

Spookfiles A58

Resultaten en leerpunten



In deze brochure bespreken we de belangrijkste resultaten en leerpunten van het project Spookfiles A58, dat liep van begin 2014 tot eind 2016. De achterliggende documenten, factsheets, evaluatierapporten en video's vindt u op www.spookfiles.nl/kennisbank.

© 2017, Provincie Noord-Brabant

Hoewel de gegevens van deze brochure met grote zorgvuldigheid zijn bijeengebracht, aanvaardt de uitgever geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolledigheden.

Spookfiles A58

Resultaten en leerpunten

2014 - 2016

De oogst van drie jaar samenwerken



Over Spookfiles A58

Van begin 2014 tot eind 2016 hebben de dertig partijen in het project Spookfiles A58 een coöperatief voertuig-wegkantsysteem inclusief eerste dienst ontwikkeld, geïmplementeerd en beproefd. In het proces om tot dit concrete resultaat te komen, is een schat aan kennis en ervaring opgedaan – over gedrag, data, beveiliging, samenwerking, organisatie en meer. Het coöperatieve systeem, de toepassing én de leerpunten vormen samen de rijke oogst van drie jaar Spookfiles A58.





In 2013 begonnen het ministerie van Infrastructuur en Milieu, Rijkswaterstaat en provincie Noord-Brabant de eerste marktconsultaties voor een nieuw proefproject in Noord-Brabant, Spookfiles A58.¹ Het project had als doel de introductie van coöperatieve systemen in Nederland te versnellen. Als middel tot dat doel moest een *spookfiledienst* worden ontwikkeld: een in-car dienst die (na opschaling) spookfiles voorkomt dan wel 'dempt'. Die insteek is praktisch, maar ook relevant voor de bereikbaarheid en leefbaarheid. Spookfiles, de filegolven die bij wat drukker verkeer bijna uit het niets ontstaan, zijn in Nederland namelijk verantwoordelijk voor ruim een vijfde van de files, 22%. Op de A58 gaat het zelfs om 30-40%.

Het uitwerken van een spookfiledienst is een uitdaging op zich – het is verkeerskundig en technisch gezien een zeer complexe dienst. Maar de Spookfiles A58-lat werd extra hoog gelegd door coöperatieve technologie voor te schrijven. In een coöperatief systeem staan voertuigen en wegkantssystemen constant met elkaar in verbinding, via langeafstandscommunicatie (3G/4G) maar vaak ook kortafstandscommunicatie (bijvoorbeeld wifi-p). Ze zijn zo in staat om informatie uit te wisselen en samen te werken. De belofte van de coöperatieve technologie hing al enige tijd boven de markt, maar van

echte toepassingen was het nog niet gekomen. Het project Spookfiles A58 zou die ban moeten breken.

Het project

De marktconsultaties vielen positief uit. Begin 2014 gingen elf consortia, goed voor 27 marktpartijen en kennisinstellingen, samen met de provincie, het ministerie en Rijkswaterstaat aan de slag. Afgesproken werd dat de marktpartijen de kar zouden trekken. Zo konden alle betrokken partijen kennismaken met – en waardevolle kennis opdoen van – mogelijke nieuwe rolverdelingen tussen markt en overheid.

Het project is in drie fasen opgeknapt, waarbij in fase 1 alle consortia hebben meegewerkt en in fase 2 en 3 een deel van de consortia, op basis van een transparante selectieprocedure.

In de eerste fase van het project hebben de partijen gezamenlijk de architectuur en specificaties van het coöperatieve voertuig-wegkantstelsel bepaald. Er is hierbij extra aandacht besteed aan de levensvatbaarheid van het stelsel: hoe het zo op te zetten dat het stelsel niet alleen makkelijk uitrolbaar en uitbreidbaar is, maar ook commercieel interessant?

In fase 2 bouwden zeven consortia een prototype van het coöperatieve stelsel. En in fase 3 hebben twee consortia van zes bedrijven een spookfiledienst opgeleverd en *field tests* verzorgd, met de 17 kilometer snelweg op de A58 tussen Eindhoven en Tilburg als proeftraject. Het opgeleverde stelsel en de dienst zijn met

¹ Spookfiles A58 is een vervolg op de projecten Brabant In-car I, II, III. Het is onderdeel van het programma Beter Benutten, waarin rijk, regio en bedrijfsleven samenwerken om de bereikbaarheid in de drukste regio's in Nederland te verbeteren.

langeafstandscommunicatie (3G/4G) beproefd én met 'coöperatieve' wegkant-voertuigcommunicatie via wifi-p. Voor die tests is het A58-proeftraject voorzien van 34 wifi-p-bakens.

De resultaten

Spookfiles A58 is eind 2016 afgerond. De tests hebben aangetoond dat het opgeleverde systeem werkt en dat de spookfiledienst inderdaad de potentie heeft spookfiles terug te dringen. Maar ten minste zo relevant is dat het Spookfiles A58-systeem opschaalbaar, continueerbaar, overdraagbaar en 'privacybestendig' is gebleken. Dankzij de slimme architectuur is het namelijk geen systeem-op-maat geworden dat slechts op de A58 zijn nut kan bewijzen, maar een *open* en *generiek* systeem dat zowel geografisch (geschikt voor andere regio's) als functioneel (geschikt voor andere diensten) gemakkelijk is uit te breiden.

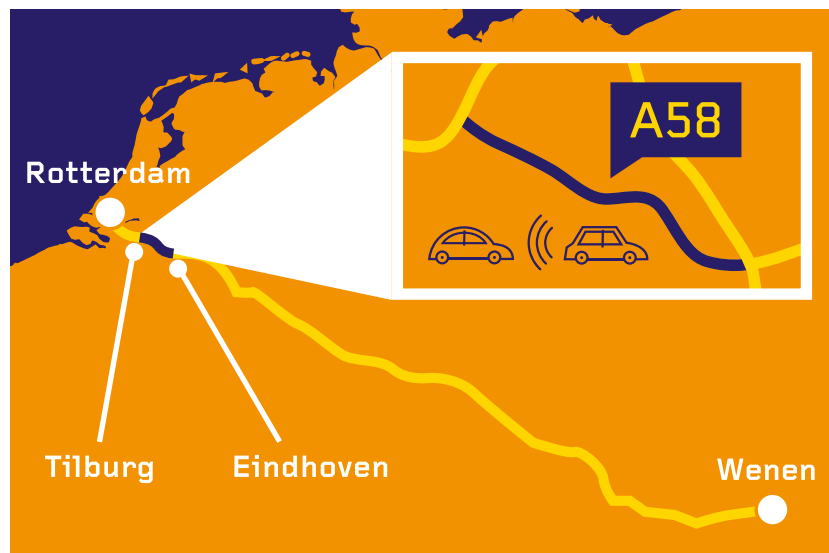
Daarmee is niet gezegd dat coöperatieve technologie morgen al in heel Nederland beschikbaar is. In samenwerkingsverbanden als het publiek-private *Partnership Talking Traffic* zal er worden doorontwikkeld om de banden tussen wegkant en voertuig verder aan te halen. Duidelijk is wel dat het Nederlandse bedrijfsleven dankzij Spookfiles A58 een schat aan kennis en ervaring heeft opgedaan.

