



Spookfiles A58

Spookfiles A58

De factsheets gebundeld



Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Provincie Noord-Brabant



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 data, beveiliging, samenwerking, organisatie en meer.

De initiatiefnemers van Spookfiles A58, het ministerie van Infrastructuur en Milieu en provincie Noord-Brabant, willen die kennis en ervaring graag delen. In dit document zijn daarom alle factsheets samengebracht die gedurende het project zijn gepubliceerd. Waar nodig is de informatie geüpdatet.

Meer resultaten vindt u in de uitgave 'Spookfiles A58, Resultaten en leerpunten', www.spookfiles.nl.



Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Provincie Noord-Brabant



Inhoud

- 4 Nederlands eerste coöperatieve voertuig-wegkantsysteem is een feit
- 11 De meerwaarde van coöperatieve technologie
- 13 Case: Road Works Warning
- 17 Nieuwe standaarden voor coöperatieve technologie
- 22 Slimme oplossingen voor veiligheids- en privacy-issues
- 26 Spookfiles A58 op transitiepad





Spookfiles **A58**

Nederlands eerste coöperatieve voertuig-wegkantsysteem is een feit

Met Europese standaarden als basis hebben de dertig deelnemers aan het project 'Spookfiles A58' een nieuw, open coöperatief voertuig-wegkantsysteem ontwikkeld én een eerste praktijktoepassing gelanceerd. Dat biedt kansen voor wegbeheerders, dataleveranciers, serviceproviders en ict-ontwikkelaars – en volop ruimte voor innovatieve diensten aan de weggebruiker.



Een *coöperatief voertuig-wegkantsysteem* laat zich het beste omschrijven als een communicatie- en dienstenplatform dat voertuigen, wegkantsystemen, serviceproviders en wegbeheerders met elkaar verbindt. Al die koppelingen en snelle verbindingen resulteren in grote hoeveelheden data, goed voor een haarscherp en actueel beeld van de verkeerssituatie. Op basis van dat beeld kunnen weer intelligente diensten worden ontwikkeld, die via het platform de voertuigen bereiken.

De mogelijkheden die dit opent, zijn enorm. De meerwaarde zit 'm vooral in het feit dat het coöperatieve systeem communicatie tussen voertuigen onderling en tussen voertuigen en wegkantssystemen faciliteert. Hiermee wordt een 'witte vlek' in de waarneming (en daarmee: de dienstverlening) ingevuld. Immers, wat er in de directe omgeving van een voertuig gebeurt, overziet de weggebruiker zelf, hierbij in toenemende mate ondersteund door sensoren en camera's in het voertuig. Wat er enkele kilometers verderop op netwerkniveau plaatsvindt, komt via langeafstandscommunicatie binnen: file-informatie, routeadviezen enzovoort. Maar wat er pakweg om de hoek of op anderhalve kilometer afstand gebeurt, wordt alleen duidelijk als voertuigen op hoge snelheid informatie kunnen uitwisselen met andere voertuigen en wegkantssystemen binnen die straal – en coöperatieve technologie voorziet nu juist óók daarin. Het coöperatieve voertuig-wegkantsysteem maakt daarmee waar: schuwings-, informatie- en rijtaakondersteunende diensten mogelijk die beduidend slimmer en veelzijdiger zijn dan de diensten die er nu zijn.

Next big thing?

Verkeerskundigen zien het coöperatieve systeem als de *next big thing* in de (internationale) verkeerswereld, met een betere doorstroming, meer veiligheid, minder milieubelasting en meer comfort als grote beloften. Punt is wel dat er technisch en organisatorisch wat hobbels te nemen zijn. Technisch zijn er uitdagingen als beveiliging en privacy. Organisatorisch is er het punt dat er bij de implementatie en bedrijfsvoering van een coöperatief systeem veel partijen betrokken zijn, vanuit de overheid (rijk, provincies, gemeenten) en de markt (onder meer serviceproviders, technologiebedrijven en autofabrikanten). Bovendien dwingt coöperatieve technologie overheid en markt tot nieuwe vormen van samenwerking. En die samenwerking werkt weer alleen als de overheid voldoende zicht heeft op maatschappelijk rendement – en marktpartijen op een geschikt businessmodel.

Dat zijn flinke hobbels en er is nationaal en internationaal dan ook sprake geweest van enige stagnatie: coöperatieve systemen waren al een paar jaar de *next big thing*, zonder dat er daadwerkelijk iets van de grond kwam. Eind 2013 besloten het ministerie van Infrastructuur en Milieu, Rijkswaterstaat en provincie Noord-Brabant daarom de koe bij de horens te vatten en de implementatie van het coöperatieve systeem gericht te stimuleren. Met het nationale programma Beter Benutten als vehikel werd in januari 2014 het project Spookfiles A58 gestart. De markt werd uitgedaagd om in een pre-commercial procurement-setting een open coöperatief systeem te ontwikkelen én een eerste coöperatieve dienst op te leveren. De A58 zou hierbij dienen als proeftuin. Elf consortia bestaande uit in totaal dertig verschillende partijen (bedrijven en kennisinstellingen) zijn deze uitdaging aangegaan.

In verschillende projectfasen, met voor de deelnemende partijen een aantal competities en selecties, is een architectuur voor het systeem opgeleverd, een prototype gebouwd, is de A58 gereedgemaakt – er zijn 34 radiobakens voor kortereafstandscommunicatie via wifi-p opgehangen – en is het coöperatieve systeem daadwerkelijk geïmplementeerd en live gegaan. In december 2015 heeft een groepje direct betrokkenen de eerste coöperatieve dienst beproefd: een 'spookfiledienst' die gebruikers met een ge-

personaliseerd snelheidsadvies waarschuwt voor filegolven (vaak *spookfiles* genoemd, vandaar de naam van de dienst en het project) en dat die golven kan helpen dempen. Vanaf januari, februari 2016 staat deze dienst open voor enkele honderden 'gewone' deelnemers. Dat is ook meteen een belangwekkende verkeerskundige mijlpaal: het was voor het eerst dat er in Nederland op die schaal een open coöperatief systeem op de openbare weg in gebruik is genomen. Belangrijker nog is dat hiermee een stevige basis is gelegd voor de coöperatieve inspanningen in andere Nederlandse ITS-projecten en zelfs in internationale projecten als ITS Corridor. Omdat er steeds goed is aangesloten op Europese standaarden kan Nederland de coöperatieve toekomst zo mede vormgeven.

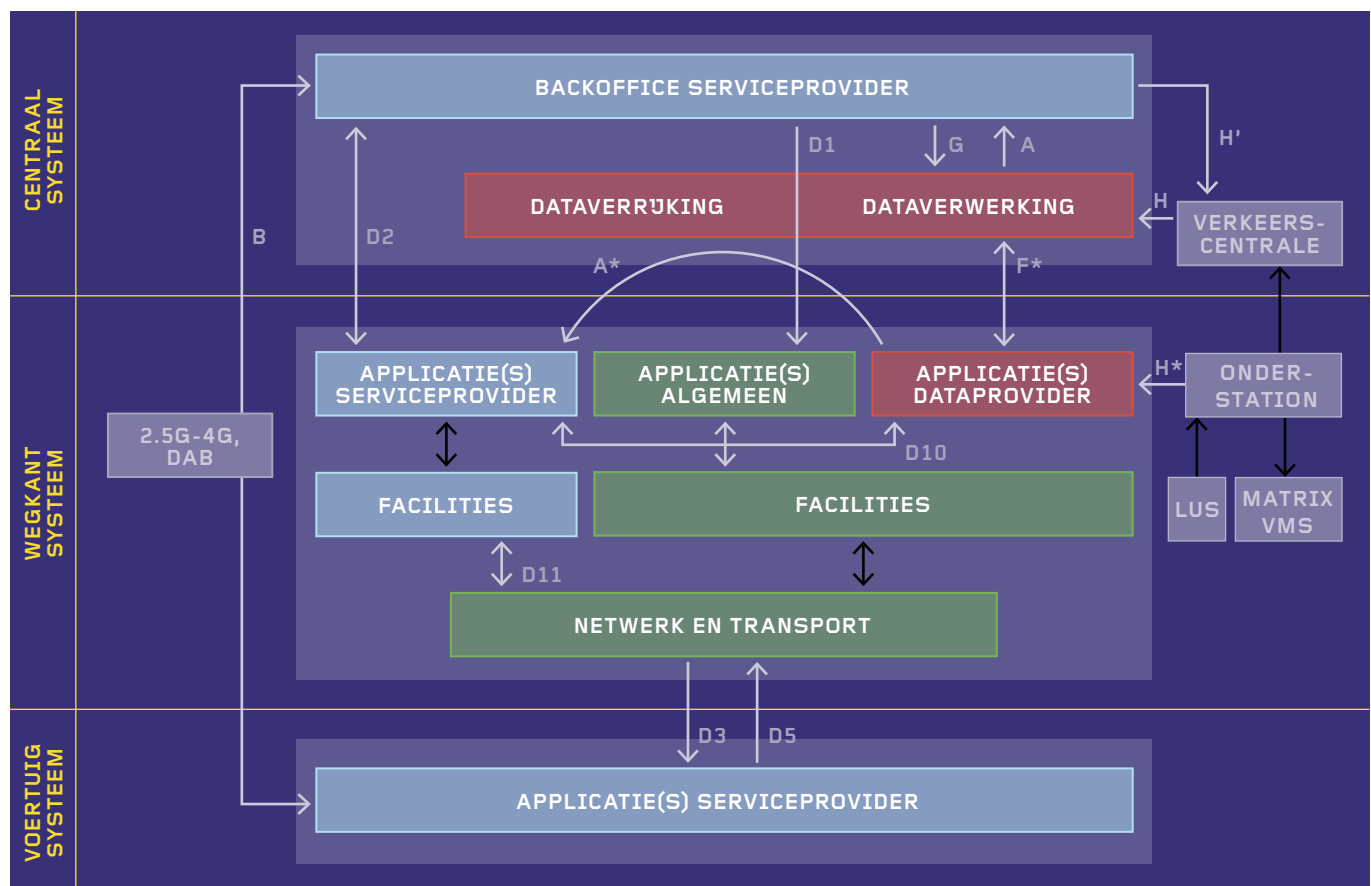
Open opzet

Om een beeld te krijgen van de kansen die het

nieuwe systeem op de A58 biedt, is het goed stil te staan bij de gekozen opzet – zie ook *figuur 1*, met daarin de architectuur van het coöperatieve systeem.

