



100.000 extra hulpverleners

HET WOESTE DOEL VAN BRANDWEER AMSTERDAM-AMSTELLAND

‘Iedereen kent de brandweer. Hoogste tijd dat de brandweer ook iedereen leert kennen!’ Okay, dat is misschien wat overdreven, maar wellicht dat een gedach- tenspinsel als dit heeft bijgedragen aan het bedenken van het volgende Woeste Doel: de hoofdstedelijke brandweer hoopt in 2030 zo’n 100.000 extra hulpver- leners te hebben om in te zetten gedurende de eerste cruciale minuten van een incident. Terwijl de brandweer zich nog beraadt over wat ze dit nieuw type hulp- verleners laat uitvoeren, rekenen wij alvast aan vragen als ‘heb je er eigenlijk wel echt 100.000 nodig?’, ‘wat levert het op in termen van tijdswinst voordat hulp ter plaatse is?’ en ‘waar moet je die dan positioneren/werven?’

GUIDO LEGEMAATE, DAAN SCHÖNBERGER, CHRISTIAAN SMIT & ROB VAN DER MEI

Brandweer Amsterdam-Amstelland, opgericht in 1874, is het oudste beroepsbrandweerkorps van Nederland. In de begintijd opereerde het vanuit 7 posten. Tegenwoordig verzorgt het, als onderdeel van veiligheidsregio Amster- dam-Amstelland, de brandweerzorg en crisisbestrijding voor de 7 gemeenten in deze regio. Vanaf momenteel 19 posten rukken zij, met een verscheidenheid aan personeel en materieel, uit naar een breed scala aan type incidenten. Het daadwerkelijk blussen van branden is er slechts één van, en niet eens het meest frequent voorkomende. In het noordelijk deel van de regio, voornamelijk stedelijk gebied, gebeurt dit met een flink aantal beroepsposten. Typerend voor deze posten is dat zij over het algemeen 24 uur per

dag bemenst zijn. Personeel werkt, oefent, studeert, slaapt en rukt uit vanaf deze post. In het zuidelijk deel van de regio zijn voornamelijk vrijwilligersposten te vinden. Deze parttime brandweermensen bewegen zich vrij door het verzorgingsgebied en reageren op alarmeringen vanaf de locatie waar zij zich op dat moment bevinden. Zij gaan niet direct naar het incident, maar maken een tussenstop bij hun post. Daar kleden ze zich om en, wanneer voldoende personeel is gearriveerd, rukken zij uit. Deze *pre-trip delay* bedraagt in de regel ongeveer 3 minuten. Voor beide orga- nisatievormen geldt dat zij zich aan dezelfde opleidingssei- sen en wettelijke normen dienen te houden. En ja, deze brandweervrijwilligers krijgen dus ook gewoon betaald.

Normen voor opkomsttijd

Tot op heden één van de belangrijkste normen waar de brandweer zich aan dient te houden is de opkomsttijd bij het incidenttype brand. Dit is de tijd tussen de brandmelding en het moment dat de brandweer ter plaatse is. Het behelst daarmee de tijd die het kost voor het aannemen van de melding op de meldkamer, de tijd die het kost voor de brandweer om uit te rukken (dus in het geval van vrijwilligers óók de rijtijd naar de post toe) én de rijtijd naar het incident. De wettelijke opkomsttijd bedraagt afhankelijk van bouw en gebruiksdoel van het object 5, 6, 8 of 10 minuten. Gemiddeld genomen is de opkomsttijd van de brandweer in Nederland zo'n 8 minuten (waarbij het noemenswaardig is dat posten met vrijwilligers zijn oververtegenwoordigd). Voor andere incidenttypen waar de brandweer met spoed op reageert geldt dat de opkomsttijden in verreweg de meeste gevallen vergelijkbaar zijn.

Woeste Doelen

De Amsterdamse brandweerorganisatie heeft in het beleidsplan 2021–2024 een aantal woeste doelen opgenomen. 'Woeste doelen zijn ons vergezicht. Ze inspireren en enthousiasmeren de ontwikkeling van onze organisatie.' Eén van die woeste doelen is het uiterlijk 2030 realiseren van een netwerk van 100.000 burgerhulpverleners. Het beleidsplan zegt hierover: '100.000 betrokken inwoners die zich inzetten voor veiligheid in onze regio. Niet omdat het hun werk is, maar omdat ze er willen zijn voor anderen. Bij kleine of grote incidenten en ter voorkoming van incidenten. Als elke seconde telt of met meer rust. Altijd samenwerkend met ons, de veiligheidsprofessionals.'