Belang

Het belang van die coöperatieve stappen vooruit mag niet worden onderschat. Mensen zijn steeds meer online verbonden met elkaar, maar ook met

bijvoorbeeld hun auto of woning: het bekende *internet of things*. Samen met de ontwikkelingen in de telecom en automotive sector biedt dat enorme kansen om bijvoorbeeld de doorstroming en bereikbaarheid te verbeteren. Talking Traffic, innovatieve technieken die real-time informatie-uitwisseling tussen weggebruikers en verkeerssystemen mogelijk maken, speelt daarbij een sleutelrol. Mensen én goederen kunnen zo sneller, veiliger, comfortabeler, efficiënter en duurzamer reizen.

Voor deze oplossing er staat, moeten overheid en markt nog veel technisch en organisatorisch werk verzetten. Maar dankzij Spookfiles A58 ligt er een stevige basis om op voort te bouwen – en is Talking Traffic fors dichterbij gebracht.



Resultaten en leerpunten samengevat

- 1 Een nieuwe manier van innovatiegericht samenwerken (p. 12)
- 2 Gezonde concurrentie en standaardisatie als fundament voor een coöperatieve businesscase (p. 14)
- 3 Een primeur op de weg: grootschalig coöperatief voertuig-wegkantsysteem (p. 16)
- 4 Spookfiledienst: leerzame test van het coöperatieve systeem (p. 18)
- 5 Databeveiliging en privacy op een hoger niveau gebracht (p. 20)
- 6 Aangetoond: in-car snelheidsadvies beïnvloedt rijgedrag (p. 22)
- 7 Slimme afspraken voor een complexe organisatie (p. 24)
- 8 Snelle én ruwe verkeersdata beschikbaar gemaakt (p. 26)
- 9 Ervaring met een nieuwe rolverdeling tussen markt en overheid (p. 28)

Spookfiles in cijfers



30 deelnemende partijen

3 jaar aan kennis en ervaring



120 projectmedewerkers

150.000 uur aan werk en research



Een totale investering van **€ 15 mln**



Een proeftraject van **17** kilometer

34 wegkantbakens



1 coöperatief wegkant-voertuigsysteem



99% uptime van het coöperatieve systeem

2 spookfilediensten



Meer dan **5.500** downloads van de apps

Piek van **600** gebruikers op één dag



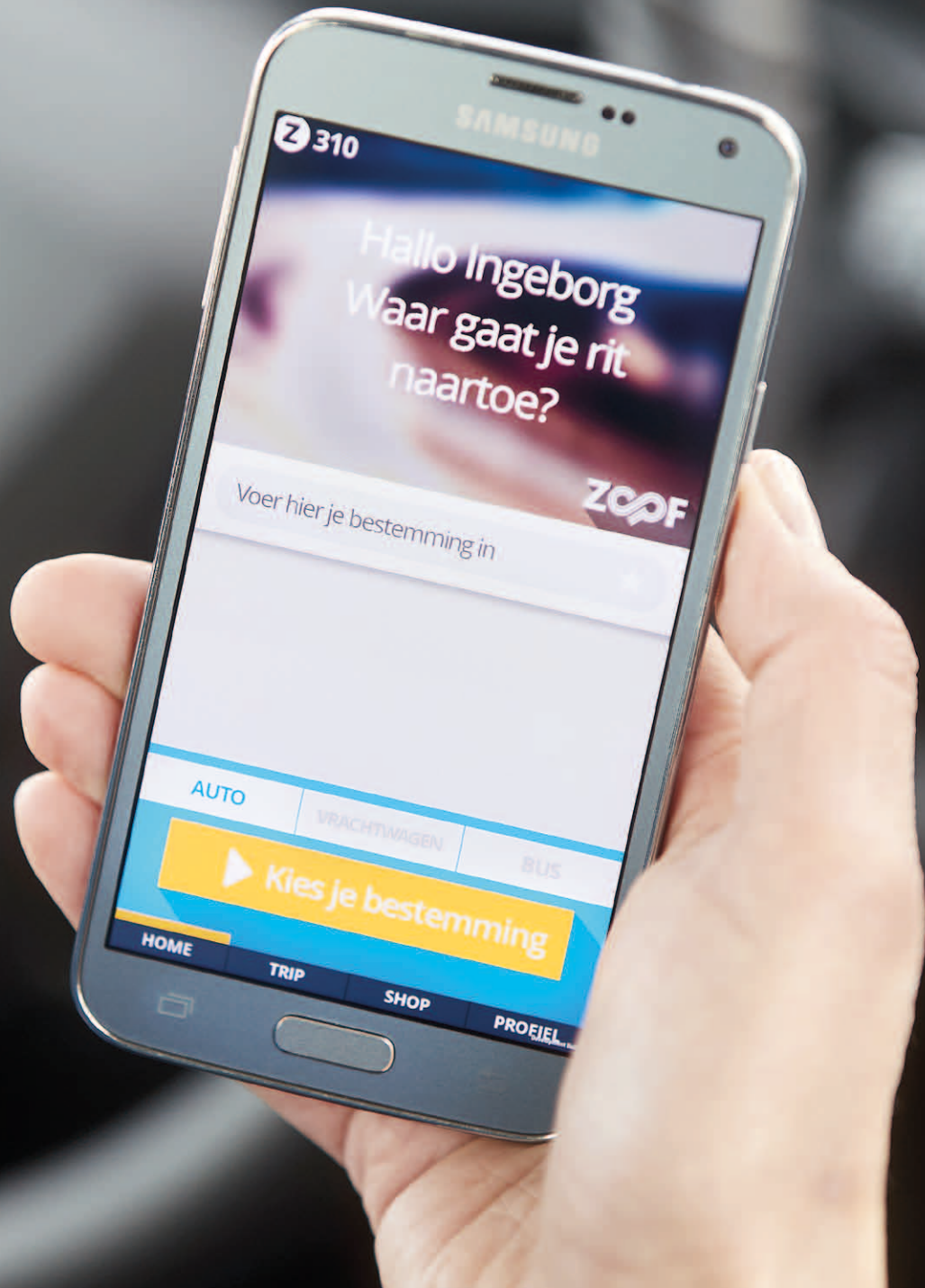
100.000 gelogde testritten

Een opvolgpercentage van **40%**



1600 ingevulde enquêtes





Z 310

SAMSUNG

Hallo Ingeborg
Waar gaat je rit
naartoe?