Twee belangrijke kenmerken van het systeem zijn, dat het *open* is en dat het *internationale standaarden* volgt. Zoals goed te zien is in *figuur 1* is het coöperatieve systeem opgeknipt in logische componenten (de blokken) die fysiek dan wel draadloos verbonden zijn door koppelvlakken (de pijlen). Zowel de componenten als de koppelvlakken zijn gespecificeerd en gedocumenteerd: wat is de functionaliteit van elke component en hoe 'praat' dit onderdeel met andere gekoppelde onderdelen? Daarbij is nauwgezet de ETSI ITSC¹, de Europese standaard voor ITS-

¹ Formeel heet deze standaard ETSI EN302 665, 'Intelligent Transport Systems (ITS); Communications Architecture'. Zie www.etsi.org.



Figuur 1: De architectuur van het in het project Spookfiles A58 opgeleverde coöperatieve voertuig-wegkantsysteem.

communicatiearchitecturen, gevolgd. Overigens is die standaard nog niet zo breed dat het alle (sub)systemen van een coöperatief voertuig-wegkantsysteem omvat. Waar nodig is de ETSI-standaard dan ook aangevuld, in lijn met de al bestaande richtlijnen.

Een voordeel van deze aanpak is dat je kennisontwikkeling stimuleert en op termijn een aantrekkelijke markt creëert. Dat geldt allereerst voor het coöperatieve systeem zelf. Als marktpartij hoef je bijvoorbeeld niet een compleet systeem op te leveren (dat zou alleen weggelegd zijn voor enkele grote partijen), maar kun je je concentreren op één enkel component, zoals een subsysteem voor dataverwerking en verrijking. Coöperatieve technologie wordt zo een interessant werkterrein voor een breed scala aan grote én kleine, meer gespecialiseerde bedrijven.

De aansluiting op internationale standaarden biedt de marktpartijen bovendien schaalvoordeel: een opgeleverd (sub)systeem zal gemakkelijk in andere nationale of Europese projecten gebruikt kunnen worden. Dat bevordert weer de innovatie, omdat met zicht op nieuwe projecten het 'doorontwikkelen' van technologie nuttig en noodzakelijk blijft.

De vlieger van een aantrekkelijke markt gaat ook op voor de coöperatieve *toepassingen*. Serviceproviders hoeven niet hun eigen data te verwerken, hun eigen wegkantsystemen en antennes te implementeren, eigen on-board units in de voertuigen te laten schroeven etc. In plaats daarvan 'prikken' zij coöperatieve diensten als apps in het coöperatieve systeem, waarbij de applicaties gebruik maken van de generieke diensten die de componenten leveren, zoals dataverwerking en verrijking en de verbinding met de weggebruikers. Dat maakt het ontwikkelen van slimme toepassingen heel veel eenvoudiger – en de kans op het beschikbaar komen van nuttige, slimme coöperatieve toepassingen navenant groter.

Twee dimensies

Een en ander betekent dat je de architectuur op twee verschillende manieren kunt bekijken. De eerste dimensie is die van de 'fysieke' lagen: backoffice, wegkant en voertuig. De focus ligt daarbij op de locatie of het niveau waarop de verschillende componenten (subsystemen) gepositioneerd zijn.

Dankzij het open, gestandaardiseerde karakter kun je het systeem echter ook *functioneel* onderverdelen. Zo wordt duidelijk bij welk type partij een bepaalde component hoort. Voor de aanbesteding van het project Spookfiles A58 bleek die functionele dimensie al erg nuttig: de deelnemende consortia konden zich al naar gelang hun expertise inschrijven op drie verschillende percelen. Het gaat om de volgende:

- **Perceel Data** (rood in de figuur). De partijen die deze rol vervullen zijn verantwoordelijk voor het verwerken, verrijken en beschikbaar stellen van data voor het coöperatieve systeem.
- **Perceel Wegkant** (groen). De partij in dit perceel biedt telecommunicatiecapaciteit op de weg: communicatie tussen voertuigen onderling en communicatie tussen voertuigen en de wegkant. De Wegkant-partij stelt daarnaast microdata van de voertuigen ter beschikking aan het perceel Data, en maakt het lokaal draaien van diensten mogelijk.
- **Perceel Serviceprovider** (blauw). De serviceprovider voorziet in een coöperatieve dienst (informatie, advies, rijtaakondersteuning) voor de weggebruiker. De provider maakt hierbij gebruik van de beschikbare data uit het perceel Data, en de telecommunicatiecapaciteit en lokale servers van het perceel Wegkant.

Uiteraard maakt het coöperatieve systeem ook gebruik van bestaande systemen, diensten en telecomcapaciteit. De langeafstandscommunicatie bijvoorbeeld loopt via de 'gewone' 3G- en

4G-verbindingen, en behalve eigen voertuigdata kan er via koppelingen met de verkeerscentrale ook data van onder meer lussen en verkeerssystemen (zoals: de stand van matrixborden) worden binnengehaald. Die externe elementen zijn in de figuur zwart gekleurd.

Veiligheid en privacy

Met de gekozen aanpak in Spookfiles A58 zijn een aantal van de genoemde organisatorische hobbels geslecht: de gekozen opzet maakt het voor grote en kleine partijen interessant aan te haken en de basis voor een interessante markt van coöperatieve diensten is gelegd. Maar hoe staat het met de meer technische hobbels *veiligheid* en *privacy*?

Als het gaat om sec adviesdiensten, zoals de spookfiledienst, dan zijn de risico's wat veiligheid betreft vrij beperkt. Het ergste wat er kan gebeuren is dat de dienst uitvalt of dat er verkeerde adviezen worden gegeven – maar omdat de rijtaak nog voor de volle 100% bij de bestuurder ligt, zal dat niet tot direct gevaar op de weg leiden. Uitval of misbruik van een adviesdienst is uiteraard wel onwenselijk en daarom heeft een team van specialisten verschillende beveiligingsmaatregelen uitgewerkt. Het team heeft daarmee meteen de basis gelegd voor toekomstige veiligheidsmaatregelen, voor als er toepassingen komen met een groter veiligheidsrisico.

Eén interessante maatregel is dat alle berichten, vanuit de wegkant én vanuit de voertuigen, digitaal worden ondertekend met een certificatenstelsel. Zo kan de *integriteit* en *authenticiteit* van de communicatie worden gewaarborgd: is een bericht niet stiekem veranderd en komt een bericht niet van een onbetrouwbare bron? Voor dit certificatenstelsel is een bestaande open source PKI-tool² aangepast en geschikt gemaakt voor de coöperatieve omgeving. In het coöperatieve Spookfiles A58 systeem kunnen nu alleen geautoriseerde wegkantssystemen en voertuigen berichten met een 'geldigheidscertificaat' verzenden. Als een bericht wordt gewijzigd, is het meteen ongeldig.³

Ook op het gebied van privacy zijn er innovatieve voorzieningen getroffen. Coöperatieve voertuigen zenden constant kleine berichten uit met gegevens over hun locatie. Elk afzonderlijk locatieberichtje is nog geen privacy-issue: je weet dan alleen dat er een coöperatief voertuig

² PKI staat voor *Public Key Infrastructure*, een systematiek om een betrouwbare (elektronische) berichtenuitwisseling mogelijk te maken.

³ In het Spookfiles A58-project wordt vooral de technologie beproefd. Daarom is in het project de registratieautoriteit (nog) niet geformaliseerd: dat onderdeel van PKI is meer organisatorisch van aard. Zie het artikel 'Slimme oplossingen voor veiligheids- en privacy-issues' voor meer informatie.



met ID a op moment t op locatie x was. Maar als je alle berichtjes van ID a op een rij zet, leidt dat wél tot een inbreuk op de privacy. Je zou bijvoorbeeld kunnen afleiden waar de eigenaar van voertuig a woont of werkt. Om te voorkomen dat derden de locatieberichtjes afvangen om er individuele ritten van af te leiden, zijn de on-board units in de coöperatieve voertuigen zo gebouwd dat ze regelmatig van ID veranderen.

Ook op serverniveau is privacy leidend. Het systeem mag de binnengekomen locatieberichtjes bijvoorbeeld wel op een server opslaan, maar die data kunnen niet zomaar aan een verkeerscentrale of andere partij worden overgedragen. De gegevens worden geaggregeerd (gebundeld) en het begin- en eindpunt van de ritten eraf geknipt. Dat heeft als nadeel dat er geen herkomst-bestemmingsmatrices kunnen worden afgeleid uit de gegevens, maar dat is simpelweg de prijs die wordt betaald voor privacy.

Ervaring opdoen met spookfiledienst

Met deze veiligheids- en privacymaatregelen is het coöperatieve systeem langs de A58 klaar voor de praktijk. In 2016 hebben ongeveer 200 geselecteerde proefpersonen de eerste coöperatieve dienst, gericht op het terugdringen van filegolven (spookfiles) op de A58, dan ook gericht kunnen testen.⁴ Er is hierbij overigens met twee spookfilediensten gewerkt, ZOOF en FlowPatrol, van twee verschillende consortia. De consortia hebben elk een eigen coöperatieve on-board unit en een eigen smartphone-app ontwikkeld. Ze verschillen daarmee in gebruikte apparatuur, rekenmethodes (algoritme) en presentatie, maar bieden dezelfde functionaliteit.

Kort gezegd werkt de coöperatieve spookfiledienst als volgt. Op basis van verschillende databronnen genereert het perceel Data een

verkeersbeeld. De serviceprovider, in dit geval ZOOF of FlowPatrol, destilleert uit dit beeld de filegolven en zendt die informatie via de wegkantsystemen uit over wifi-p: locatie van een filegolf, snelheid en lengte. De on-board unit pikt alle berichten uit de ether en filtert wat relevant is. De informatie over congestie gaat naar de smartphone-app, die – rekening houdend met de snelheid van het voertuig en de locatie ten opzichte van de file – een passend snelheidsadvies geeft. Doel is de voertuigen zo soepel mogelijk op de filestaart af te laten rijden, zodat bruusk remmen wordt voorkomen en de filegolf langzaamaan afneemt of zelfs oplost. Als de gebruiker in de ‘kop’ van een filegolf komt krijgt hij ook een seintje: door tijdig harder te rijden dragen ze eveneens bij aan het oplossen van een filegolf.

