stadswachten meer productieve uren op straat te laten werken.

Bibliografie

Adiv, A., & Wang, W. (1987). *On-Street Parking Meter Behavior*. Ann Arbor: University of Michigan Transportation Research Institute.

Frontline Systems. (2010). *Excel product software and support prices*. Opgeroepen op september 5, 2010, van solver.com: <http://www.solver.com/pricexls.php>

Gemeente Rotterdam. (2010, maart). *Territoriale Indeling Rotterdam, oostblad*. Rotterdam: Gemeentewerken Rotterdam afdeling landmeten.

Hopp, W., & Spearmann, M. (2008). *Factory Physics*. Singapore: McGraw-Hill.

InOverheid. (2010). *Salaris bij gemeenten*. Opgeroepen op september 5, 2010, van <http://www.inoverheid.nl/artikel/arbeidsvoorwaarden/1111983/salaris-bij-gemeenten.html>

Kleiman, M. (1993). Enforcement Swamping: A Positive-Feedback Mechanism in Rates of Illicit Activity. *Mathl. Computer Modelling*, 17 (2), 65-75.

Retzko & Topp Consultants. (1988). *Parkraumkonzept Frankfurt am Main*. Darmstadt/Düsseldorf: Gemeinde Frankfurt am Main, afdeling Planning.

Stadstoezicht. (2009). *Jaarverslag*. Rotterdam.

Stadstoezicht Rotterdam. (2009). *Productencatalogus Stadstoezicht Toezicht en Handhaving*. Rotterdam.

Steehouder, M. (1999). *Leren communiceren*. Groningen: Wolters-Noordhoff.

Topp, H. (1991). Parking policies in large cities in Germany. *Transportation*, 3-21.

Verkeersnet. (2008, Juni 19). *Amsterdam voert kenteken parkeren in*. Opgeroepen op Juli 20, 2010, van Verkeersnet.nl: <http://www.verkeersnet.nl/90/amsterdam-voert-kentekenparkeren-in/>

Winston, W. (2004). *Operations Research Applications and Algorithms*. Belmont: Thomson Learning.

Bijlage A: Locaties betaald parkeren

In tabel A1 zijn de Rotterdamse buurten opgenomen waar betaald parkeren geldt.

Cluster	Deelgemeente	Buurt	Buurtnummer
Zuid	Feijenoord	Kop van Zuid	17
		Katendrecht	85
		Kop van Zuid – Entrepot	79
		Afrikaanderwijk	86
		Bloemhof	81
		Hillesluis	82
		Vreewijk	80
	IJsselmonde	Oud IJsselmonde	83
	Charlois	Tarwewijk	71
		Carnisse	72
		Zuidplein	76
Noord	Hillegersberg – Schiebroek	Hillegersberg – Zuid	61
		Hillegersberg – Noord	62
	Noord	Bergpolder	31
		Blijdorp	32
		Liskwartier	34
		Oude Noorden	35
		Agniesebuurt	15
		Provenierswijk	16
	Prins Alexander	Oosterflank	67
Oost	Kralingen – Crooswijk	Rubroek	14
		Kralingen – West	41
		Kralingen – Oost	42
		Struisenburg	47
	Stadscentrum	CS Kwartier	13
		Oude Westen	11
		Cool	12
		Stadsdriehoek	10
		Dijkzicht	19
		Nieuwe Werk	18
West	Delfshaven	Oud Mathenesse	26
		Spangen	23
		Nieuwe Westen	24
		Middelland	25
		Tussendijken	22
		Bospolder	21
		Delfshaven	20
		Schiemon	29