ZOOF

Voer hier je bestemming in

AUTO

VRACHTWAGEN

BUS



Kies je bestemming

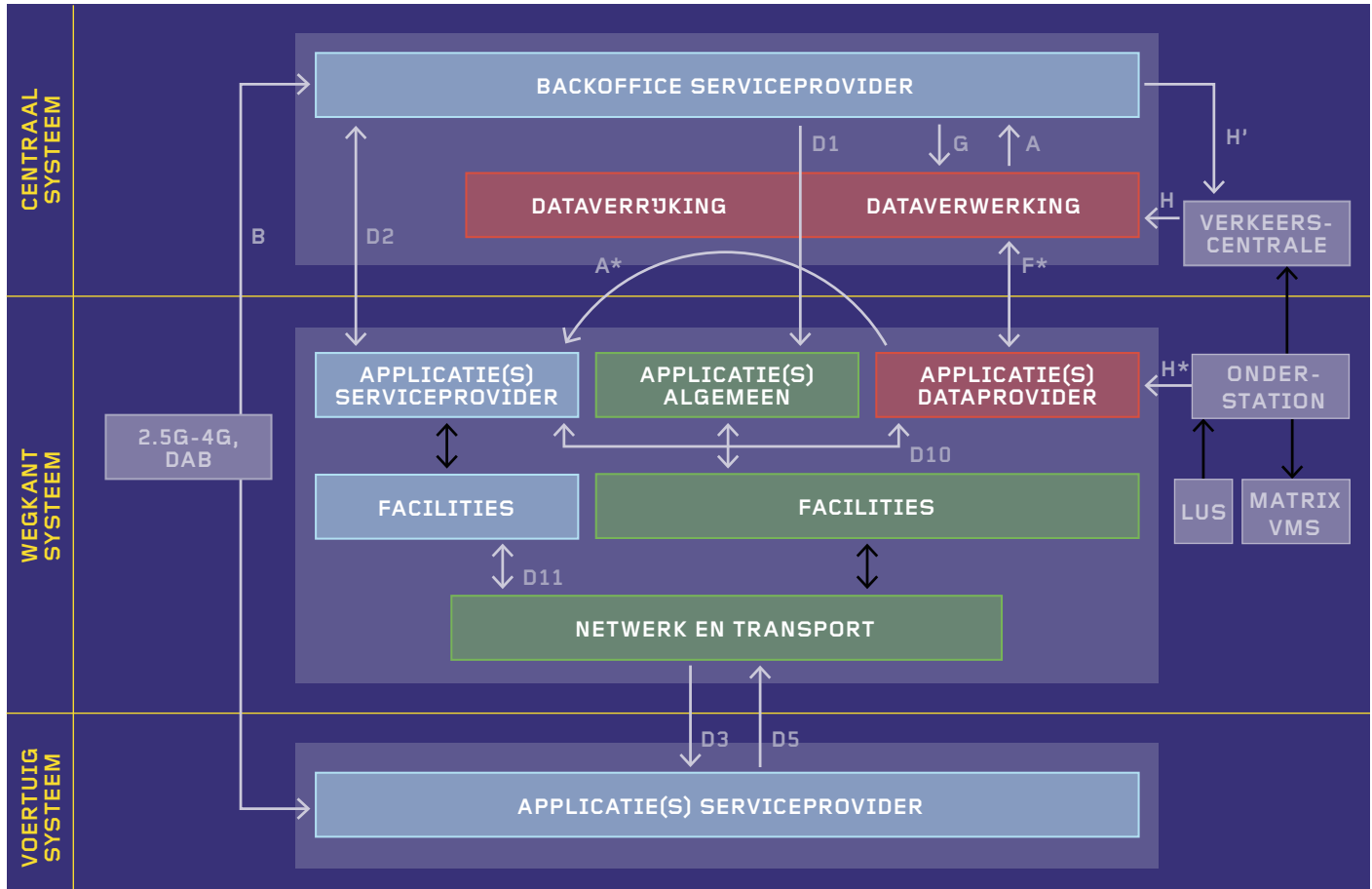
HOME

TRIP

SHOP

PROEIEL...

De architectuur van het coöperatieve systeem



De architectuur van het coöperatieve systeem van Spookfiles A58, met een schematische weergave van de deelsystemen (componenten) en koppelvlakken. De kleuren geven aan welke provider er aan de lat staat: de dataprovider (rood),

serviceprovider (blauw) of communicatieprovider (groen). Elke rol kan door verschillende partijen worden ingevuld, zowel in samenwerking als in concurrentie met elkaar.

Een nieuwe manier van innovatiegericht samenwerken

A group of five people, four men and one woman, are gathered around a laptop in a modern office environment. They are all looking at the laptop screen with interest. The man on the left is pointing at the screen. The woman in the center is looking at the screen. The man on the right is looking at the screen. The woman on the far right is looking at the screen. The man on the far right is looking at the screen. The background shows a glass wall with some text on it.

Aan Spookfiles A58 hebben dertig partijen meegewerkt, variërend van mkb tot multinational en van universiteit tot overheid. Om de kennis en innovatiekracht van zo'n divers gezelschap optimaal te kunnen benutten, is een nieuwe vorm van samenwerken beproefd.

De uitdaging

De ambities van het project Spookfiles A58 waren van begin af aan hoog: een coöperatief systeem ontwikkelen en de basis leggen voor

een markt voor coöperatieve diensten. Dat lukt alleen met de hulp en ondersteuning van een brede vertegenwoordiging van het vakgebied. Voor Spookfiles A58 bestond die uit elf consortia



van zo'n dertig marktpartijen en kennisinstellingen. Ook het ministerie van Infrastructuur en Milieu, Rijkswaterstaat en provincie Noord-Brabant waren betrokken. De vraag is dan: hoe de kennis en innovatiekracht van zo'n divers gezelschap optimaal in te zetten?

De oplossing

Als je de ideeën en innovatiekracht van alle partijen wil benutten, moet je ze ook allemaal de ruimte geven. In de essentiële eerste fase van het project is het initiatief en de verantwoordelijkheid daarom bij de *gezamenlijke overlegtafel* gelegd. De projectpartijen hebben aan die tafel hun verwachtingen, behoeften en ideeën gedeeld. Ze spraken daarbij primair vanuit hun eigen positie en expertise: wegbeheerder, systeemontwikkelaar, serviceprovider enzovoort. Na deze verkenning hebben de projectpartijen – nog steeds in de volle breedte – de architectuur en specificaties van het coöperatieve systeem uitgewerkt. Dit stevige fundament was het 'product' van fase 1. De uitwerking ervan in (deel-)systemen en een eerste dienst is in fase 2 en 3 aan een deel van de partijen gegund, op basis van een transparante selectieprocedure.