Alle berichten, adviezen en reacties (snelheidsaanpassingen) van de gebruikers worden geanonimiseerd gelogd. Zo kan achteraf goed worden bepaald hoe de diensten werken, hoe nauwkeurig en ‘tijdig’ de adviezen zijn en hoe de weggebruikers reageren. Het potentieel wat tijdigheid betreft is in ieder geval groot. Met de korteaafstandscommunicatie binnen het coöperatieve systeem is in theorie een ‘verversingsfrequentie’ van een verkeersbeeld *per seconde* mogelijk!

Of de spookfiledienst tot een verbetering op de weg leidt, hangt trouwens af van het aantal (coöperatieve) gebruikers. Er moet een minimaal aantal gebruikers gelijktijdig op het A58-traject rondrijden om een meetbaar effect te kunnen creëren – de literatuur spreekt van een vereiste penetratiegraad van 2%. Op voorhand was duidelijk dat tijdens de proef dat volume niet of zelden gehaald zou worden. Het hoofddoel was dan ook vooral het testen van het opgeleverde coöperatieve systeem en de adviesverstrekking als zodanig. In in dat opzicht zijn de proeven meer dan geslaagd.

⁴ In 2015 is er in het kader van het Spookfiles A58-project ook al met proefpersonen getest, maar dat betrof een ‘connected’ versie van de dienst. Die maakt alleen gebruik van langeafstandscommunicatie en nog niet van de communicatie via wifi-p.

Hoe verder?

Al met al zijn er genoeg redenen om het in Spookfiles A58 opgeleverde coöperatieve systeem inclusief toepassing als een mijlpaal te zien. Uiteraard is het doel niet louter 'laten zien dat het werkt', maar de introductie van coöperatieve technologie op het Nederlandse en Europese weggennet versnellen en vergemakkelijken. Of en zo ja welke specifieke vervolgstappen daarvoor genomen worden, bepalen het ministerie van Infrastructuur en Milieu, Rijkswaterstaat en provincie Noord-Brabant. Duidelijk is in ieder geval dat de producten, kennis en praktijkervaringen die in Spookfiles A58 zijn opgedaan, een stevige basis vormen onder toekomstige ITS-projecten onder de vlag van het Beter Benutten-programma. Ook voor het internationale project ITS Corridor vormen de 'Spookfiles A58-producten' hoogst waardevolle input.

Los daarvan lijken de kansen die het coöperatieve Spookfiles A58-systeem biedt, aantrekkelijk genoeg: het is in de praktijk beproefd, biedt voldoende kans aan ook kleinere partijen, is daardoor goed te managen en beheren (geen 'megaproject'), sluit aan bij internationale ontwikkelingen en standaarden en – last but not least – biedt zicht op heel innovatieve en krachtige diensten aan de weggebruiker.



De meerwaarde van coöperatieve technologie

Of een nieuwe technologie kans maakt, hangt uiteindelijk vooral af van de vraag of de technologie echt meerwaarde biedt. Hoe verhoudt het coöperatieve voertuig-wegkantsysteem zich in dit opzicht tot de gebruikelijke *connected* toepassingen? En zal het *zelfrijdende voertuig* de coöperatieve technologie niet snel overbodig maken?

Coöperatieve technologie wordt nog wel eens gezien als een 'tussenfase'. We bevinden ons nu in de *connected* periode, de komende jaren zullen we dankzij coöperatieve technologie wat sprongen vooruit maken, maar een echte doorbraak volgt pas als de zelfrijdende auto gemeengoed wordt – dat is de redenatie.

Die voorstelling van zaken is echter te kort door de bocht. 'Coöperatief' en 'zelfrijdend' zijn in feite twee *verschillende*, min of meer *gelijktijdige* ontwikkelingspaden die in de toekomst mogelijk samenkomen. Om te begrijpen hoe deze twee paden elkaar aanvullen, is het goed stil te staan bij de vraag: waar huist de intelligentie?

Op afstand, in het voertuig of...?

Bij de *connected* toepassingen bevinden techniek en intelligentie zich in de backoffice. De on-board unit (navigatiesysteem, boordcomputer, smartphone etc.) zelf herbergt uiteraard ook enige intelligentie, maar voor de meer geavanceerdere diensten zijn de applicaties sterk afhankelijk van de 'systemen op afstand'.

Ook zelfrijdende voertuigen leunen op een backoffice, al was het maar om de slimste route over het netwerk te kunnen bepalen. Maar de

techniek en intelligentie bevinden zich op dit pad vooral in het voertuig zelf. Dankzij slimme technologie aan boord (camera's, lasers etc.) is een zelfrijdend voertuig zich bijvoorbeeld goed bewust van de directe omgeving en kan het daarop – met behulp van uiterst geavanceerde systemen – anticiperen en reageren. Mogelijk zal het zelfrijdende voertuig ook rechtstreeks informatie uitwisselen met andere slimme voertuigen in de buurt.

Het coöperatieve systeem is echter anders van opzet. Een slimme applicatie kan draaien op het backofficesysteem, op het voertuigsysteem, maar ook op het wegkantsysteem⁵: de 'tussenlaag' in de architectuur. En juist die *distributie van intelligentie* biedt unieke mogelijkheden.

Een 'coöperatieve' serviceprovider zal veel van zijn diensten op zijn eigen backoffice plaatsen – in *figuur 1* 'Backoffice serviceprovider' in de laag Backoffice. Op basis van alle bewerkte en verrijkte data die in dezelfde laag beschikbaar

⁵ Het wegkantsysteem staat niet noodzakelijkerwijs fysiek langs de kant van de weg: het kan ook op afstand staan. In het project Spookfiles A58 is het systeem via (zéér snelle) glasvezelkabels direct verbonden met de radiobakens, waardoor het 'virtueel' langs de kant van de weg staat.

worden gesteld, kan de betreffende applicatie informatie en adviezen naar de voertuigen zenden, bijvoorbeeld over routekeuze. De (langeafstands-) communicatie met de voertuigen loopt via koppelvlak B (3G of 4G).

Een deel van de dienst kan ook op het wegkantsysteem worden gehost, ook wel Roadside ITS Station of RIS genoemd. Op het RIS draait namelijk ook een applicatie van de dataprovider die lokaal de grote hoeveelheden voertuigdata afwikkelt die via de wifi-p-radiobakens binnenkomen (koppelvlak D5). Die data worden direct verwerkt, verrijkt en beschikbaar gesteld aan applicaties van serviceproviders (koppelvlak D10). Door dat in het RIS af te handelen is er nauwelijks sprake van tijdverlies en kunnen er diensten worden geleverd die zeer tijdkritisch zijn, zoals automatisch invoegen. Uiteraard worden de data ook naar de backoffice verzonden (koppelvlak F), waar ze bijdragen aan het verder 'scherp krijgen' van het verkeersbeeld.

Tot slot is er nog de intelligentie in de coöperatieve voertuigen. Via wifi-p staan die niet alleen in contact met de radiobakens in hun directe omgeving (en daarmee: met het RIS), maar ook met andere coöperatieve voertuigen. Die rechtstreekse communicatie en data-uitwisseling tussen voertuigen onderling biedt weer mogelijkheden voor diensten als platooning.⁶ De applicatie die zo'n dienst verzorgt, zou een serviceprovider op het coöperatieve voertuigsysteem installeren, het Vehicle ITS Station (VIS).

De echte meerwaarde zit 'm echter in het samenspel van de lagen. Dankzij de tussenlaag Wegkant zijn de voertuigen op de weg geen intelligente eilandjes meer (zoals een beetje het geval is met de zelfrijdende auto), maar intelligente *samenwerkingspartners* die dankzij alle

communicatiemogelijkheden niet alleen weten wat er in de directe omgeving, maar ook wat er 'om de hoek' gebeurt. In het bovenstaande kwamen de voorbeelden automatisch invoegen en platooning al voorbij, maar wat te denken van de combinatie: een kolonne (vracht)auto's die automatisch gaten creëert omdat ze weet dat bij de volgende toerit een aantal auto's zal invoegen. Niet voor niets heet het een *coöperatief* systeem.

Coöperatief biedt ook meerwaarde voor zelfrijdende voertuigen

Samenvattend kunnen we stellen dat op het ontwikkelpad naar de zelfrijdende auto de voertuigintelligentie grote stappen vooruit maakt. Het pad naar het coöperatieve systeem richt zich juist op de distributie van intelligentie en op de samenwerking en het samenspel die dat mogelijk maakt.

In dat licht bezien is de zelfrijdende auto geen alternatief voor het coöperatieve systeem, maar zal die auto eerder baat hebben bij een coöperatieve technologie. Omgekeerd zal een coöperatief systeem de extra intelligentie op voertuig-niveau kunnen gebruiken. Afhankelijk van hoe je het bekijkt kom je dan uit op een 'zelfrijdend voertuig plus' of een 'coöperatief plus'.

⁶ Platooning betekent dat een aantal voertuigen met rijtaakondersteuning in een konvooi rijden. De 'volgers' reageren daarbij automatisch op het remmen en accelereren van de eerste (vracht)auto.

Case: Road Works Warning

De ruim dertig projectpartners van Spookfiles A58 hebben van begin 2014 tot eind 2016 hard gewerkt aan een nieuw coöperatief voertuig-wegkantsysteem. De infrastructuur van dit systeem is open en dienstenonafhankelijk opgezet, wat wil zeggen dat externe partijen gemakkelijk kunnen aanhaken met hun eigen coöperatieve diensten. Maar werkt dat ook in de praktijk? Jazeker, zo blijkt uit een interessante proef met de dienst Road Works Warning.