Tabel A1: Locaties betaald parkeren

Bijlage B: Keuze voorspellingsmethode

Buurt 10: Gemiddelde optimale n: 3,94

Gemiddelde optimale alfa: 0,13

Mov. Av.	N	Maandag			Dinsdag			Woensdag			Donderdag			Vrijdag			Zaterdag			Zondag		
		Ochtend	Middag	Avond	Ochtend	Middag	Avond	Ochtend	Middag	Avond	Ochtend	Middag	Avond	Ochtend	Middag	Avond	Ochtend	Middag	Avond	Ochtend	Middag	Avond
MAD	1	103,63	86,88	32,75	31,32	37,74	28,11	112,21	58,06	51,51	121,09	26,85	59,87	105,75	31,63	81,93	43,63	31,28	62,15	41,78	108,00	85,55
BIAS		31,38	-27,83	-7,90	-2,39	-5,34	9,03	3,21	3,20	1,17	-3,47	1,15	-7,22	9,38	-5,13	6,28	0,88	-0,28	5,15	4,34	27,15	1,50
MAD	2	84,57	61,66	25,27	20,00	25,25	29,72	104,79	35,90	42,43	144,02	31,16	52,23	101,73	34,50	80,03	46,84	28,54	39,77	26,23	112,09	60,56
BIAS		1,54	-5,29	-3,70	-9,46	-15,52	-0,18	1,96	0,07	-0,67	0,27	1,44	0,89	9,52	-6,79	4,46	2,20	1,14	-7,80	-8,59	24,66	20,61
MAD	3	90,85	33,80	14,97	27,78	33,21	33,67	115,72	48,44	45,73	137,76	26,82	48,41	113,51	30,94	81,33	54,58	27,26	42,93	25,22	85,69	42,90
BIAS		-11,74	6,09	1,12	-11,22	-17,88	-10,44	-2,38	3,69	-1,47	-20,57	1,96	2,30	6,54	2,39	-3,16	4,61	1,86	-8,42	-13,89	6,20	17,59
MAD	4	87,96	45,94	16,00	24,78	34,71	27,24	116,52	39,86	36,79	140,63	24,60	43,62	124,89	31,69	85,94	66,08	30,65	49,14	25,93	89,54	55,72
BIAS		-30,31	-1,84	-4,62	-24,78	-31,11	-21,56	-28,17	-9,81	-20,56	-45,53	2,50	-7,68	2,26	6,87	-14,06	5,43	4,05	-22,90	-22,15	-6,26	17,44
MAD	5	94,79	47,68	16,09	23,57	43,27	21,48	47,37	32,84	36,04	160,99	26,08	54,55	65,04	29,33	36,98	44,25	24,55	36,74	18,20	113,54	49,71
BIAS		-40,81	6,00	-2,81	-23,57	-36,89	-19,83	47,37	10,17	-7,93	-74,19	-4,44	-17,63	63,94	12,79	29,04	30,80	14,55	-13,82	-18,10	-4,42	31,01
Exp. Sm.	alfa																					
MAD	0,1	157,12	164,97	49,76	24,87	27,46	44,98	65,81	33,38	40,43	84,54	27,22	67,33	82,06	28,42	55,16	38,13	39,11	39,89	40,97	109,90	61,84
BIAS		126,54	-164,97	-49,76	15,75	-8,66	44,98	-18,11	12,89	32,61	-73,16	-17,79	-67,33	10,63	-13,02	-7,28	-17,34	-32,50	6,43	29,57	68,61	-36,16
MAD	0,2	132,56	128,30	36,46	25,46	27,56	37,01	69,55	34,32	39,79	92,91	25,90	54,10	84,38	26,81	58,32	38,50	33,89	41,83	37,89	100,46	57,54