Burgerhulpverleners

De inzet van burgerhulpverleners is niet nieuw binnen de hulpverleningswereld. Met name binnen de medische sector zijn tal van voorbeelden te noemen van projecten die de verdeling, plaatsing en inzet van automatische externe defibrillatoren (AED) willen verbeteren, al dan niet aan de hand van optimalisatiemethoden (Chan et al., 2016). In Nederland zijn geen voorbeelden bekend van de inzet van burgerhulpverleners binnen de context van brandweezorg waarbij op grote schaal een beroep wordt gedaan op burgerhulpverleners. Vanuit het buitenland is dit soort voorbeelden er wel. Zo had *myResponder* – een *smart city initiative* in Singapore – al succes geboekt met het door middel van een app actief betrekken van getrainde burgers met AED bij reanimaties. Onlangs is dit uitgebreid met het ook betrekken van deze burgers bij branden en ongevallen om in de eerste cruciale minuten levens te kunnen redden (Hasija et al., 2020). Laat het ook voor de Nederlandse context duidelijk zijn: de brandweer kan uiteraard niet zijn wettelijke opkomsttijd verbeteren door de inzet van burgerhulpverleners, maar vanuit het perspectief van de hulpbehoevende burger kan de tijdige komst van welke hulp dan ook wel hét verschil maken.

Verdeling van burgerhulpverleners

Voor een waarheidsgetrouw model moet gekeken worden naar de verdeling van het aantal burgerhulpverleners over de veiligheidsregio. Uiteraard is de positie van een enkele hulpverlener lastig te voorspellen, maar de kans dat een persoon zich in regio bevindt kan wel worden geschat. Een voor de hand liggende manier om dit te doen is door dit gelijk te stellen aan de bevolkingsdichtheid van de regio. Met de aanname dat elke persoon een even grote kans heeft om burgerhulpverlener te zijn, kan geconcludeerd worden dat in elke regio de fractie van hulpverleners op de populatie gemiddeld hetzelfde is. Vervolgens kan de verdeling van de hulpverleners worden gemodelleerd als een *spatial Poisson point process*, waar de intensiteit in proportie is met de populatie van regio.

Een andere manier om hiernaar te kijken is door te optimaliseren over de verdeling. Dit betekent dat de verdeling zo gevormd wordt dat de kans dat een hulpverlener later aanwezig is dan de richttijd van de brandweer wordt geminimaliseerd. De brandweer heeft niet direct invloed op deze verdeling, maar het geeft wel een idee welke gebieden de meeste focus moeten krijgen bij het rekruteren van burgerhulpverleners. Het *greedy* algorit-

me dat hiervoor is gebruikt staat uitgebreid beschreven in het artikel door Van den Berg et al. (2021). *Greedy* leidt in dit geval tot een optimale oplossing, omdat de score-functie een som van convexe formules is. Dit algoritme voegt telkens een hulpverlener toe op de plek waar dit het meeste voordeel zou hebben in het verkleinen van de kans dat men later dan de richttijd bij een incident aankomt. Zowel de proportionele verdeling als de geoptimaliseerde verdeling worden gebruikt bij het berekenen van de resultaten. Op deze manier kan een reële schatting en een bovengrens worden berekend en kan ook de waarde van slim rekruteren worden gekwantificeerd.

Scenario's

In totaal zijn 8 verschillende scenario's opgesteld aan de hand waarvan een conclusie kan worden getrokken over het aantal hulpverleners dat daadwerkelijk nodig is voor een adequate dekkinggraad. De volgende parameters zijn hier van belang:

- n : het totaal aantal burgerhulpverleners in de veiligheidsregio.
- α : de fractie van personen dat op een willekeurig moment beschikbaar is en dus kan reageren op een incident. In de literatuur is dit meestal 0,05 of 0,1.
- v_i : de dichtheid van hulpverleners op locatie. Volgens de proportionele, of de optimale verdeling.

- w : de snelheid van een burgerhulpverlener in km/min.
- τ_i : de verwachte tijd tussen het ontvangen van een melding en het vertrek van een burgerhulpverlener in gebied.
- λ_i : de intensiteit van incidenten op locatie.