Resultaten en leerpunten

Door bij het ontwikkelen van de architectuur en de specificaties alle partijen te betrekken, is dit 'product' van fase 1 vanzelf breed gedragen.

Onder de dertig deelnemers waren ook concurrerende partijen. Die konden in de eerste fase

toch in openheid overleggen en samenwerken, omdat er nog niet aan concrete producten werd gewerkt.

Dankzij de overlegtafel groeide het onderlinge begrip: tussen publiek en privaat, dataprovider en serviceprovider, systeembouwer en app-bouwer enzovoort. Men kreeg kennis van en oog voor elkaars wensen en specifieke uitdagingen. De partijen hebben ook veel van elkaar geleerd.

Er is in fase 1 in korte tijd een goed resultaat geboekt. Doordat alle partijen betrokken waren, kenden de opgeleverde architectuur en specificaties geen leemtes of grote onvolkomenheden. Hiermee zijn kostbare 'terug naar af'-iteraties later in het proces voorkomen.

Met de selecties aan de poort van fase 2 en 3 zijn de uitgaven beperkt, omdat alleen de beste (meest kosteneffectieve) voorstellen werden gehonoreerd. Dat deed niets af aan het gezamenlijke karakter van het uiteindelijke systeem. Die was immers gebouwd conform de gezamenlijk vastgestelde architectuur en specificaties.

Het pad van 'alle partijen betrekken' is tijdsintensief. Het is dan ook zaak strakke afspraken te maken over wanneer en hoe te vergaderen, om de overleguren binnen de perken te houden.

Gezonde concurrentie en standaardisatie als fundament voor een coöperatieve businesscase

Een coöperatief systeem technisch aan de praat krijgen, is één ding. Maar een coöperatief systeem bouwen dat ook commercieel 'werkt', is iets anders. Spookfiles A58 wist met enkele slimme ingrepen in de opzet van het systeem een basis te creëren voor levensvatbare businesscases.

De uitdaging

Het in-car informeren, adviseren en begeleiden van weggebruikers is al het domein van de markt. Er is bovendien een transitie gaande om ook meer traditionele 'wegbeheerderstaken' bij de markt te leggen. Een belangrijk uitgangspunt van Spookfiles A58 was daarom dat het op te leveren coöperatieve systeem *commercieel levensvatbaar* moest zijn.

De oplossing

Bij het uitwerken van het coöperatieve systeem hebben de Spookfiles A58-partijen het systeem opgesplitst in logische componenten die fysiek (glasvezel) dan wel draadloos (wifi-p of cellulair) worden verbonden door koppelvlakken. Zowel de componenten als de koppelvlakken volgen Europese standaarden. Dat betekent dat de componenten interoperabel zijn, altijd inwisselbaar en door verschillende partijen geleverd kunnen



worden. Overigens was niet voor alle koppelvlakken een bruikbare standaard voorhanden. Die leemten zijn ingevuld met nieuwe standaarden of met protocollen gebaseerd op bestaande standaarden.

Naast de meer technische opsplitsing is er een functionele onderverdeling gemaakt, gericht op de exploitatie. Voor Spookfiles A58 is gekozen voor de rollen dataprovider, communicatieprovider en serviceprovider. Deze providers zijn niet noodzakelijkerwijs de bouwers van de componenten zelf; zij richten zich vooral op het ontwikkelen en aanbieden van applicaties. Het coöperatieve systeem kan applicaties van verschillende aanbieders huizen.

Resultaten en leerpunten

Dankzij de opsplitsing in componenten hoeft een leverancier niet een compleet systeem op te leveren, maar kan iedere partij zich concentreren op een enkel component. Het bouwen en uitrollen van coöperatieve technologie wordt zo een interessant werkterrein voor grote én kleine, meer gespecialiseerde bedrijven.

De opsplitsing vergemakkelijkt de innovatie van de technologie. Stel dat een nieuwe communicatietechnologie zijn intrede doet, dan zal dat alleen het component raken dat de communicatie verzorgt.

Er zijn verschillende nieuwe standaarden en protocollen op bestaande standaarden ontwikkeld – de bestaande set (Europese) coöperatieve standaarden bleek niet toereikend. Deze

nieuwe ‘Spookfiles A58-standaarden’ zijn in de praktijk getest en beschikbaar voor andere partijen. Een aandachtspunt is dat het lastig is om de juiste (inter)nationale platforms te vinden om nieuwe standaarden formeel voor te kunnen dragen.

Wat de exploitatie betreft kunnen marktpartijen verschillende rollen innemen en zich daarop concentreren. Serviceproviders hoeven niet hun eigen data te verwerken, hun eigen wegkant-systemen en antennes te plaatsen enzovoort. In plaats daarvan ‘prikken’ zij coöperatieve diensten als apps in het coöperatieve systeem, waarbij de applicaties gebruikmaken van de generieke diensten die de componenten leveren.

Dankzij de open opzet kunnen de rollen door meerdere, concurrerende partijen worden ingevuld, zoals meerdere dataproviders (elk met hun eigen bronnen en verrijkmethode) en meerdere serviceproviders (aanbieders van weggebruikersdiensten).

De aansluiting op internationale standaarden biedt zowel de hardwareleveranciers als de app-ontwikkelaars schaalvoordeel: (sub)systemen en applicaties kunnen ook in andere nationale of Europese projecten worden gebruikt.

Een open en gedragen architectuur maakt het voor nieuwe partijen makkelijk en voorspelbaar om aan te sluiten en/of gebruik te maken van technieken en diensten.



Een primeur op de weg: grootschalig coöperatief voertuig-wegkantsysteem

Spookfiles A58 heeft op de A58 Eindhoven-Tilburg het eerste coöperatieve voertuig-wegkantsysteem van Nederland gebouwd. Ook internationaal was dat een prestatie van formaat: nooit eerder ging een coöperatief systeem op deze schaal live op de openbare weg.

De uitdaging

Voor de praktijkproef was het 17 km lange traject op de A58 tussen Eindhoven en Tilburg aangewezen. In Nederland was nooit eerder op deze schaal een coöperatief voertuig-wegkantsysteem gebouwd, laat staan in de praktijk beproefd. De extra uitdaging was om alle tot nu toe papieren beloften – open en volgens internationale standaarden, geschikt voor meerdere providers en meerdere toepassingen – in de praktijk te bewijzen.