BIAS		88,74	-118,04	-35,97	9,40	-9,77	32,29	-12,70	9,61	23,09	-55,62	-12,30	-48,11	11,41	-9,33	-3,77	-10,34	-22,22	3,26	19,00	50,91	-22,72
MAD	0,3	115,26	107,17	30,77	25,58	27,39	38,03	75,72	35,64	41,91	101,53	25,27	49,66	87,91	27,34	60,95	38,89	31,43	43,51	36,22	93,87	57,55
BIAS		64,99	-87,19	-26,78	5,18	-10,19	23,85	-8,19	7,32	16,30	-41,97	-8,43	-35,07	12,42	-7,24	-0,68	-5,44	-15,27	2,07	12,64	39,44	-14,51
MAD	0,4	106,79	92,06	29,89	25,83	27,10	38,10	80,83	37,29	43,29	108,85	25,95	49,37	90,58	27,86	64,26	38,23	30,48	44,45	35,40	92,71	60,62
BIAS		50,36	-66,84	-20,59	2,41	-10,12	18,36	-4,57	5,74	11,49	-31,21	-5,65	-26,14	13,14	-6,16	1,79	-2,20	-10,56	1,93	8,89	32,32	-9,41
MAD	0,5	103,58	85,18	29,37	25,38	26,78	37,22	84,94	39,28	44,34	114,62	26,50	52,08	92,28	28,21	67,55	39,53	30,47	45,01	35,08	94,15	65,13
BIAS		41,51	-53,28	-16,38	0,62	-9,71	14,84	-1,81	4,67	8,10	-22,70	-3,61	-19,95	13,38	-5,68	3,60	-0,19	-7,34	2,30	6,71	28,17	-6,09
MAD	0,6	103,87	83,87	29,08	25,20	27,03	35,62	88,11	42,06	45,33	118,86	26,93	53,60	93,07	28,33	69,98	39,95	30,41	47,35	35,06	96,31	69,50
BIAS		36,30	-44,07	-13,44	-0,53	-9,07	12,59	0,18	3,95	5,70	-16,00	-2,07	-15,59	13,12	-5,51	4,82	0,91	-5,07	2,87	5,46	26,03	-3,78
MAD	0,7	103,02	83,56	29,15	25,93	29,38	33,55	90,45	45,24	46,47	121,57	27,23	54,15	93,13	29,38	71,70	40,33	30,37	50,19	35,22	99,27	73,56
BIAS		33,37	-37,70	-11,34	-1,28	-8,28	11,14	1,51	3,49	3,98	-10,87	-0,90	-12,47	12,47	-5,46	5,57	1,37	-3,43	3,48	4,77	25,22	-2,03
MAD	0,8	101,74	84,24	30,02	27,37	31,91	31,26	96,18	48,90	47,84	122,75	27,34	54,08	92,67	30,28	72,89	41,83	30,38	53,57	36,46	102,08	77,16
BIAS		31,87	-33,23	-9,82	-1,79	-7,37	10,18	2,33	3,22	2,73	-7,14	0,00	-10,21	11,55	-5,43	5,99	1,42	-2,17	4,07	4,42	25,31	-0,63
MAD	0,9	100,51	85,58	31,30	29,16	34,68	29,51	103,47	53,13	49,52	122,43	27,22	55,98	97,58	31,01	76,87	42,88	30,43	57,54	39,04	104,72	80,91
BIAS		31,30	-30,05	-8,71	-2,14	-6,39	9,52	2,83	3,13	1,82	-4,70	0,67	-8,53	10,49	-5,33	6,20	1,22	-1,15	4,62	4,30	26,01	0,54
Optimaal:		n=2	n=3	n=3	n=2	n=2	n=5	n=5	n=5	n=5	alfa=0,1	n=4	n=4	n=5	alfa=0,2	n=5	alfa=0,1	n=5	n=5	n=5	n=3	n=3