De in tabel 1 genoemde scenario's met bijbehorende parameters worden vervolgens als basis gebruikt voor de berekeningen. Belangrijk detail hierbij is dat de winst in opkomsttijd vergeleken met de brandweer wordt gerapporteerd. Als de burgerhulpverlener dus later arriveert dan de brandweer, dan zal dit verschil oedragen. De berekeningen worden gedaan gedaan met behulp van een, door een student in een eerder project uitgebreide en op maat gemaakte simulator én een eigen toepassing van de *Open Source Routing Machine* routeplanner voor het berekenen van de opkomsttijden (Luxen & Vetter, 2011).

Resultaten

Door de genoemde scenario's uit tabel 1 te simuleren krijgt elk scenario 2 resultaten. Eén voor de proportionele verdeling en een voor de optimale verdeling. Elk scenario levert een verbetering ten opzichte van de gemiddelde responstijd van de brandweer. Dat betekent zelfs dat wanneer er 10.000 burgerhulpverleners zouden deelnemen, de responstijd wordt verbeterd. Dit

SCENARIO / PARAMETERS	n	α	w	τ_i
1	100.000	0,1	0,1	3
2	50.000	0,1	0,1	3
3	10.000	0,1	0,1	3
4	100.000	0,05	0,1	3
5	100.000	0,01	0,1	3
6	100.000	0,1	0,2	3
7	100.000	0,1	0,1	4
8	100.000	0,1	0,1	2

Tabel 1. De 8 scenario's met bijbehorende parameters

met 1/10 van het originele Woeste Doel.

De resultaten van scenario 1 laten zien dat er gemiddeld 4 minuten gewonnen kunnen worden ten opzichte van de brandweer. Dit betekent dus een halvering van de responstijd. Figuur 1 laat zien hoe die winst in responstijd is opgebouwd voor de veiligheidsregio Amsterdam-Amstelland. Dit is gedaan met een optimale verdeling van de burgerhulpverleners.

Ook blijkt dat met 'slechts' 50.000 burgerhulpverleners uit scenario 2 er nog steeds een aanzienlijke tijdswinst wordt geboekt. De vertraging ten opzichte van het hiervoor genoemde scenario met 100.000 deelnemers betreft dan 34 seconden.

Een ander belangrijk resultaat was dat wanneer burgerhulpverleners op de fiets/scooter komen uit scenario 6. Dat zorgt ervoor dat variabele groter wordt. Dit geeft bij elk scenario nog eens een winst van ongeveer 50 seconden. Dit is aanzienlijk en aangezien het in Nederland best aannemelijk is dat een burgerhulpverlener met de fiets komt, mag dit resultaat niet verwaarloosd worden.

Ten slotte zorgt het optimalisatie algoritme voor een winst van ongeveer 30 seconden ten opzichte van een proportionele verdeling van de burgerhulpverleners. Dus op de juiste locatie rekruteren zal zeker in het voordeel werken voor de brandweer, of beter gezegd: de hulpbehoevende burger zelf.



Figuur 1. Winst in responstijd bij een optimale verdeling van burgerhulpverleners

LITERATUUR

- Chan, T. C. Y., Demirtas, D., & Kwon, R. H. (2016). Optimizing the Deployment of Public Access Defibrillators. *Management science, INFORMS*, 12, 3617–3635.
- Hasija, S., Shen, Z.-J. M., & Teo, C.-P. (2020). Smart city operations: Modeling challenges and opportunities. *Manufacturing & Service Operations Management, INFORMS*, 22, 203–213
- Luxen, D., & Vetter, C. (2011). Real-time routing with OpenStreetMap data. *Proceedings of the 19th ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems, ACM*, 513–516
- van den Berg, P. L., Henderson, S. G., Jagtenberg, C. J., & Li, H. (2021). *Modeling Emergency Medical Service Volunteer Response*. Geraadpleegd op <<https://ssrn.com/abstract=3825060>>.

GUIDO LEGEMAATE is onderzoeker en coördinator van de afdeling informatiemanagement bij brandweer Amsterdam-Amstelland. Hij werkt inmiddels geruime tijd samen met Rob van der Mei op vraagstukken waarbij operationele brandweerprocessen worden verbeterd door het toepassen van inzichten vanuit de wetenschap. Samen met studenten en promovendi zijn de afgelopen jaren verschillende optimalisaties en algoritmen ontwikkeld die in de dagelijkse praktijk worden gebruikt. E-mail: g.legemaate@brandweeraa.nl