De oplossing

Op basis van de architectuur en specificaties hebben zes consortia prototypes gebouwd van de hoofdonderdelen (componenten) van het coöperatieve systeem. Die zijn vervolgens samengevoegd tot één werkend systeem en getest met behulp van bestaande communicatietechnologieën, 3G en 4G. Parallel aan deze eerste proeven met diensten op basis van cellulaire technologie zijn er langs het A58-proeftraject 34 wifi-p-bakens geplaatst voor zeer snelle kortafstandscommunicatie met voertuigen. Er is een eerste coöperatieve dienst beproefd, de spookfiledienst. Ook hebben de partijen gevalideerd, met onder meer de diensten *Road Works Warning* en *Probe Vehicle Data*, dat applicaties van derden gemakkelijk te implementeren zijn.

Resultaten en leerpunten

Er is aangetoond dat coöperatieve technologie werkt. Het systeem als geheel kende een uptime van 99%.

Een 'pre deployment'-project draaien met techniek die nog niet klaar is, is een zware belasting op proces en organisatie. Van sommige chips waren bijvoorbeeld alleen prototypes beschikbaar en lang niet alle software sloot goed op elkaar aan. Dat heeft veel improvisatie gevergd.

De gekozen aanpak – open, volgens Europese standaarden, gericht op commercialisatie – werkt. De techniek heeft bewezen geschikt te zijn voor (commerciële) uitrol, in binnen- en buitenland.

Het is met het opgeleverde systeem eenvoudig om nieuwe toepassingen te implementeren. Zo lukte het om in slechts twee weken tijd de dienst *Road Works Warning*, ontwikkeld in het Europese project *Cooperative ITS Corridor*, op het coöperatieve systeem aan te sluiten en te laten functioneren.

Wegbeheerders en marktpartijen hebben waardevolle ervaring opgedaan met het bouwen en uitrollen van zowel hardware (het systeem, voertuigapparatuur, wifi-p-bakens) als software (applicaties).

Door het gebruik van prototypes van wegkantbakens en on-board units, in combinatie met de stringente databeveiliging met PKI, was het aantal berichten dat het systeem maximaal kon verwerken beperkt. Binnen de kleinschalige projectomgeving heeft dit niet tot problemen geleid. Dit is wel een punt voor nader onderzoek bij een grootschalige uitrol.

A woman with blonde hair tied back, wearing glasses and a dark jacket, is seen from the side while driving a car. The car's interior is visible, including the dashboard, steering wheel, and passenger seat. A power strip is plugged into the car's power outlets, and various electronic devices and cables are connected to it. A small screen displays a map or data. The background shows a road and some trees.

Spookfiledienst: leerzame test van het coöperatieve systeem

De eerste dienst die is opgeleverd voor het coöperatieve systeem langs de A58, is de spookfiledienst. Zo'n 5.000 deelnemers hebben de dienst in een 3G/4G-opzet getest. Vervolgens zijn 200 deelnemers uitgerust met een wifi-p on-board unit om de spookfiledienst te beproeven.



De uitdaging

De spookfiledienst waarschuwt gebruikers tijdig voor files verderop en laat ze met gerichte snelheidsadviezen rustiger de file naderen en vlotter de file uitrijden. Deze dienst vormde daarmee een goede en vooral ook leerzame test voor het Spookfiles A58-systeem: konden de juiste berichten op het juiste moment aan de juiste proefrijder worden getoond?

De oplossing

Twee consortia hebben elk een spookfiledienst ontwikkeld, ZOOF en FlowPatrol. De functionaliteit en interactie met de weggebruiker werden in een vroeg stadium beproefd in de 3G/4G-variant: zo'n 5.000 deelnemers downloadden een smartphone-app, die via 3G- en 4G-techniek adviezen en waarschuwingen vanuit de backoffice binnenhaalde. Vanaf april 2016 zijn echter ook 200 deelnemers uitgerust met een wifi-p-on-board unit. Deze unit ontvangt de adviezen razendsnel via de wegkantsystemen en koppelt ook waardevolle informatie terug, zoals locatie en snelheid.

Voor zowel de 3G/4G- als de wifi-p-adviezen is gebruikgemaakt van verschillende databronnen. Om de berichten tijdig te kunnen verzenden zijn de verkeersdata over de A58 die middels detectielussen worden ingewonnen, extra snel ontsloten. Rijkswaterstaat heeft ook de dynamische maximumsnelheden die het via de matrixborden communiceert, gedeeld. Zo werd voorkomen dat de spookfiledienst op enig moment een hogere snelheid zou adviseren dan de snelheid op de matrixborden.

Resultaten en leerpunten

Aangetoond is dat met het opgeleverde systeem diensten op basis van 3G/4G en wifi-p mogelijk zijn.

Dat er tijdens de proef twee apps probleemloos naast elkaar draaiden, laat zien dat het coöperatieve systeem klaar is voor toepassingen van meerdere data- en serviceproviders.

Het hele proces van data-inwinning tot het afleveren van berichten verloopt technisch gezien foutloos. Uit de logdata blijkt dat de berichten geografisch correct worden verspreid: als een bericht bedoeld is voor een bepaald deel van de A58, dan wordt het ook daar op het scherm getoond. Wel blijft de *latency* (vertraging) een aandachtspunt. Zo gaf een deel van geënquêteerde gebruikers aan dat de filewaarschuwingen soms te laat werden getoond. Er is gedurende het project al veel tijdswinst behaald, maar het terugdringen van de latency in de keten blijft een aandachtspunt voor tijd-kritische diensten als de spookfiledienst.

Er is waardevolle ervaring opgedaan op het vlak van deelnemerswerving voor proefprojecten. Belangrijk leerpunt: communiceer alleen wat je waar kan maken. Een andere les is dat een enkele dienst die niet is geïntegreerd in andere systemen en die alleen in een klein geografisch gebied werkt, slechts een beperkt aantal testdeelnemers zal opleveren – hoe intensief er ook geworven wordt.

Databeveiliging en privacy op een hoger niveau gebracht



Waar gegevens worden uitgewisseld speelt altijd de uitdaging van databeveiliging en privacy. Spookfiles A58 implementeerde als eerste in Europa de voorgeschreven databeveiligingsmaatregelen voor wifi-p – en bracht die meteen een niveau hoger.

De uitdaging

Als afnemers van een coöperatieve dienst een advies of waarschuwing op hun display krijgen, moeten ze ervan uit kunnen gaan dat dat berichtje inderdaad van hun vertrouwde service-provider komt. Omgekeerd moeten dataproviders erop kunnen vertrouwen dat de berichten (data) die voertuigen met een wifi-p on-board unit genereren, niet gemanipuleerd zijn. Dan is er nog de uitdaging van privacybescherming. Hoe bijvoorbeeld te voorkomen dat derden de communicatie vanuit voertuigen met een wifi-p on board unit misbruiken om deze voertuigen te volgen?