Buurt 26: Gemiddelde optimale n: 3,50

Gemiddelde optimale alfa: 0,20

		Maandag			Dinsdag			Woensdag			Donderdag			Vrijdag			Zaterdag			Zondag		
Mov. Av.	N	Ochtend	Middag	Avond	Ochtend	Middag	Avond	Ochtend	Middag	Avond	Ochtend	Middag	Avond	Ochtend	Middag	Avond	Ochtend	Middag	Avond	Ochtend	Middag	Avond
MAD	1	7,56	5,98	1,38	3,82	2,20	1,43	6,86	5,26	2,14	6,28	4,87	3,25	10,47	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	3,00	6,65
BIAS		2,56	2,03	0,13	0,32	-0,31	-0,57	0,71	0,23	-0,14	-0,09	-0,57	0,25	0,22	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,50
MAD	2	6,21	5,50	1,50	2,98	1,90	1,42	7,10	6,07	1,83	6,70	5,19	3,57	6,25	3,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	2,03	4,24
BIAS		1,21	0,76	0,21	-0,27	-0,47	-0,42	0,98	0,20	0,00	-0,59	-0,79	0,29	0,04	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,04	-0,49	-0,81
MAD	3	7,35	5,54	1,50	2,82	1,39	1,33	8,68	6,29	2,00	5,47	4,46	3,67	8,76	5,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	2,46	5,00
BIAS		1,46	-0,06	0,39	-0,45	-0,19	0,00	1,38	-1,31	-0,67	-1,00	-1,03	0,33	-0,21	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,06	-0,52	-0,73
MAD	4	7,09	5,77	1,55	2,36	1,76	1,19	9,03	6,55	2,38	5,26	3,69	1,75	7,78	3,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	2,28	4,77
BIAS		0,61	-1,11	0,55	-1,42	-0,79	0,19	0,22	-2,65	-1,00	-2,64	-3,11	-1,75	-2,70	-0,92	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,10	-0,64	-0,53
MAD	5	7,21	6,59	1,55	1,33	1,45	1,13	5,58	3,40	2,13	6,28	4,53	2,00	5,11	2,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	2,25	4,64
BIAS		-0,14	-1,73	0,55	0,33	-0,09	0,07	5,58	0,12	-0,80	-3,93	-4,53	-2,00	-0,61	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,05	-0,09	0,80
Exp. Sm.	alfa																					
MAD	0,1	11,18	9,17	1,14	3,52	2,69	1,92	5,48	4,07	2,30	4,33	4,15	2,70	6,23	3,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	2,51	5,17
BIAS		9,48	7,80	1,14	2,26	-2,69	-1,91	0,79	-0,92	-2,07	-3,25	-2,45	2,63	1,41	2,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	1,80	4,01
MAD	0,2	9,70	7,80	1,14	3,21	2,27	1,65	5,72	4,23	2,18	4,28	3,89	2,46	6,40	3,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	2,50	4,93
BIAS		6,95	5,57	0,87	1,62	-2,04	-1,45	0,86	-0,73	-1,58	-2,55	-2,07	1,79	0,96	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	1,19	2,76
MAD	0,3	8,63	7,31	1,16	3,14	1,99	1,45	5,93	4,33	2,09	4,30	3,65	2,51	6,49	3,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	2,44	4,80
BIAS		5,29	4,15	0,66	1,19	-1,56	-1,14	0,93	-0,52	-1,21	-1,98	-1,76	1,23	0,74	1,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,80	1,94
MAD	0,4	7,86	6,87	1,21	3,10	1,87	1,47	6,10	4,49	2,02	4,70	3,61	2,77	6,65	4,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	2,37	4,62
BIAS		4,21	3,26	0,50	0,91	-1,20	-0,94	0,98	-0,31	-0,92	-1,51	-1,49	0,87	0,63	0,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,55	1,40
MAD	0,5	7,42	6,50	1,26	3,13	1,80	1,46	6,23	4,54	1,97	5,07	3,84	2,93	7,02	4,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	2,28	4,54
BIAS		3,51	2,72	0,38	0,73	-0,93	-0,80	1,01	-0,13	-0,70	-1,12	-1,26	0,63	0,57	0,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,39	1,05
MAD	0,6	7,18	6,22	1,30	3,17	1,81	1,42	6,30	4,60	1,98	5,39	4,14	3,01	7,55	4,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	2,23	4,85
BIAS		3,08	2,39	0,29	0,60	-0,74	-0,71	1,00	0,01	-0,53	-0,81	-1,06	0,48	0,53	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,28	0,81
MAD	0,7	7,00	6,15	1,32	3,24	1,91	1,42	6,36	4,87	2,03	5,68	4,40	3,08	8,14	4,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	2,34	5,28
BIAS		2,81	2,19	0,22	0,50	-0,59	-0,65	0,96	0,12	-0,40	-0,55	-0,89	0,39	0,48	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,22	0,66
MAD	0,8	7,06	6,08	1,34	3,33	2,01	1,44	6,42	5,06	2,08	5,93	4,61	3,17	8,81	5,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	2,54	5,72
BIAS		2,66	2,09	0,18	0,43	-0,47	-0,61	0,89	0,18	-0,29	-0,35	-0,75	0,32	0,41	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,57
MAD	0,9	7,30	6,02	1,36	3,52	2,10	1,44	6,66	5,19	2,11	6,13	4,77	3,23	9,58	5,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	2,76	6,18
BIAS		2,58	2,04	0,14	0,37	-0,38	-0,59	0,80	0,22	-0,21	-0,20	-0,65	0,28	0,32	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,52
Optimaal:	n=2	n=2	alfa=0,2	n=5	n=3	n=5	alfa=0,1	n=5	n=2	alfa=0,2	alfa=0,4	n=5	n=5	n=5	*	*	*	*	alfa=0,1	n=2	n=2	