In het project Spookfiles A58¹ werken bedrijven, overheden en kennisinstellingen aan de introductie van het coöperatieve voertuig-wegkantstelsysteem. De A58 tussen Tilburg en Eindhoven is het proefterrein: hier staan 34 wegwakantbakens voor snelle communicatie over wifi-p. Dankzij het stelsysteem en z'n bakens kunnen (coöperatieve) voertuigen en de weginfrastructuur voortdurend informatie delen en zo 'samenwerken' aan een efficiënt en veilig verkeersstelsysteem.

Om de technologie te beproeven hebben de projectpartners meteen een eerste coöperatieve dienst ontwikkeld, de spookfiledienst. Op basis van nauwkeurige informatie over snelheidsverschillen op het proeftraject krijgen deelnemers gepersonaliseerde in-car snelheidsadviezen.

Zo'n eerste werkende dienst is een mooi resultaat, maar tegelijkertijd niet meer dan een begin. Voor wegbeheerders en weggebruikers is investeren in de systemen namelijk alleen interessant als er zicht is op een hele reeks aan hoogwaardige informatie- en adviesdiensten. En dat is pas reëel als verschillende serviceproviders, niet slechts de eigenaar of ontwikkelaar van het stelsysteem, gemakkelijk met hun applicaties kunnen aanhaken. Het coöperatieve stelsysteem in Spookfiles A58 is om die reden open en dienstenonafhankelijk opgezet, volgens Europese standaarden. Om te kunnen bepalen hoe die 'openheid' in de praktijk uitpakt, is nog tijdens het testen van de eigen spookfiledienst alweer een nieuwe proef uitgezet: lukt het om vlot applicaties van andere partijen live te krijgen? Als dienst is Road Works Warning gekozen, oftewel in-car waarschuwingen en aanwijzingen bij wegwakzaamheden.

Twee weken

Road Works Warning is een 'use case' van het in 2015 gestarte Europese project Coöperatieve

ITS Corridor. Nederland, Duitsland en Oostenrijk werken hierin aan de introductie van coöperatieve diensten op het tracé Rotterdam-Frankfurt-Wenen. De wegwakzaamheidendienst was op papier uitgewerkt. Rijkswaterstaat, trekker van het Nederlandse deel van het ITS Corridor-project, had ook al in functionele termen een 'profiel' opgesteld van de in-car berichten over wegwakzaamheden. Conform dat profiel zijn twee testmeldingen aangemaakt, met daarin de datum en tijd van de werkzaamheden, de exacte locatie en de getroffen maatregelen, waaronder de afsluiting van een rijstrook en snelheidsbeperkingen.

De Spookfiles-partners zijn begin december 2015 met deze gegevens aan de slag gegaan. Het Spookfiles A58-stelsysteem maakt gebruik van de berichtenstandaard DENM, *Decentralized Environmental Notification Messages*, gestandaardiseerde berichten voor weggebruikers in een bepaald geografisch gebied. De testmeldingen van ITS Corridor werden daarom 'vertaald' naar DENM en via drie verschillende applicaties klaar-gezet voor verzending. De verdere afhandeling van de service – het uitzenden van de DENM en het op de juiste locatie weergeven op het schermje in de juiste voertuigen – loopt via de bestaande infrastructuur en communicatielijnen van het coöperatieve stelsysteem.

Het hele proces om de 'vertaling' van berichten te organiseren en in het coöperatieve stelsysteem van Spookfiles A58 te integreren heeft zegge en schrijve twee weken geduurd. Op dinsdag 15 december 2015 is de dienst op de A58 gedemonstreerd. De twee testwaarschuwingen zijn uitgezonden in het geografische doelgebied, door de coöperatieve voertuigen opgepikt (dat wil zeggen: door de on-board units in de testvoertuigen) en op de juiste locatie aan de bestuurder getoond. De proef verliep succesvol voor elk van de drie waarschuwingapplicaties.

¹ Spookfiles A58 is een project van de provincie Noord-Brabant en het programma Beter Benutten van het ministerie van Infrastructuur en Milieu. Voor meer informatie zie www.spookfiles.nl.

Verbeterpunten

De demonstratie heeft enkele interessante verbeterpunten aan het licht gebracht. Het gaat bijvoorbeeld om het juiste gebruik van het standaardformaat DENM. Niet alle gegevens die Rijkswaterstaat kon delen over de werkzaamheden pasten goed in een DENM, mede doordat er behalve informatie over de wegwerken zelf ook veel informatie over de verschillende maatregelen (zoals snelheidsbeperkingen, verdrijfpijlen, rode kruizen) werd gedeeld. Een mogelijke oplossing is om behalve berichten van het type DENM, ook berichten van het type IVI/IVS te verzenden.² Uitsluitel hierover is belangrijk om de use case Road Works Warning te kunnen 'doorontwikkelen'.

Een ander aandachtspunt is welke informatie en adviezen er eigenlijk in-car gepresenteerd moeten worden en in welke vorm. Dit is een typisch *human factors*-vraagstuk: wat is nog behapbaar voor de verkeersdeelnemer? Wegbeheerders en marktpartijen zullen hier samen richtlijnen voor

moeten opstellen, het liefst natuurlijk Europa-breed. Hier gaat het project Cooperatieve ITS-corridor van Rijkswaterstaat verder mee aan de slag.

Gevalideerd

De verbeterpunten betreffen vooral de functionele invulling van de dienst. Als het puur gaat om de opzet en technologie van het coöperatieve voertuig-wegkantsysteem van Spookfiles A58, dan zijn met de Road Works Warning-proef twee belangrijke zaken gevalideerd. Allereerst is gebleken dat de Spookfiles A58-infrastructuur en bijbehorende koppelvlakken het mogelijk maken om *in (heel) korte tijd nieuwe toepassingen uit te rollen*. Tevens is gevalideerd dat de wegbeheerder Rijkswaterstaat met de Spookfiles A58-architectuur *verkeersmanagementberichten kan laten versturen door verschillende serviceproviders* en dat weggebruikers deze berichten correct ontvangen.

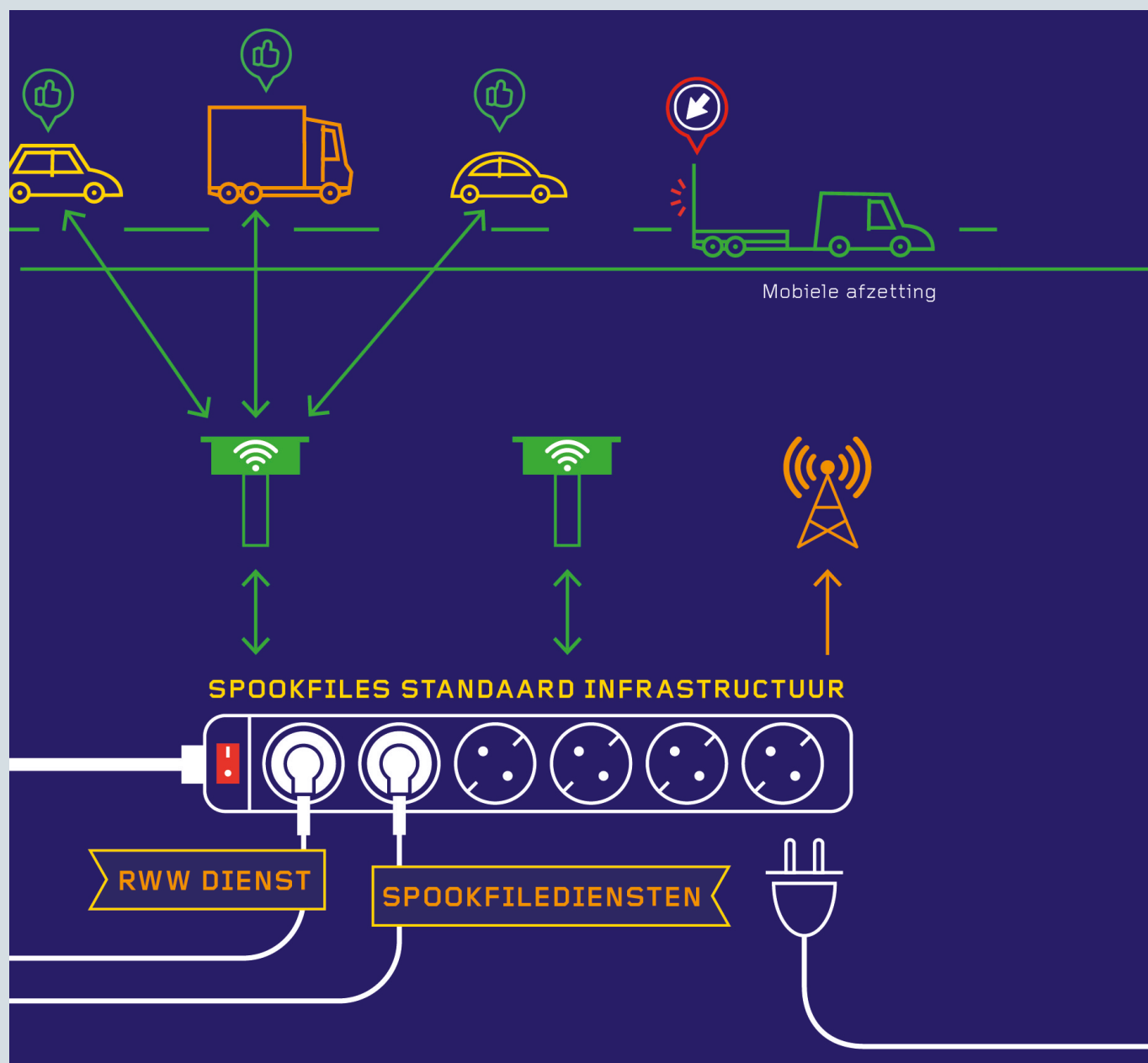
² IVI staat voor In-Vehicle Information. Het betreft een datastructuur voor ITS-services. Een onderdeel van IVI is IVS, In-Vehicle Signage, voor het delen van statische en dynamische 'road sign information', zoals verdrijfpijlen of kruizen.