De oplossing

De Europese standaarden voor wifi-p-technologie schrijven een *public key infrastructure* of PKI voor, een aanpak waarbij apparaten hun berichten 'ondertekenen' met een digitale handtekening. PKI is op zich een bekende techniek, maar in de verkeer- en vervoerwereld wordt deze aanpak in combinatie met wifi-p nog nauwelijks toegepast. Spookfiles A58 heeft de techniek als eerste in Europa geïmplementeerd in de wifi-p-omgeving. Daarbij zijn enkele 'witte vlekken' ingevuld. De standaard beschrijft bijvoorbeeld niet hoe de benodigde certificaten moeten worden gegenereerd en gedistribueerd. Spookfiles A58 heeft hiervoor een tool gebouwd en het werkproces gespecificeerd en gedocumenteerd. Wat privacybescherming betreft is het coöperatieve systeem in ieder geval voorbereid op een veilige uitrol. Het systeem is namelijk zo opgebouwd dat het ID dat de wifi-p-unit in

een voertuig meezendt met z'n berichten, elke paar minuten kan worden verversd. Dat maakt het volgen van specifieke voertuigen praktisch onmogelijk.

Resultaten en leerpunten

De Europese standaard voor de databeveiliging van een op wifi-p gebaseerd systeem is voor het eerst toegepast en gevalideerd.

De 'leemtes' in de papieren PKI-voorschriften zijn geïdentificeerd en ingevuld met tools en werkprocessen.

De kennis over PKI lag vooral bij marktpartijen. Dankzij Spookfiles A58 hebben ook wegbeheerders ervaring opgedaan met de technologie en deze kunnen gebruiken in projecten als *Cooperative ITS Corridor*.

De opgeleverde PKI-oplossing is als 'component' in het op wifi-P gebaseerde systeem goed opschaalbaar.

Ook op het vlak van privacybescherming zijn oplossingen bedacht. Het systeem is technisch en functioneel getest op het frequent wisselen van het ID (= het MAC-adres) van de op wifi-p gebaseerde systemen in voertuigen.

Toevoegen van PKI is nodig, maar het vormt ook een extra belasting van het systeem: het berichtenverkeer neemt fors toe.

Aangetoond: in-car snelheidsadvies beïnvloedt rijgedrag



Met coöperatieve technologie zijn in-car diensten mogelijk die verkeersmanagementmaatregelen slim aanvullen en ondersteunen. De proeven in Spookfiles A58 laten zien dat bijvoorbeeld een 'in-car snelheidsadvies' het rijgedrag daadwerkelijk beïnvloedt.

De uitdaging

De spookfiledienst die in het kader van Spookfiles A58 is opgeleverd, is een typische verkeersmanagementdienst. Een voordeel van de spookfiledienst is dat de waarschuwing of het advies niet gebonden is aan vaste locaties, zoals

bij de matrixborden. Een mogelijk nadeel is dat een advies op een scherm in de auto geen juridische status heeft, in tegenstelling tot een melding op een matrixbord – en dus als 'vrijblijvend' wordt ervaren.



De oplossing

Om uitspraken te kunnen doen over het effect van in-car meldingen is alle relevante informatie over het rijgedrag van de 5.000 gebruikers van de 3G/4G-spookfiledienst en de 200 testrijders met de wifi-p-variant gelogd en geëvalueerd. Ook zijn enkele honderden deelnemers geëvalueerd.

Op voorhand was duidelijk dat de proef als zodanig geen meetbare macro-effecten zou opleveren. Het aantal deelnemers is immers relatief klein en die deelnemers rijden niet allemaal op hetzelfde moment op de A58 – waarmee de massa al snel te gering is om de verkeersstroom als geheel te beïnvloeden. Het doel van het project was dan ook om aantoonbaar te maken dat *bij opschaling* een aanpak van spookfiles mogelijk is.

Op micro- en mesoniveau zijn er wél effecten vastgesteld. Uit een analyse van de verkeersdata bleek dat 40% van de adviezen om de snelheid aan te passen, wordt opgevolgd. Dat beïnvloedde ook de directe omgeving: er was op mesoniveau sprake van een licht gunstig effect. Interessant was verder dat er twee spookfilediensten zijn beproefd, ZOOF en FlowPatrol, elk met een eigen aanpak, eigen algoritmes (wanneer welk advies geven) en een eigen gebruikersinterface. De gebruikers van beide apps lieten een ander opvolggedrag zien. Dit feit op zich toont al aan dat in-car communiceren effect op het rijgedrag heeft – anders zouden er immers geen verschillen tussen beide diensten zijn geweest.

Resultaten en leerpunten

Als er op een traject veel weggebruikers zijn met in-car-snelheidsadviezen, dan rijden zij rustiger op de file af.

Een fors deel van de deelnemers volgt de in-car snelheidsadviezen op: een derde deel tot meer dan de helft, afhankelijk van het type advies (langzamer rijden, sneller rijden) en de dienst (ZOOF of FlowPatrol).

Het is methodisch complex om het opvolggedrag te isoleren van de omgevingsfactoren.

Het opvolggedrag van de deelnemers beïnvloedt het gedrag van medeweggebruikers om hen heen: er zijn op mesoniveau kleine effecten gemeten.

Er is ervaring opgedaan met de juiste wijze van adviseren. Zo bleek dat deelnemers niet graag afremmen als het verkeer om hen heen een hogere snelheid heeft. Naar aanleiding van reacties van deelnemers is daarom het algoritme aangepast: die is nu zo ingesteld dat de adviezen niet meer dan 40 km/u afwijken van het verkeersbeeld. Er is ook geëxperimenteerd met 'contextinformatie'. Een van de partijen toont bijvoorbeeld een balk in het scherm die met kleuren aangeeft waar de files zich ten opzichte van het voertuig bevinden.

Slimme afspraken voor een complexe organisatie

A man with a shaved head and blue eyes, wearing a purple shirt, is shown in profile, speaking and gesturing with his right hand. He is in the foreground, and other people are blurred in the background.

De bouw en het onderhoud van een complex product als het coöperatieve systeem vergen de nodige zorgvuldigheid. Spookfiles A58 tuigde daarom een organisatiestructuur op om het systeem veilig te kunnen opleveren, uitbreiden en updaten.

De uitdaging

Het coöperatieve systeem bestaat uit verschillende componenten van verschillende leveranciers. Dit biedt mooie voordelen voor zowel overheid als markt, maar het maakt het bouwen en beheren van het systeem ook een forse uitdaging. Want hoe de losse componenten tot één werkend geheel samen te voegen?

De oplossing

Voor Spookfiles A58 is de volgende 'bouw- en beheerorganisatie' opgezet en beproefd. Tijdens de bouwfase ziet een *expertgroep* erop toe dat de verschillende leveranciers de gezamenlijk vastgestelde architectuur en specificaties exact navolgen. Ook bepaalt de expertgroep de deadlines voor de producten. Is een leveran-



cier klaar met zijn (deel)product, dan test hij die eerst zelf aan de hand van vooraf opgestelde testprotocollen. Vervolgens wordt er gezamenlijk getest, vooral om te zien of de verschillende deelsystemen naar behoren samenwerken. Na akkoord van de expertgroep kan het systeem live.