Buurt 81:

Gemiddelde optimale n: 4,33

Gemiddelde optimale alfa: 0,16

		Maandag			Dinsdag			Woensdag			Donderdag			Vrijdag			Zaterdag			Zondag		
Mov. Av.	N	Ochtend	Middag	Avond	Ochtend	Middag	Avond	Ochtend	Middag	Avond	Ochtend	Middag	Avond	Ochtend	Middag	Avond	Ochtend	Middag	Avond	Ochtend	Middag	Avond
MAD	1	14,13	8,00	14,55	5,57	2,26	5,34	10,25	8,23	15,29	8,94	7,98	11,83	9,69	11,20	8,80	8,81	4,73	0,00	0,25	9,22	25,78
BIAS		2,88	0,30	-4,75	0,64	0,37	0,31	-0,18	-0,57	-0,14	-0,63	-0,88	0,27	0,56	-0,70	0,70	1,31	-1,23	0,00	0,00	1,23	3,58
MAD	2	9,29	7,96	9,86	2,67	2,18	4,28	8,98	7,50	11,48	10,05	9,40	10,71	9,25	9,54	7,44	7,79	6,36	0,00	0,25	7,86	22,40
BIAS		-1,50	-2,07	-0,11	-0,79	0,12	-0,35	-0,10	-0,20	-1,28	-1,59	-1,60	0,31	0,57	-1,14	-0,21	1,32	-2,30	0,00	0,00	-1,00	-0,66
MAD	3	10,19	9,30	8,57	2,93	1,48	4,44	8,00	7,63	11,99	8,49	7,28	10,13	10,63	8,39	7,74	7,21	6,71	0,00	0,29	5,36	11,22
BIAS		-2,81	-4,01	1,37	-0,47	-0,47	0,20	0,43	-1,01	-2,65	-3,18	-1,81	0,73	0,63	0,90	-0,79	0,32	-2,24	0,00	-0,04	-2,80	-6,98
MAD	4	9,28	10,26	6,49	2,30	1,18	2,45	7,58	6,84	13,29	8,45	6,49	11,12	9,89	10,42	8,65	7,16	4,86	0,00	0,24	6,42	15,51
BIAS		-6,10	-7,16	2,15	-2,11	-0,38	-2,45	-2,86	-3,96	-5,24	-4,58	-1,79	1,00	-1,86	0,76	-2,35	-0,41	-0,92	0,00	-0,16	-2,48	-5,61
MAD	5	10,93	10,43	9,85	1,53	1,00	1,56	4,07	3,00	14,11	10,81	8,25	12,60	5,19	5,47	7,41	4,04	3,64	0,00	0,31	8,32	19,08
BIAS		-8,33	-10,43	1,47	-1,53	-0,07	-1,56	1,97	0,36	-6,19	-6,99	-3,59	0,82	2,21	5,47	-0,79	3,34	-0,02	0,00	-0,19	-2,96	-7,58
Exp. Sm.	alfa																					
MAD	0,1	20,61	11,10	23,49	4,25	2,64	3,02	6,05	5,39	8,80	7,56	6,91	7,56	6,70	8,13	5,87	9,06	4,96	0,00	0,24	11,63	28,39
BIAS		17,21	6,28	-23,49	4,25	2,64	2,09	1,12	-2,51	-0,06	-7,32	-6,66	4,33	-0,24	-7,25	-1,09	6,05	-3,47	0,00	0,14	9,66	23,48
MAD	0,2	17,01	9,92	18,98	3,61	2,02	3,27	6,35	5,38	9,03	7,04	6,39	8,12	7,02	7,57	6,14	8,25	4,98	0,00	0,24	9,88	23,71
BIAS		11,67	3,63	-16,74	3,03	1,95	1,46	0,80	-1,98	-0,37	-5,74	-5,04	3,19	-0,01	-4,98	-0,87	4,56	-2,79	0,00	0,08	6,51	15,97
MAD	0,3	14,96	9,69	15,80	3,58	1,89	3,59	6,76	5,40	9,54	6,66	6,80	8,57	7,23	7,64	6,41	7,85	5,06	0,00	0,24	8,66	20,68
BIAS		8,16	1,99	-12,41	2,22	1,47	1,03	0,59	-1,56	-0,43	-4,49	-3,85	2,36	0,20	-3,47	-0,63	3,60	-2,31	0,00	0,05	4,48	11,13
MAD	0,4	13,82	9,23	14,30	3,89	2,04	3,87	7,21	5,45	10,12	7,24	7,12	8,94	7,31	7,96	6,69	7,65	5,15	0,00	0,24	7,84	20,94
BIAS		5,96	1,02	-9,65	1,69	1,15	0,76	0,44	-1,22	-0,35	-3,49	-2,96	1,74	0,36	-2,48	-0,39	2,97	-1,98	0,00	0,03	3,18	8,06
MAD	0,5	12,86	8,75	13,85	4,16	2,14	4,09	7,71	5,96	10,76	7,72	7,37	9,29	7,26	8,53	6,98	7,54	5,20	0,00	0,24	7,94	21,68
BIAS		4,61	0,49	-7,87	1,34	0,92	0,59	0,33	-0,96	-0,23	-2,69	-2,30	1,28	0,47	-1,84	-0,17	2,52	-1,76	0,00	0,01	2,36	6,13
MAD	0,6	12,49	8,55	13,40	4,42	2,20	4,31	8,23	6,47	11,47	8,13	7,58	9,70	7,53	9,07	7,29	7,45	5,19	0,00	0,24	8,22	22,50
BIAS		3,80	0,22	-6,69	1,11	0,76	0,48	0,23	-0,78	-0,10	-2,05	-1,81	0,92	0,54	-1,43	0,04	2,19	-1,60	0,00	0,01	1,84	4,94
MAD	0,7	12,44	8,31	12,99	4,68	2,25	4,57	8,76	6,98	12,27	8,46	7,74	10,22	7,93	9,61	7,63	7,62	5,11	0,00	0,24	8,52	23,38
BIAS		3,32	0,13	-5,91	0,94	0,63	0,42	0,14	-0,66	-0,02	-1,54	-1,44	0,65	0,57	-1,16	0,23	1,92	-1,49	0,00	0,00	1,53	4,22
MAD	0,8	12,64	8,06	12,99	4,96	2,29	4,80	9,29	7,46	13,17	8,71	7,85	10,72	8,53	10,14	8,00	7,88	4,96	0,00	0,24	8,80	24,26
BIAS		3,05	0,13	-5,37	0,82	0,53	0,37	0,03	-0,59	0,01	-1,14	-1,17	0,46	0,57	-0,97	0,40	1,69	-1,40	0,00	0,00	1,34	3,82
MAD	0,9	13,36	8,03	13,70	5,25	2,29	5,00	9,79	7,88	14,18	8,87	7,88	11,21	9,12	10,68	8,39	8,22	4,79	0,00	0,24	9,05	25,09
BIAS		2,92	0,20	-5,00	0,73	0,45	0,34	-0,07	-0,57	-0,03	-0,83	-0,99	0,33	0,57	-0,82	0,56	1,49	-1,31	0,00	0,00	1,25	3,63
Optimaal:	n=4	n=2	n=4	n=5	n=5	n=5	n=5	n=5	alfa=0,1	alfa=0,3	alfa=0,2	alfa=0,1	n=5	n=5	alfa=0,1	n=5	n=5	*	n=4	n=3	n=3	