Hoe de Road Works Warning-dienst is ingepast

De eerste stap om de dienst Road Works Warning in te kunnen passen was het 'vertalen' van de testmeldingen volgens het ITS Corridor-profiel naar *gestandaardiseerde* in-car berichten, zogenaamde DENM. Deze vertaling zal in de toekomst waarschijnlijk door of namens de wegbeheerder worden uitgevoerd. In de proef zijn drie verschillende bedrijven hiermee aan de slag gegaan, om ervaring op te doen met de interoperabiliteit van de resulterende berichten. De drie bedrijven hebben de DENM vervolgens aangeboden bij de standaard 'faciliteiten' van

de Spookfiles A58-infrastructuur. Deze faciliteiten zorgen ervoor dat de berichten razendsnel bij de bakens terecht komen. Aan de hand van de locatiereferentie in de berichten checken de bakens langs de weg of een zeker bericht voor hen bedoeld is. Zo ja, dan zenden ze die via wifi-p naar de voertuigen in hun bereik. De on-board units van de coöperatieve auto's vangen de berichten op en gebruikmakend van hun eigen (GPS) positiebepaling tonen ze op exact de juiste locatie de waarschuwingen en aanwijzingen.

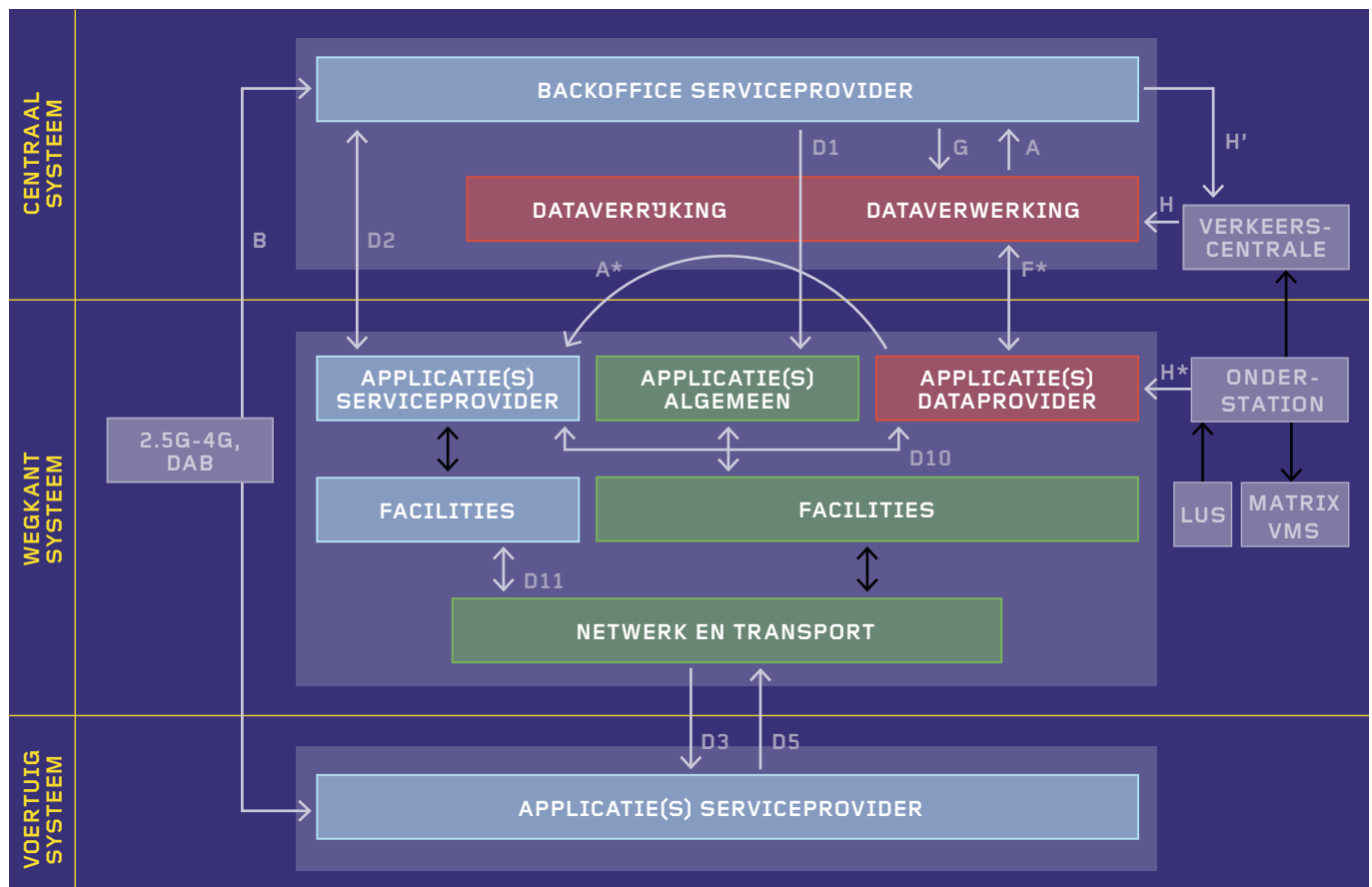




Nieuwe standaarden voor coöperatieve technologie

Bij het ontwikkelen van het coöperatieve voertuig-wegkantsysteem voor het project Spookfiles A58, hebben de deelnemende partijen waar nodig en relevant gebruikgemaakt van internationale standaarden. Maar niet voor elke systeemkoppeling en niet voor elk proces was al een praktisch toepasbare standaard beschikbaar. De partijen in het project hebben daarom zélf een aantal standaarden ontwikkeld en in gebruik genomen.





Figuur 1: De architectuur van het coöperatieve systeem van Spookfiles A58, met een schematische weergave van de 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.

Coöperatieve technologie kan niet zonder internationale standaarden. Een voertuig-wegkant-systeem moet bijvoorbeeld kunnen communiceren met alle coöperatieve voertuigen, ongeacht het merk. De voertuigen onderling moeten probleemloos informatie kunnen uitwisselen. En ook de verschillende coöperatieve systemen die uiteindelijk zullen worden uitgerold – systemen van uiteenlopende wegbeheerders, in verschillende regio's en landen – moeten dezelfde taal spreken. Anders zal er immers geen sprake zijn van continuïteit in de dienstverlening.

De Europese Commissie is zich goed van die standaardisatienoodzaak bewust. In opdracht van de Commissie hebben ETSI en CEN, twee officieel erkende Europese standaardisatieorganisaties, al een hele reeks van die standaarden opgeleverd. Technisch gezien bestrijken die het

complete coöperatieve werkveld en ze vormen dan ook een prima uitgangspunt voor wegbeheerders en regio's die met coöperatieve technologie aan de slag willen gaan.

Twee uitdagingen

Zo ook voor de deelnemers aan het project Spookfiles A58, dat in 2014 van start ging. Bij het ontwikkelen van het coöperatieve voertuig-wegkantsysteem voor het proeftraject op de A58 Eindhoven-Tilburg hebben de Spookfiles A58-partijen alle ETSI/CEN-standaarden nauwgezet gevolgd. Hoe is dat gegaan?

Er waren twee uitdagingen. In de eerste plaats bleken enkele ETSI/CEN-standaarden nog vooral van papier te zijn; ze waren wel uitgewerkt, maar nog niet in de praktijk beproefd. In de Spookfiles A58-praktijk is voor die stan-

daarden waardevolle praktijkervaring opgedaan.

De tweede uitdaging had meer voeten in aarde. Ze had alles te maken met de innovatieve, marktgerichte insteek van Spookfiles A58. Het doel van het project was namelijk niet slechts om te demonstreren dat coöperatieve technologie werkt, maar om een levensvatbaar – lees: commercieel interessant – systeem neer te zetten. Het systeem is daarom opgeknipt in logische componenten die fysiek dan wel draadloos verbonden worden door koppelvlakken. Ook worden er verschillende operationele rollen onderscheiden, te weten dataprovider, serviceprovider en communicatieprovider. *Zie figuur 1.*

Deze aanpak heeft verschillende voordelen. Zo zal de opdrachtgever of initiator nooit afhankelijk zijn van één enkele marktpartij. Per component of rol kan hij immers een andere systeembouwer of provider kiezen – en hij kan ook altijd wisselen. Voor de systeembouwers is het weer interessant dat ze zich kunnen concentreren op één enkel component, zoals een subsysteem voor dataverwerking en verrijking. Hetzelfde geldt voor de providers: ze concentreren zich op een specifieke rol, waarbij bovendien geldt dat er plek is voor meer dan één.

Maar voor deze ‘commerciële’ insteek geldt wel dat er veel meer standaarden nodig zijn, vooral voor de koppelvlakken tussen de componenten. De ETSI/CEN-set bevatte die standaarden niet of slechts gedeeltelijk. Spookfiles A58 moest hiervoor zelf aan de bak.

Drie gebieden

In het onderstaande gaan we kort in op de verschillende ‘standaarduitdagingen’ in Spookfiles A58. We bespreken de nieuwe protocollen voor 1) de communicatie tussen providers en voor 2) het ontsluiten van data, en kijken wat er is ontwikkeld op het vlak van 3) *privacy & security*.

BERICHTENVERKEER PROVIDERS

In een coöperatief systeem is er voortdurend communicatie tussen het centrale systeem, de wegkantsystemen en de voertuigsystemen. De communicatie tussen wegkant en voertuig is bijvoorbeeld nodig om een in-car bericht (advies of waarschuwing) aan de bestuurder te kunnen presenteren. ETSI en CEN hebben de berichten zelf gestandaardiseerd en ook de communicatie tussen de wegkantsystemen en de systemen in de voertuigen – de koppelingen **D3** en **D5** in figuur 1. Maar de communicatie in het blok ‘wegkantsysteem + centrale systeem’ – de bovenste lagen in figuur 1 – is niet voorgeschreven. Dat is ook niet nodig als je ervan uitgaat dat de verantwoordelijke voor beide lagen een en dezelfde partij is, als in: ‘één systeem één eigenaar’. Maar zodra je kiest voor een meer open aanpak, met ruimte voor meerdere (markt)partijen, ligt dat anders.