DAAN SCHÖNBERGER deed in 2021 zijn afstudeerstage vanuit de masteropleiding Business Analytics (VU) bij brandweer Amsterdam-Amstelland en voerde het in dit artikel beschreven onderzoek uit. Daarnaast heeft hij veel werk verzet in het verbeteren van de gebruikte simulator. Daan heeft zijn studie succesvol afgerond en werkt nu bij een grote bank. E-mail: daanschonberger@hotmail.com

CHRISTIAAN SMIT werkt op dit moment als deel van een afstudeerstage samen met brandweer Amsterdam-Amstelland aan een vervolgstudie van het hier beschreven onderwerp van burgerhulpverlening. Dit vervolgonderzoek zal zich vooral richten op het optimaal verdelen van hulpmiddelen voor burgerhulpverlening over de stad. Hij zit in het laatste jaar van de mastersopleiding Business Analytics (VU) en is vooral geïnteresseerd in optimalisatie-vraagstukken zoals vehicle routing. E-mail: cj.smit@hotmail.nl

ROB VAN DER MEI is als hoogleraar Toegepaste Wiskunde en Manager Research and Strategy verbonden aan het Centrum Wiskunde & Informatica en de Vrije Universiteit Amsterdam. Hij richt zich met name op het modelleren en optimaliseren van logistieke processen in de praktijk, en slaat daarmee een belangrijke brug tussen theorie en toepassing. In 2021 ontving hij voor zijn werk samen met collega Sandjai Bhulai de prestigieuze Huibregtsenprijs. De laatste jaren is hij vooral werkzaam op het gebied van ambulance- en brandweerplanning, het reduceren van wachtlijsten in de ouderenzorg, en het optimaliseren van personenmobiliteit en vrachtlogistiek. E-mail: mei@cw.nl



Nieuwe vrienden

Rein Nobel, mijn gewaardeerde en naaste collega op het gebied van kansrekening en operations research in de tijd dat ik nog aan de universiteit werkzaam was, stuurde mij onlangs een nogal absurdistische opgave over kansrekening. Een opgave die volledig past in het kader van de tentamenopgaven waarmee hij befaamd en berucht was onder de studenten: creatieve opgaven - soms humoristisch maar bij nadere lezing meestal met een serieuze ondertoon - die vaak direct aansloten bij de dagelijkse realiteit en waarin ook nog wel eens instituties en personen op de hak genomen werden. De opgave die hij mij onlangs stuurde luidt als volgt:

De eerste fusiebesprekingen tussen de Noord-Koreaanse en Zuid-Koreaanse voetbalbonden vinden plaats in Jeruzalem. De Israëliëse premier Naftali Bennett, die als groot liefhebber van het Koreaanse voetbal de gastheer is van deze mega-gebeurtenis, besluit de 25 deelnemers van de beide belligerenten voor de lunch plaats te laten nemen aan een grote ronde tafel met 25 genummerde zitplaatsen. In een poging het ijs tussen de onderhandelaars te breken laat Bennett voorafgaande aan de lunch een schaal rondgaan met daarop 25 lootjes en hij verzoekt al zijn gasten een lootje te trekken. Iedere onderhandelaar neemt vervolgens plaats

op de stoel met zijn/haar getrokken nummer. Na de lunch worden de stroef verlopende onderhandelingen in groepjes voortgezet, maar voor het diner worden opnieuw alle onderhandelaars aan de grote ronde tafel genood waar dit keer premier Bennett zijn echtgenote Gilat, niet aanwezig bij de lunch en daardoor niet op de hoogte van de eerdere tafelschikking, inschakelt bij de verdeling van de zitplaatsen, in de hoop dat zij met haar grote mensenkennis en vrouwelijke intuïtie een meer de vrede bevorderende tafelschikking uit de hoge hoed zal weten te toveren dan de eerdere door het blinde lot gerealiseerde tafelschikking van de lunch. Tijdens het diner waar de Teperberg en Recanati wijnen rijkelijk geschonken en gedronken worden en de gasten ter afsluiting van het samenzijn kunnen genieten van Gilat's vermaarde desserts (zoals bekend is zij een 'professionele' pastrychef), merkt Naftali Bennett in zijn slottoespraak op dat tijdens het diner iedereen andere gasten naast zich had zitten dan tijdens de lunch. Hij vreest dat daardoor eventuele gedurende de lunch ontstane prille toenaderingen tussen de gasten geen vervolg hebben kunnen krijgen tijdens het diner, maar hij spreekt ook de hoop uit dat de desserts van zijn echtgenote, aangevuld met enkele glazen