* Geen voorspelling kunnen doen, in verband met geen of onvoldoende verkochte tickets in de aangegeven periode

Bijlage C: Methode bepaling betrouwbaarheid

Omdat we vooral geïnteresseerd zijn in welke volgorde we de subbuurten moeten controleren, heeft het geen zin om een standaard gevoeligheidsanalyse uit te voeren. Hierbij zouden we een parameter, bijvoorbeeld de bezettingsgraad, in alle subbuurten met hetzelfde percentage veranderen. Het resultaat hiervan is dat de waarden van θ wel veranderen, maar de rangorde van de subbuurten zal in vrijwel alle gevallen gelijk blijven. Omdat we toch graag het effect van een fout in de parameters willen onderzoeken, hebben we een andere methode gebruikt. Hierbij gaan we uit van een vooraf ingegeven maximale absolute fout. Zoals we al aangaven heeft het geen zin in alle subbuurten dezelfde fout toe te wijzen, omdat er dan geen verschil in rangorde kan ontstaan. Om dit te voorkomen laten we Excel per simulatie en per subbuurt een random fout bepalen. Gebruiken we bijvoorbeeld een maximale absolute fout van 10 %, dan ligt de random fout die Excel berekend tussen de -10% en +10%. Dit betekent weer dat de parameter die we onderzoeken *maximaal* 10 % onder of boven de werkelijke waarde ligt.

We illustreren de methode in een voorbeeld met drie fictieve subbuurten. De werkelijke gegevens bij deze subbuurten staan gegeven in tabel C1 (op basis van een telling).

Sub buurt	Parkeer-Capaciteit (P_c)	Bezettings-Graad (λ)	Ticketverkoppen		Gebruikte vergunningen (C)	Gebruikte vrijstellingen (D)
			Automaat (A)	Mobiele telefoon (B)		
1	400	0,76	173	27	11	9
2	200	0,54	60	33	3	0
3	250	0,88	34	56	70	6

Tabel C1: Werkelijke gegevens subbuurten

Met de gegevens in tabel C1 kunnen we per subbuurt bepalen hoeveel wanbetalers (E) er werkelijk staan en wat de werkelijke waarde van θ is. De controlecapaciteit van stadswachten (i.e. μ) stellen we gelijk aan 100 auto's per dagdeel. Het uitrekenen doen we met formules C.1 en C.2.

$$E = (P_c * \lambda) - (A + B) - (C + D) \quad (C.1)$$

$$\theta = \frac{E}{\frac{A + B + C + D + E}{\mu}} = \mu * \frac{E}{A + B + C + D + E} \quad (C.2)$$

De gegevens uit tabel C1 invullen, levert per subbuurt het werkelijke aantal wanbetalers en de waarde van het potentieel uit te schrijven naheffingen per tijdseenheid (i.e. θ) op. Het resultaat hiervan staat in tabel C2.

Subbuurt	Werkelijk aantal wanbetalers	θ
1	84	27,63
2	12	11,11
3	54	24,55

Tabel C2: Uitkomsten formules C.1 en C.2

We onderzoeken in dit voorbeeld de betrouwbaarheid van de parameter ‘bezettingsgraad’, bij een maximale absolute fout van 10 %. Dit betekent dat we alle parameters gelijk houden aan de werkelijke waarden zoals gepresenteerd in tabel C1, behalve de bezettingsgraad. Aan de bezettingsgraad laten we Excel per simulatie en per subbuurt een random fout toekennen. Hierdoor kan er per simulatie een verschillende rangorde van subbuurten ontstaan. De bezettingsgraad met fout is simpelweg de werkelijke bezettingsgraad vermenigvuldigd met $(1 + \text{random fout})$. De aangepaste θ wordt vervolgens bepaald door de bezettingsgraad met fout gecombineerd met de overige werkelijke gegevens uit tabel C1 in te vullen in formule C.2. De resultaten voor dit voorbeeld staan in tabel C3.

		Simulatie 1	Simulatie 2	Simulatie 3	Simulatie 4	Simulatie 5
Subbuurt 1	Random fout	0,090	-0,088	0,093	0,092	-0,039
	Bezettingsgraad met fout	0,8284	0,6931	0,8307	0,8299	0,7304
	Aangepaste θ	33,61	20,65	33,79	33,73	24,69
Subbuurt 2	Random fout	-0,002	-0,056	-0,083	0,051	0,074
	Bezettingsgraad met fout	0,5389	0,5098	0,4952	0,5675	0,5800
	Aangepaste θ	10,93	5,84	3,07	15,42	17,24
Subbuurt 3	Random fout	-0,001	-0,011	0,001	-0,077	0,040
	Bezettingsgraad met fout	0,8791	0,8703	0,8809	0,8122	0,9152
	Aangepaste θ	24,47	23,71	24,62	18,25	27,45