In Spookfiles A58 zijn de protocollen tussen de lagen wegkant en voertuig daarom ‘naar boven gehaald’ en zijn er (afgeleide) protocollen voor hoger in de keten ontwikkeld, **D10** en **D11** in figuur 1. Het zijn juist deze standaarden die de rollen mogelijk maken van dataprovider, serviceprovider en communicatieprovider. Los van het commerciële voordeel van zo’n rolverdeling – onder meer de genoemde gezonde concurrentie en toegang voor kleinere partijen – creëer je ook de broodnodige ontzorging van met name de serviceprovider. Dankzij de diensten van een communicatieprovider hoeft de serviceprovider zich bijvoorbeeld niet te verdiepen in de vraag naar welke wegkantbaken een bepaald berichtje moet of wat er moet gebeuren als een baken het bericht niet oppikt. De serviceprovider stelt simpelweg een bericht op voor een geografisch gebied en de communicatieprovider verzorgt de rest.

In feite maken de gestandaardiseerde koppelvlakken compleet nieuwe servicelagen mogelijk,

de facilities. De gedefinieerde koppelvlakken staan bijvoorbeeld asynchrone koppelingen toe. Dat maakt van de communicatieprovider een modern en schaalbaar postkantoor dat informatie heel gericht kan bezorgen. Behalve een bezorging op basis van locatie is er dan ook bezorging op basis van abonnement mogelijk. Stel dat iemand van alle informatie die beschikbaar is, alleen interesse heeft in (of: alleen bereid is te betalen voor) gladheidsmeldingen, dan kan dat. Bij de gebruikelijke één-op-één-verbindingen tussen wegkant en voertuig wordt in principe alle informatie gedeeld.

Het is belangrijk te benadrukken dat deze opties niet alleen theoretisch mogelijk zijn, maar dat ze ook daadwerkelijk zijn geïmplementeerd in het coöperatieve systeem voor Spookfiles A58. Het gebruik van standaarden en de keuze voor asynchrone koppelingen was ook de reden dat er naast de initiële spookfiledienst gemakkelijk andere diensten konden worden opgeleverd, zoals Road Works Warning.

STANDAARDEN VOOR DATASTROMEN

Een bijzondere set koppelvlakken betreft die voor de datastromen van en naar de dataprovider. Ook op dit vlak speelt het gegeven dat de bestaande ETSI/CEN-standaarden uitgaan van de 'één systeem één eigenaar'-gedachte en dat er dus nogal wat standaarden ontbreken voor een open, meer marktgericht systeem als dat van Spookfiles A58.

Zo is voor de Spookfiles-architectuur de koppeling **H** – zie figuur 1 – tussen het coöperatieve systeem en de wegbeheerders gedefinieerd, voor het binnenhalen van onder meer actuele verkeersgegevens (snelheden, intensiteiten) en beeldstanden (de stand van bijvoorbeeld matrixborden: 90/70/50 of afgekruist). **A** is er voor de verkeersberichten, zoals wegwerkzaamheden en ongevallen. Via de nieuwe koppeling **G** kan de dataprovider zogenaamde 'communitydata' bin-

nenhalen, gegevens en meldingen die gebruikers genereren met apps als Flitsmeister.

Deze standaarden betreffen nog vooral de 'traditionele' datastromen, in geaggregeerde en daarmee ook vertraagde vorm. Voor de echt coöperatieve toepassingen zijn echter ook snelle wegkant- en voertuigdata nodig. De wegbeheerders stellen daarom individuele voertuigpassages beschikbaar die met de lussen in de weg worden gemeten. Voor de ontsluiting van deze onvertraagde en vooral ook grote datastroom is het nieuwe koppelvlak **H*** gedefinieerd. Deze data worden in de wegkantssystemen zelf verwerkt en opgeschoond, en worden via koppelvlak **A*** aan de 'wegkantapplicaties' van de serviceproviders geleverd. Ook de voertuigdata, die via het pad **D5** en **D10** bij de dataapplicatie komen, worden via **A*** opgeschoond en aan de wegkantapplicaties van de serviceproviders beschikbaar gesteld. Het zijn juist deze nieuwe standaarden die zeer snelle en precieze coöperatieve diensten mogelijk maken – zonder dat er concessies worden gedaan aan de 'commerciële' insteek met meerdere providers.

Een extra uitdaging bij deze datastroomkoppelingen was overigens dat er niets was om op voort te bouwen, zoals bij de standaarden voor het berichtenverkeer. De koppelvlakken **H**, **G**, **A**, **H*** en **A*** zijn dan ook van scratch af ontwikkeld door de Spookfiles A58-partners.¹ Daarbij is er rekening mee gehouden dat er meerdere (data-, service-, communicatie-) providers actief kunnen zijn. Via elke koppeling kunnen verschillende partijen tegelijk verzenden en ontvangen.

STANDAARD VOOR DATAVEILIGHEID VERDER UITGEWERKT

ETSI en CEN hebben een reeks standaarden voor dataveiligheid opgeleverd. Voor de draad-

¹ Er is bij het opzetten van de nieuwe standaarden nauw samengewerkt met het project Praktijkproef Amsterdam.

loze communicatie tussen wegkantssystemen en voertuigen wordt bijvoorbeeld een *public key infrastructure* (PKI) voorgeschreven. Dit betekent dat de coöperatieve (deel)systemen de berichten die ze versturen, digitaal ondertekenen. Het plaatsen van een 'handtekening' en het controleren ervan gebeurt met behulp van geheime en publieke sleutels. Deze beveiliging is erop gericht de authenticiteit en integriteit van berichten te waarborgen: PKI maakt het voor ongemachtigden praktisch onmogelijk om berichten naar de displays van coöperatieve voertuigen te sturen of om de data in bestaande berichten te veranderen.

PKI is op zich een vertrouwde techniek, maar in de verkeers- en vervoerwereld wordt deze aanpak nog nauwelijks toegepast – laat staan in de zich ontwikkelende wereld van coöperatieve technologie. De partijen in Spookfiles A58 stuiten dan ook al snel op witte vlekken. Eén voorbeeld betreft de certificering van wegkant- en voertuigsystemen. Elk systeem dat ondertekende berichten wil versturen, heeft zo'n certificaat nodig en ETSI specificeert precies aan welke eisen zo'n certificaat moet voldoen. Er was echter geen tool beschikbaar om certificaten conform die ETSI-standaarden te genereren. Verder kende de distributie van private sleutels z'n lacunes: welke processen en rollen heb je nodig om die distributie veilig in te richten? Dat was niet uitgewerkt.

De projectpartijen hebben daarom zelf een tool gebouwd om certificaten te maken. De tool is gebaseerd op bestaande open source PKI-software en is daarmee vanzelf in lijn met de procedures en werkwijzen die in de ICT-wereld gebruikelijk zijn. Daarnaast is de workflow voor het veilig distribueren van private sleutels gedefinieerd. Partijen weten zo welke stappen ze moeten volgen – en ze zijn hier ook op te controleren en af te rekenen – om de distributie waterdicht te houden. Zowel de tool als de workflow-standaard zijn

direct in de praktijk beproefd. Niet alleen de 34 wegkantstations zijn van de juiste certificaten voorzien, maar ook de coöperatieve voertuigen (dat wil zeggen: de 'coöperatieve kastjes' in de voertuigen van deelnemers).

Tot slot

Binnen het project Spookfiles A58 is waardevolle ervaring opgedaan met de Europese standaarden voor coöperatieve technologie. De bestaande standaarden zijn toegepast in de praktijk, soms voor het eerst, en ook zijn er witte vlekken ingevuld. Hierbij is de slag gemaakt van een set standaarden met een vooral technische insteek, naar een set standaarden die past in een commercieel levensvatbaar coöperatief systeem.

Het belang van deze inspanningen mag niet onderschat worden. Standaarden gedijen en groeien met het gebruik ervan – en Spookfiles A58 heeft aan dat gebruik fors bijgedragen. Dat heeft al tot concrete successen geleid. Deelnemende marktpartijen hebben onder meer de standaard **H*** in andere projecten kunnen gebruiken. En de Nationale Databank Wegverkeersgegevens (NDW) heeft koppelvlak **H** overgenomen als landelijke standaard. Maar ten minste zo belangrijk is dat er een stevige basis is gelegd voor vervolgprojecten. Projecten als Talking Traffic en MobilitymoveZ.NL sluiten naadloos aan op de behaalde resultaten van het Spookfiles A58-project.² De kans op een verdere doorontwikkeling en een breder gebruik van de standaarden zal daarmee aanzienlijk toenemen – en daarmee de kans op internationale vermarkting van de projectresultaten van Spookfiles A58.

² Voor meer informatie over de doelen en opzet van het Beter Benutten-project Talking Traffic en het partnership MobilitymoveZ.NL zie respectievelijk www.beterbenutten.nl/talking-traffic en www.smartwayz.nl/nl/deelopgaven/smart-mobility/mobilitymoveznl.



Slimme oplossingen voor veiligheids- en privacy-issues

Data zijn de drijvende kracht achter intelligente transportsystemen. Maar waar data worden gebruikt, loert het gevaar van lekken, stiekem meekijken en het ongeautoriseerd aanpassen van gegevens – de bekende (data)veiligheids- en privacy-issues. Om die reden hebben de partijen in het project Spookfiles A58 niet alleen gewerkt aan vernieuwende ITS, maar ook aan oplossingen voor de bijbehorende dataproblemen.



In Spookfiles A58 hebben bedrijven, overheid en kennisinstellingen samen een coöperatief systeem (wifi-p infrastructuur) ontworpen, gebouwd en getest, met de A58 tussen Tilburg en Eindhoven als proeftraject. De eerste dienst die voor het systeem is ontwikkeld, is de spookfiledienst: op basis van nauwkeurige informatie over stremmingen en filegolven op het proeftraject krijgen deelnemers vanuit de wegkant gepersonaliseerde *in-car* snelheidsadviezen toegezonden.