Dan het beheer. Als er zich een probleem voordoet, probeert de 'signalerende partij' die eerst zelf (als het de veroorzaker is) of bilateraal met de veroorzaker op te lossen. Als dat niet snel tot resultaat leidt, wordt de *Change Control Board* ingeschakeld, een team dat bestaat uit vertegenwoordigers van alle betrokken partijen.

De Board bepaalt bij wie het probleem ligt en wat de impact van de benodigde reparatie is. Kleine wijzigingen worden door de betreffende leverancier afgehandeld. Gaat het om een grote aanpassing dan beslist de Board wie wat doet. De betrokken leveranciers volgen hierbij de procedure uit de bouwfase.

Resultaten en leerpunten

De aanpak voor het slim organiseren van het bouw- en beheerproces is in de praktijk gevalideerd.

De gezamenlijk vastgestelde testprotocollen zijn uiterst nuttig gebleken. Aan de hand van de tests wordt niet alleen bepaald of een product überhaupt werkt, maar ook hoe het zich onder druk houdt. Voor alle onderdelen van het systeem is nagegaan wat de *performance* beïnvloedt en wat hierbij de risico's zijn. Op basis daarvan zijn de tests ingericht.

Bij de tests heeft de Innovatiecentrale, een experimenteer- en ontwikkelruimte binnen de verkeerscentrale van Zuid-Nederland, een grote rol gespeeld. Het was het coördinatiepunt om beheerst en gecontroleerd proeven op de openbare weg te kunnen uitvoeren.

Om de status van de afhandeling van een issue of update te kunnen volgen, gebruiken de partijen een centraal (open source) ticketingsysteem. Met dit systeem kan een issue worden aangemeld, toegewezen en gevolgd.

Het expertteam en de Change Control Board lijken niet de aangewezen partij om dienst te doen als bewaker of aanjager van de afspraken die worden gemaakt voor de bouw en het beheer (deadlines, wie doet wat etc.). Tijdens het project hebben twee projectbegeleiders die rol op zich genomen. Bij de uitrol en daadwerkelijke exploitatie van het systeem zou een 'issuemanager' aangesteld kunnen worden.

De gekozen aanpak maakt het coöperatieve systeem goed opschaalbaar. Of het nu gaat om een geografische uitbreiding (uitrol) of een functionele (nieuwe diensten): de wijzigingen kunnen transparant en veilig worden doorgevoerd.

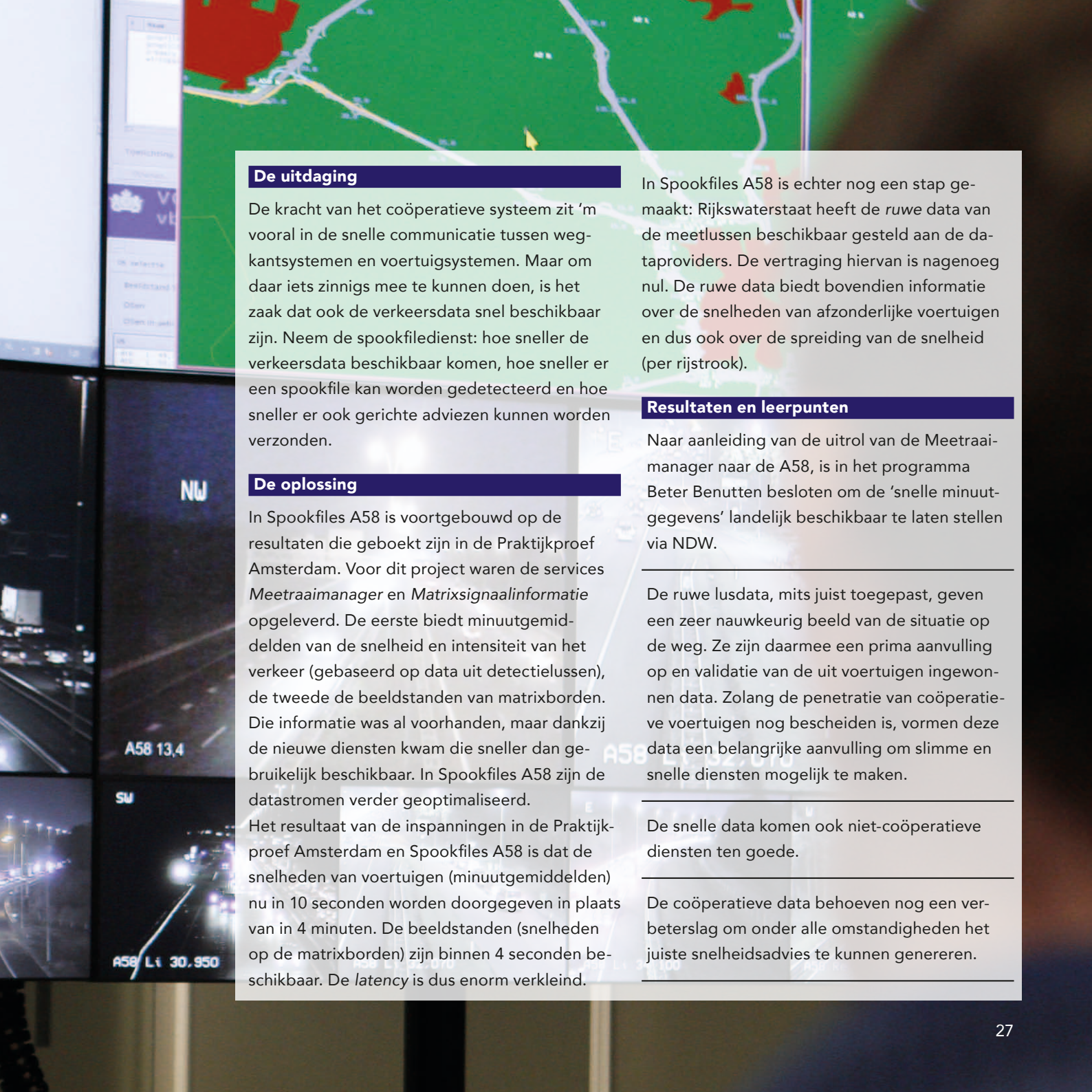
Continuïteit in de bemensing van het project is belangrijk.



Snelle én ruwe verkeersdata beschikbaar gemaakt



Voor coöperatieve diensten is het van belang dat de verkeersdata snel beschikbaar zijn. In samenwerking met Rijkswaterstaat hebben de dataproviders van Spookfiles A58 hun 'datastromen' daarom nog efficiënter gemaakt. De dataproviders kregen zelfs toegang tot de ruwe data van de meetlussen.