Tabel C3: Analyse betrouwbaarheid

Uit de werkelijke gegevens in tabel C2 blijkt dat de optimale rangorde voor inzetten als volgt is: subbuurt 1, subbuurt 3, subbuurt 2. Nu kijken we bijvoorbeeld hoe vaak in bovenstaande vijf simulaties subbuurt 1 ook daadwerkelijk de hoogste waarde van θ had. Dit blijkt in 3 van de 5 gevallen het geval, dus 60 %. Wanneer we kijken hoe vaak subbuurt 1 bij de hoogste twee θ 's valt, blijkt dat dit in alle gevallen zo is, 100 % dus.

Op bovenstaande wijze hebben we voor de bezettingsgraad, de verkochte tickets bij automaat en via mobiel parkeren en de gebruikte vergunningen en vrijstellingen de betrouwbaarheidsanalyse uitgevoerd. In ons geval hebben we echter acht subbuurten gebruikt en honderd simulaties. Wanneer dit experiment nagedaan wordt, moet rekening gehouden worden met het random toewijzen van een fout. Hierdoor zal een herhalingsexperiment niet exact dezelfde uitkomsten geven. Hoe meer simulaties er echter gedaan worden, hoe minder de resultaten zullen afwijken bij een nieuw herhalingsexperiment.

Bijlage D: Planningsmodel

In deze bijlage staat het lineair programmeringsmodel beschreven waarmee stadswachten kunnen worden ingezet. De basis hiervoor is de in het rapport besproken methode om per subbuurt te bepalen hoe interessant het is er stadswachten in te zetten.

Beslissingsvariabelen

Het model dient te bepalen in welke subbuurt op welke dag en dagdeel er stadswachten worden ingezet. Daarbij moeten stadswachten altijd in teams van ten minste twee personen werken, uit veiligheidsoogpunt. Dit levert de volgende beslissingsvariabele op:

x_{ijk} = het aantal tweetallen stadswachten dat op dag i en dagdeel j in subbuurt k wordt ingezet

Parameters

Het model is bij het maken van een optimale inzet afhankelijk van een aantal parameters. Deze zijn hieronder weergegeven:

θ_{ijk} = aantal naheffingen dat potentieel geschreven kan worden op dag i en dagdeel j in subbuurt k

t_{ijk} = maximaal aantal in te zetten tweetallen per dag i en dagdeel j in subbuurt k

q_k = minimum aantal in te zetten tweetallen per week in subbuurt k

c = het aantal dagdelen per week dat beschikbaar is voor inzet (staat gelijk aan het aantal beschikbare tweetallen vermenigvuldigd met het gemiddeld aantal dagdelen dat zij werken)

m_n = het aantal subbuurten waaruit cluster n bestaat.

De waarde van θ_{ijk} kan bepaald worden op de methode die is besproken in de hoofdstukken 4 en 5. De waarden van t_{ijk} en q_k kunnen door de planner worden bepaald. Dit dient niet iedere week te gebeuren, aangezien de gekozen waarden voor een langere periode geldig zijn. De waarde van c kan worden bepaald door voorafgaand aan de te plannen week te inventariseren hoeveel tweetallen van stadswachten er aanwezig zijn en in hoeveel dagdelen zij zijn in te zetten. Als er in een bepaalde week 4 tweetallen beschikbaar zijn, die gemiddeld 1,5 dagdelen werken, wordt de waarde van c gelijk aan $4 * 1,5 = 6$. De waarde van m_n is te achterhalen op basis van de gegevens van de afdeling Landmeten van de gemeente Rotterdam. Aangezien Rotterdam is verdeeld in vier clusters, loopt de waarde van n van 1 tot en met 4. De waarde van k loopt van 1 tot en met m_n .

Doelfunctie

Het doel van het model is het maximaliseren van het potentieel aantal uit te schrijven naheffingen, met het ten minste op peil houden van de huidige betalingsgraad. Het op peil houden van de huidige betalingsgraad wordt meegenomen in de restricties. Dit geeft de volgende doelfunctie:

$$MAX Z = \sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^{m_n} \theta_{ijk} * x_{ijk} \quad \forall n$$

Restricties

Er moet rekening gehouden worden met het totaal aantal tweetallen stadswachten dat per week beschikbaar is om in te zetten op toezicht en handhaving van het betaald parkeren. De totale inzet van stadswachten mag niet groter zijn dan de beschikbare capaciteit om in te zetten. Dit geeft de volgende restrictie:

$$\sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^{m_n} x_{ijk} \leq c \quad \forall n$$

Om de betalingsgraad op peil te houden in gebieden waar relatief veel betaald wordt, is een minimum inzet van stadswachten nodig per week. Dit geeft de volgende restrictie:

$$\sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^3 x_{ijk} \geq q_k \quad \forall k$$

Als laatste leggen we aan het model de restrictie op dat de waarden van x_{ijk} groter of gelijk aan nul dienen te zijn.