Wil het coöperatieve systeem zo'n advies kunnen genereren, dan moeten er wel heel wat gegevens verzameld, opgeslagen, bewerkt en verzonden worden. Het gaat daarbij om zowel 'publieke' data, zoals verkeersinformatie en de uiteindelijke adviezen die het systeem uitzendt, als om 'persoonsgebonden' data over de coöperatieve voertuigen, zoals hun exacte locatie, snelheid en richting. Het werken met deze data zal al snel leiden tot twee typen risico's: mogelijke problemen op het gebied van (data)veiligheid en issues met de *privacy*. Voor beide categorieën hebben de Spookfiles A58-partijen interessante oplossingen uitgewerkt die de risico's tot een aanvaardbaar niveau terugbrengen.¹

(DATA)VEILIGHEID

Risico's

Onder (data)veiligheid vallen allereerst problemen met de **beschikbaarheid**. Doet de dienst het wel als de afnemer die wil gebruiken? Of doet er zich ergens in de keten een probleem voor met het inwinnen of delen van gegevens en leidt dat tot 'uitval' van de dienst? Ten tweede is er de **authenticiteit** van data. Kan de afnemer van een *in-car* service erop vertrouwen dat de informatie op het scherm van zijn device echt af-

komstig is van de serviceprovider? En dan zijn er nog de zorgen om de **integriteit**. Is het advies dat op het scherm verschijnt juist? Is er niet bewust of onbewust iets aan de data veranderd?

Op zich zijn deze veiligheidsrisico's voor specifiek het project Spookfiles A58 klein: de spookfiledienst die wordt aangeboden, is slechts een adviesdienst. Het ergste wat er kan gebeuren is dat er even géén advies binnenkomt of dat er een verkeerd advies op het scherm van het *in-car* device verschijnt (een advies om snelheid te minderen terwijl dat niet nodig is bijvoorbeeld). In beide gevallen zit de bestuurder 'ertussen' en die zal altijd zijn eigen beslissing nemen. Maar omdat Spookfiles A58 een ontwikkel- en proefproject is, is besloten om toch stevige (data)beveiligingsmaatregelen te treffen. Dat is een mooie oefening voor toekomstige diensten waarbij de risico's wél groter zijn.

Oplossingen

Hoe worden de risico's rond **beschikbaarheid** getackeld? Dat is vooral een kwestie van kwaliteitscomponenten gebruiken, systemen en verbindingen redundant uitvoeren en de juiste (commerciële) service level agreements afsluiten. Het Spookfiles A58-systeem draait bijvoorbeeld op servers met een hoge gegarandeerde beschikbaarheid, geleverd door gespecialiseerde marktpartijen.

Het waarborgen van specifiek de **integriteit** en **authenticiteit** had meer voeten in aarde. Het projectteam heeft hiervoor een *Public Key Infrastructure* (PKI)-oplossing uitgewerkt.

PKI werkt kort gezegd als volgt. Elk systeem in Spookfiles A58 dat draadloos berichten verzendt – de wegkantstations en de *on-board units* in de coöperatieve voertuigen – krijgt twee typen digitale 'sleutels': geheime sleutels waar alleen zij bij kunnen en een publieke sleutel voor iedereen toegankelijk is. De uitgifte en registratie van de sleutelsets worden streng bewaakt.

¹ Er bestaat niet zoiets als 100% (data)veiligheid of privacy, net zomin als een huis ooit 100% inbraakveilig zal zijn. Het doel van maatregelen is dan ook om risico's tot een aanvaardbaar niveau terug te dringen. Wat aanvaardbaar is zal van toepassing tot toepassing verschillen.

Stel nu dat een serviceprovider een snelheidsadvies wil versturen. Vóór verzending 'ondertekent' de serviceprovider dit bericht met zijn **geheime sleutel**: op basis van de inhoud van het bericht **genereert** de sleutel een **digitale handtekening**. Zodra een coöperatief voertuig dit snelheidsadvies oppikt, zal het de **publieke sleutel** van het zendende station opzoeken. Met deze publieke sleutel kan de **handtekening** onder het bericht worden **gecontroleerd**: is die handtekening wel met de juiste geheime sleutel gegenereerd (= is de afzender wel wie hij beweert te zijn) en matcht die met de inhoud van het bericht? Komt er een 'OK' terug, dan weet het voertuig dat zowel de authenticiteit als de integriteit in orde zijn. Komt er een 'false' terug, dan is óf de verzender niet wie hij beweert te zijn of is het bericht gewijzigd.

PRIVACY

Risico's

Dan de privacy. Een eerste risico is dat er gedetailleerde data worden verzameld en opgeslagen van afzonderlijke (tot op individuen te herleiden) voertuigen. Bepaalde informatie wordt daarnaast gedeeld met derden. Dat roept vragen op: kunnen er geen onbevoegden bij de opgeslagen data? En wordt er geen privacygevoelige informatie gedeeld?

Een privacyrisico van een heel andere orde is het afvangen van data die coöperatieve voertuigen uitzenden. Hoewel een los 'berichtje' geen gevaar vormt – een zeker voertuig A reed op moment t op locatie x – is er wel een probleem als álle meldingen van een voertuig zouden worden afgevangen. Als iemand die op een kaart zou projecteren, tekent zich immers een route af. Dat zou inzicht geven in het verplaatsingsgedrag van afzonderlijke voertuigen (en daarmee: van de gebruiker/bestuurder). De kans dat iemand zich die moeite getroost lijkt minimaal, maar toch.

Oplossingen

Welke oplossingen zijn op dit vlak uitgewerkt of in voorbereiding? Alle brondata die voor het project Spookfiles A58 worden verzameld, worden opgeslagen op de al genoemde servers. Die zijn niet alleen goed beveiligd tegen uitval, maar worden ook fysiek en digitaal stringent beveiligd.

De brondata, met daarin gegevens die tot op specifieke voertuigen zijn te herleiden, worden ook nooit zomaar overgedragen aan derden. Als er gegevens worden gedeeld – de coöperatieve data zijn vanuit verkeerskundig oogpunt erg waardevol – dan betreft dat altijd **geaggregeerde** data. De derde partij zal dus niet kunnen inzoomen op gegevens van afzonderlijke voertuigen. Een extra maatregel op dit vlak is het verwijderen van de kop en staart van alle ritten. De begin- en eindpunten zijn namelijk moeilijker te aggregeren en om te voorkomen dat er dan toch informatie over afzonderlijke ritten wordt gedeeld, worden de laatste paar honderd meter van elke rit weggeknipt.²

Dan nog het punt dat alle berichten in theorie zijn af te vangen en mee te lezen. Is het een optie om de berichten die coöperatieve voertuigen uitzenden te versleutelen? Nee, want de kern van het coöperatieve systeem is samenwerken en het vrij delen van gegevens tussen de voertuigen onderling, en tussen voertuig en wegkant.

Eén aanpak die is doorgevoerd, is dat de coöperatieve voertuigen de beschikking krijgen over meerdere digitale handtekeningen om de berichten mee te ondertekenen. Dit maakt het voor luistervinken veel lastiger om een zender te volgen op basis van ontvangen berichten. Als extra veranderen de on-board units in de

² Dit betekent dat er dan ook geen herkomst- en bestemmings-matrices uit de coöperatieve data te destilleren zijn, maar dat is de prijs die voor privacy betaald moet worden.

coöperatieve voertuigen elke vijf minuten hun MAC-adres, zodat ze nooit langer dan enkele minuten dezelfde ID uitzenden.³ Zelfs het coöperatieve systeem 'weet' zo niet welke ID bij welk voertuig hoort.

Tot slot

Spookfiles A58 heeft mooi werk geleverd voor de databeveiliging en privacybescherming van ITS-systemen. De oplossingen zijn allereerst voor het coöperatieve systeem op de A58 zelf: ze zijn al geïmplementeerd of in de architectuur is rekening gehouden met de implementatie ervan. Maar de oplossingen zijn zeker ook geschikt voor andere systemen, coöperatief of niet. Bij het uitwerken van de maatregelen hebben de Spookfiles A58-partijen zich namelijk keurig gevoegd naar de Europese kaders zoals die vastgesteld zijn door ETSI, de European Telecommunications Standards Institute. De oplossingen zijn in die zin ook niet nieuw. Wel is het voor eerst dat technieken als PKI in de coöperatieve praktijk op zo'n grote schaal worden toegepast. Het project heeft hiermee een stevige (data)veiligheids- en privacybasis gelegd voor de toekomst.

³ Veel apparaten hebben een vast MAC-adres, maar de on-board units niet. Dat heeft alles te maken met de gebruikte communicatietechnologie, wifi-p, die uitgaat van 'connectieloos communiceren'. Er wordt dus niet zoals bij GSM een verbinding gemaakt (daar is ook te veel tijd mee gemoeid): er worden alleen berichten uitgezonden. Dan kan er ook gemakkelijk van ID worden gewisseld.



Spookfiles A58 op transitiepad

In het project Spookfiles A58 werken zo'n dertig publieke en private partijen aan de ontwikkeling en uitrol van coöperatieve technologie. De oplevering van een complex coöperatief voertuig-wegkantsysteem, inclusief eerste dienst, is een succes op zich. Maar niet onbelangrijk is ook de bijdrage die Spookfiles A58 levert aan de transitie zoals beschreven in de Routekaart Beter Geïnformeerd op Weg. Wat zijn enkele van de lessen en ervaringen die zijn opgedaan op het transitiepad 'Van overheidsregie naar publiek-private samenwerking en allianties'? Een overzicht.



Het Beter Benutten-project Spookfiles A58 levert door zijn doelstelling, product en opzet een bijdrage aan *alle* transitiepaden uit de Routekaart.

In Spookfiles hebben overheid en markt van eind 2014 tot eind 2016 gewerkt aan en getest met het *coöperatieve voertuig-wegkantsysteem*. De A58 tussen Tilburg en Eindhoven was hierbij het proefterrein, met 34 wegkantbakens voor snelle communicatie over wifi-p. Dankzij het systeem en z'n bakens kunnen (coöperatieve) voertuigen en de weginfrastructuur voortdurend informatie delen en zo 'samenwerken' aan een efficiënt en veilig verkeerssysteem.

Om te zien hoe de technologie zich in de praktijk houdt, hebben de projectpartners ook een coöperatieve dienst ontwikkeld, de spookfile-dienst. Op basis van nauwkeurige informatie over snelheidsverschillen op het proeftraject krijgen deelnemers gepersonaliseerde in-car snelheidsadviezen. Deze dienst is begin december 2015 met succes beproefd en in de loop van 2016 verder uitgewerkt en getest.