De uitdaging

De kracht van het coöperatieve systeem zit 'm vooral in de snelle communicatie tussen wegkantsystemen en voertuigsystemen. Maar om daar iets zinnigs mee te kunnen doen, is het zaak dat ook de verkeersdata snel beschikbaar zijn. Neem de spookfiledienst: hoe sneller de verkeersdata beschikbaar komen, hoe sneller er een spookfile kan worden gedetecteerd en hoe sneller er ook gerichte adviezen kunnen worden verzonden.

De oplossing

In Spookfiles A58 is voortgebouwd op de resultaten die geboekt zijn in de Praktijkproef Amsterdam. Voor dit project waren de services *Meetraaimanager* en *Matrixsignaalinformatie* opgeleverd. De eerste biedt minuutgemiddelden van de snelheid en intensiteit van het verkeer (gebaseerd op data uit detectielussen), de tweede de beeldstanden van matrixborden. Die informatie was al voorhanden, maar dankzij de nieuwe diensten kwam die sneller dan gebruikelijk beschikbaar. In Spookfiles A58 zijn de datastromen verder geoptimaliseerd.

Het resultaat van de inspanningen in de Praktijkproef Amsterdam en Spookfiles A58 is dat de snelheden van voertuigen (minuutgemiddelden) nu in 10 seconden worden doorgegeven in plaats van in 4 minuten. De beeldstanden (snelheden op de matrixborden) zijn binnen 4 seconden beschikbaar. De *latency* is dus enorm verkleind.

In Spookfiles A58 is echter nog een stap gemaakt: Rijkswaterstaat heeft de *ruwe* data van de meetlussen beschikbaar gesteld aan de dataproviders. De vertraging hiervan is nagenoeg nul. De ruwe data biedt bovendien informatie over de snelheden van afzonderlijke voertuigen en dus ook over de spreiding van de snelheid (per rijstrook).

Resultaten en leerpunten

Naar aanleiding van de uitrol van de Meetraaimanager naar de A58, is in het programma Beter Benutten besloten om de 'snelle minuutgegevens' landelijk beschikbaar te laten stellen via NDW.

De ruwe lusdata, mits juist toegepast, geven een zeer nauwkeurig beeld van de situatie op de weg. Ze zijn daarmee een prima aanvulling op en validatie van de uit voertuigen ingewonnen data. Zolang de penetratie van coöperatieve voertuigen nog bescheiden is, vormen deze data een belangrijke aanvulling om slimme en snelle diensten mogelijk te maken.

De snelle data komen ook niet-coöperatieve diensten ten goede.

De coöperatieve data behoeven nog een verbeter slag om onder alle omstandigheden het juiste snelheidsadvies te kunnen genereren.

Ervaring met een nieuwe rolverdeling tussen markt en overheid



In het project Spookfiles A58 is de marktpartijen een grote technisch-inhoudelijke rol gegund. De overheid stelde hiervoor de maatschappelijke kaders, onder meer op het vlak van veiligheid en bereikbaarheid, en mat zich daarnaast vooral de rol aan van initiator en facilitator.



De uitdaging

‘Van overheidsregie naar publiek-private samenwerking en allianties.’ Dat is een van de transities die wegbeheerders de komende jaren verwachten te maken. Hoe het nieuwe samenspel tussen overheden en marktpartijen er precies uit zal zien, is echter nog afwachten. Er moet ervaring worden opgedaan om al doende tot een werkbare modus te komen.

De oplossing

Om de grenzen van de nieuwe rolverdeling te verkennen, is in het Spookfiles A58-project het initiatief compleet bij de (private) partijen gelegd. De markt kreeg de lead en ontwikkelde eigen systemen, die ook in hun eigendom bleven. Rijkswaterstaat heeft zich beperkt tot faciliteren, bijvoorbeeld om het plaatsen van de 34 zendmasten en wegkantssystemen langs de weg mogelijk te maken en om een centraal systeem in de verkeerscentrale te huisvesten. Provincie Noord-Brabant was verantwoordelijk voor de procesbegeleiding. Dat was wennen voor beide kanten: wat kan en mag de overheid bijvoorbeeld faciliteren? Belangrijk is dat er meer zicht is gekomen op de kwesties die spelen bij een kleinere rol van overheden. Stel dat het inderdaad mogelijk wordt dat marktpartijen technische installaties plaatsen boven en langs de wegkant (zoals nu binnen het project is gebeurd), welke eisen stel je daar dan aan? Hoe zit het met beheer en onderhoud? Wie is er verantwoordelijk als er iets fout gaat? Hoe zit het met de continueerbaarheid van een

dienst of technologie als het initiatief bij de markt komt? Is er een model denkbaar waarbij de overheid eigenaar van en verantwoordelijk voor de ‘coöperatieve infrastructuur’ is? Enzo voort.

Resultaten en leerpunten

Er is aangetoond dat de traditionele ‘opdrachtgeversrol’ van overheden geen noodzaak is voor succes. Het lijkt er zelfs op dat meer ruimte voor de markt de innovatie ten goede komt. De (grote en diverse) markt beschikt over meer innovatiekracht dan de overheid – en die kracht komt in de nieuwe rolverdeling goed tot zijn recht.

Er is meer zicht op de kwesties die spelen bij de transitie naar andere rollen voor overheid en markt: spelregels, beheer, verantwoordelijkheid, continueerbaarheid enzovoort.

Wegbeheerders en bedrijven hebben een (langdurig) gewenningsproces moeten doorlopen om elkaars taal en cultuur te leren begrijpen en verwachtingen gelijk te schakelen. Dit vergt gerichte aandacht en inspanning.

Een grotere rol en verantwoordelijkheid voor de markt zit de overheid in zijn rol als wegbeheerder niet in de weg: die kan nog steeds de eigen taken rond veiligheid en doorstroming goed uitvoeren. De samenwerking als gelijken levert veel kennis en inzicht op over en weer.

Aan het project Spookfiles A58 werkten mee:

Andes
Beijer (Automotive)
Be-Mobile
Cynify
Dynniq
Fantazm
Fourtress
Get Hooked
Goudappel
Innovactory
Locatienet
Ministerie van Infrastructuur en Milieu
NXP
Organiq
Prime Data/Vision
Provincie Noord-Brabant
Rijkswaterstaat
Siemens
Simacan
Sioux
Spring Innovation
Tass
Technolution
TNO
TomTom
Traxpert
TU Delft
TU Eindhoven
Vialis
V-Tron

Spookfiles A58

Maart 2017

Provincie Noord-Brabant



Ministerie van Infrastructuur en Milieu