Bijlage E: Handleiding Premium Solver

In deze bijlage staat een handleiding hoe het in bijlage D beschreven wiskundige model met Premium Solver in Excel opgebouwd en opgelost kan worden. In Excel 2007 ziet deze toepassing er als volgt uit:



Doelfunctie

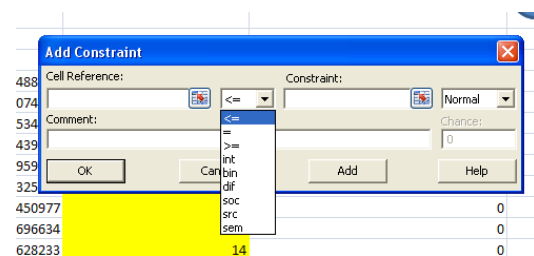
Het aanwijzen van een doelfunctie in Excel is eenvoudig. We kiezen een cel waarin de te optimaliseren variabele staat, in ons geval het maximaliseren van het aantal uit te schrijven naheffingen. Het toewijzen gebeurt door op de te maximaliseren cel te gaan staan, daarna op 'Objective' te klikken en vervolgens te kiezen voor 'Max'.

Beslissingsvariabelen

Beslissingsvariabelen zijn variabelen die door de computer worden gewijzigd om de doelfunctie te maximaliseren. In ons geval zijn het de aantallen in te zetten stadswachten per subbuurt, dag en dagdeel. Je markeert een cel als beslissingsvariabele door op 'Decision' te klikken en vervolgens op 'Normal'.

Restricties

Toevoegen van restricties is het makkelijkst door kolommen met elkaar te koppelen. Hiermee bedoelen we dat de waarden in de ene kolom ('Cell Reference') bijvoorbeeld groter of gelijk moet zijn aan een andere kolom met waarden ('Constraint'). Het toevoegen van dit soort beperkingen doe je door op 'Constraints' te klikken, vervolgens op 'Constraint' en daarna op het juiste soort teken. Het teken of de soort restrictie kan gewijzigd worden in het dropdown menu zoals in onderstaande figuur weergegeven.



Optimaliseren

Het model wordt gedraaid door op 'Optimize' te klikken. Vervolgens rekent de computer de optimale waarden voor de beslissingsvariabelen uit.

Bijlage F: Salarisschalen gemeente

In onderstaande tabel staan de salarisschalen die gelden voor gemeenteambtenaren per maand (InOverheid, 2010). Daarbij staat in de kolom 'Functie(s)' aangegeven in welke schaal we de verantwoordelijken voor uitvoering van de actieplannen indelen. Bij bepaling van het uurloon gaan we ervan uit dat het gemiddelde bruto loon geldt voor een maand van 4 weken en dat per week 36 uur gewerkt wordt. Er wordt dus 144 uur per maand gewerkt, waardoor het uurloon bepaald wordt door het gemiddelde bruto loon te delen door 144.

Salarisschaal	Gemiddeld bruto loon	Bruto uurloon	Functie(s)
1	€ 1.542	€ 10,71	
2	€ 1.647	€ 11,44	
3	€ 1.752	€ 12,17	
4	€ 1.832	€ 12,72	
5	€ 1.913	€ 13,28	Stadswacht
6	€ 2.023	€ 14,05	
7	€ 2.241	€ 15,56	
8	€ 2.553	€ 17,73	Medewerker parkeervoorzieningen, planner
9	€ 2.865	€ 19,90	Teamleider, ICT medewerker
10	€ 3.149	€ 21,87	
10a	€ 3.423	€ 23,77	
11	€ 3.690	€ 25,63	
11a	€ 3.994	€ 27,74	
12	€ 4.298	€ 29,85	
13	€ 4.723	€ 32,80	
14	€ 5.119	€ 35,55	
15	€ 5.575	€ 38,72	
16	€ 6.061	€ 42,09	
17	€ 6.682	€ 46,40	Directie
18	€ 7.372	€ 51,19	

Rekenvoorbeeld

Stel dat het benodigde aantal uren gesteld is op 120 en dat parkeervoorzieningen en ICT verantwoordelijk voor uitvoering zijn (zoals het mogelijk maken dat betalingen via de mobiele telefoon eens per week worden uitgelezen). We gaan er van uit dat alle verantwoordelijken een evenredig deel van de benodigde uren bezig zijn met het uitvoeren van de actie, om de berekening eenvoudig te houden. Het gemiddelde uurloon wordt dan als volgt bepaald:

$$(17,73 + 19,90) / 2 = € 18,81$$

We zullen dus als gemiddeld uurloon voor deze actie € 18,81 aanhouden.