Deze resultaten zijn op zichzelf al nuttig en belangrijk genoeg. Maar een belangrijk 'extra' is de Spookfiles A58-partners al doende nieuwe kennis en ervaring hebben opgedaan met elk van de transities uit de *Routekaart Beter Geïnformeerd op Weg* – zie het kader op de volgende bladzijde.

Om te beginnen is het hele concept van coöperatieve technologie gericht op individuele dienstverlening (transitiepad 1). Een voorbeeld is de spookfiledienst, waarin deelnemers een individueel, gepersonaliseerd snelheidsadvies krijgen. Daarnaast maakt de coöperatieve infrastructuur voertuig-voertuigcommunicatie mogelijk.

Door de adviezen in-car te brengen, verandert de rol van wegkantssystemen (pad 2). Ook de samenwerking tussen publiek en privaat wordt op

dit punt anders ingevuld: op het proeftraject op de A58 hebben leveranciers de eigen coöperatieve *roadside units* gekoppeld aan de systemen van Rijkswaterstaat.

Spookfiles A58 richt zich vanwege het experimentele karakter alleen op de A58, maar het hele systeem is zo opgezet dat het opschaalbaar en continueerbaar is (pad 3). De ervaringen worden bijvoorbeeld al gebruikt in het Innovatiepartnership Talking Traffic. Ook bij het opzetten van de nieuwe Brabantse testomgeving wordt voortgebouwd op de in Spookfiles A58 opgedane kennis.

Dan is er nog de marktwerking (pad 4). Het opgeleverde coöperatieve systeem is sowieso niet één product van één leverancier, maar bestaat uit afzonderlijk ontwikkelde deelsystemen van verschillende leveranciers. Het feit dat er steeds is uitgegaan van internationale ETSI-standaarden, maakt een goed samenspel van meerdere commerciële partijen mogelijk.

Daarnaast is de architectuur zo opgezet dat *meerdere* serviceproviders rechtstreeks met weggebruikers (dat wil zeggen: hun klanten) kunnen communiceren. Er zijn hierbij kansen voor zowel *business to business*, met bijvoorbeeld diensten aan logistieke bedrijven, als *business to consumer*. De toekomst moet uitwijzen of de gekozen marktordening optimaal is, maar de basis voor samenwerking, competitie en doorontwikkeling is gelegd.

Data hebben een cruciale plek in Spookfiles A58. Overheidsdata worden door private partijen maximaal ontsloten (pad 5) en gemixt met privaat ingewonnen data. Daarbovenop komen nog de nauwkeurige en waardevolle gegevens die de coöperatieve voertuigen genereren. Die kunnen door zowel wegbeheerders als serviceproviders worden gebruikt.

En dan de publiek-private samenwerking en allianties (pad 6). Die samenwerking is een logisch

De transities van de Routekaart Beter Geïnformeerd op Weg

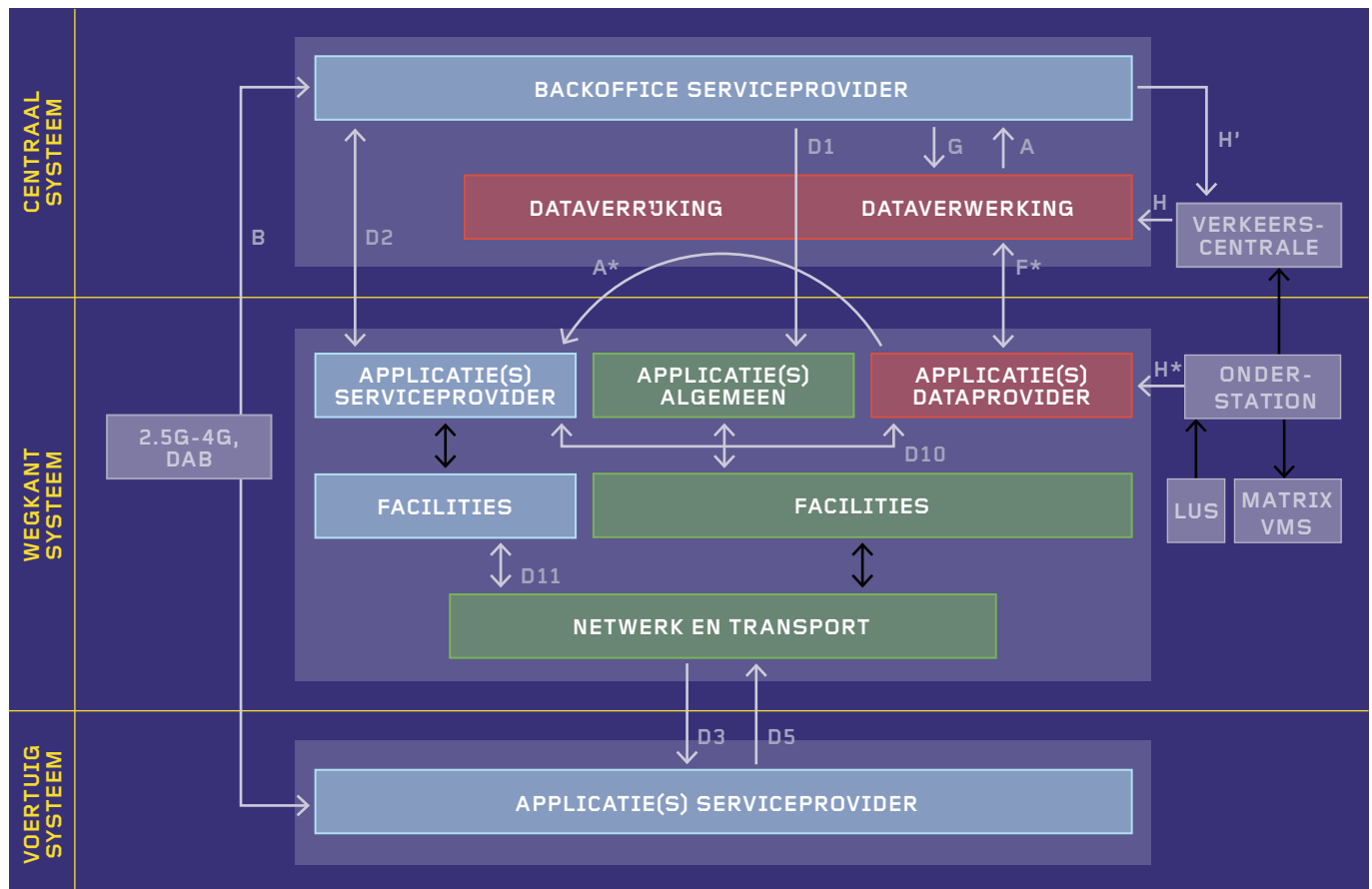
Beter Geïnformeerd op Weg is een initiatief van het ministerie van Infrastructuur en Milieu en dateert uit februari 2013. Het betreft een 'koersbepaling' van de rijksoverheid en de verkeersindustrie voor de thema's Verkeersmanagement en Verkeersinformatie. Doel van het actieprogramma is om te komen tot een slimme en inhoudelijk consistente mix van informatie via smartphones, navigatiesystemen en collectieve informatiekanalen.

Om deze doelen te realiseren is Beter Geïnformeerd op Weg later in 2013 nader ingevuld met een Routekaart. Deze 'kaart' stippelt de koers uit naar het einddoel, met een doorkijk van tien jaar (2013 tot 2023). De samenstellers van de Routekaart, een informele overlegtafel bestaan-

de uit vertegenwoordigers van wegbeheerders, serviceproviders, industrie en onderzoeksinstituten, hebben eerst vastgesteld waar we staan en wat de maatschappelijke trends zijn. Vervolgens is gekeken hoe de trends moeten worden bijgestuurd, om het eindplaatje van Beter Geïnformeerd op Weg zo goed mogelijk te benaderen. Die exercitie resulteerde in zes zogenaamde 'transitiepaden', die staan voor de belangrijkste veranderopgaven van de komende periode.

Transitiepaden





Figuur 1: De architectuur ('High Level Architecture') van het coöperatieve systeem van Spookfiles A58. De drie percelen Data (rood), Diensten aan de weggebruiker (blauw) en Communicatie (groen) kunnen door verschillende partijen worden ingevuld, zowel in samenwerking als in concurrentie met elkaar.

gevolg van de ontwikkelingen op de andere paden en dan met name op 2, 4 en 5. In het onderstaande gaan we dieper in op de ervaringen die de Spookfiles A58-partijen hierbij hebben opgedaan.

PLAN VAN AANPAK EN WERKWIJZE

Provincie Noord-Brabant en het ministerie van Infrastructuur en Milieu hebben met het project Spookfiles A58 van meet af aan ingezet op publiek-private samenwerking en een publiek-privaat 'eindproduct': een coöperatief platform waarin verschillende overheids- en marktpartijen een rol hebben in het bouwen en operationeel houden van (deel)systemen en diensten.

Om naar dat eindproduct toe te werken, is ervoor gekozen om het coöperatieve platform

open en generiek op te zetten, waar mogelijk gebruik makend van internationale standaarden zoals ETSI. Hiermee blijft toegang van nieuwe leveranciers en deelnemers geborgd.

Verder is bewust gekozen voor een onderverdeling in drie percelen die ook door meerdere (verschillende) partijen worden ingevuld:

- **Perceel 1, DATA.** Data-inwinning, -verrijking en -levering.
- **Perceel 2, DIENSTEN.** Verdere verrijking van de data en vervolgens het samenstellen van het (verkeerskundig verantwoorde) advies uit deze data en het aanbieden van dit advies aan de weggebruiker.
- **Perceel 3, COMMUNICATIE.** Het leveren van telecommunicatiecapaciteit op basis van coöperatieve wegkantstations. De coöpe-

ratieve aanpak maakt het ook mogelijk om lokaal data met een hoge snelheid te verwerken. Daarom wordt binnen dit perceel ook een 'hostingfunctionaliteit' aangeboden: derde partijen kunnen een toepassing dan lokaal op een coöperatief wegkantstation uitvoeren, gebruikmakend van snelle (= zeer actuele) data op dat wegkantstation.

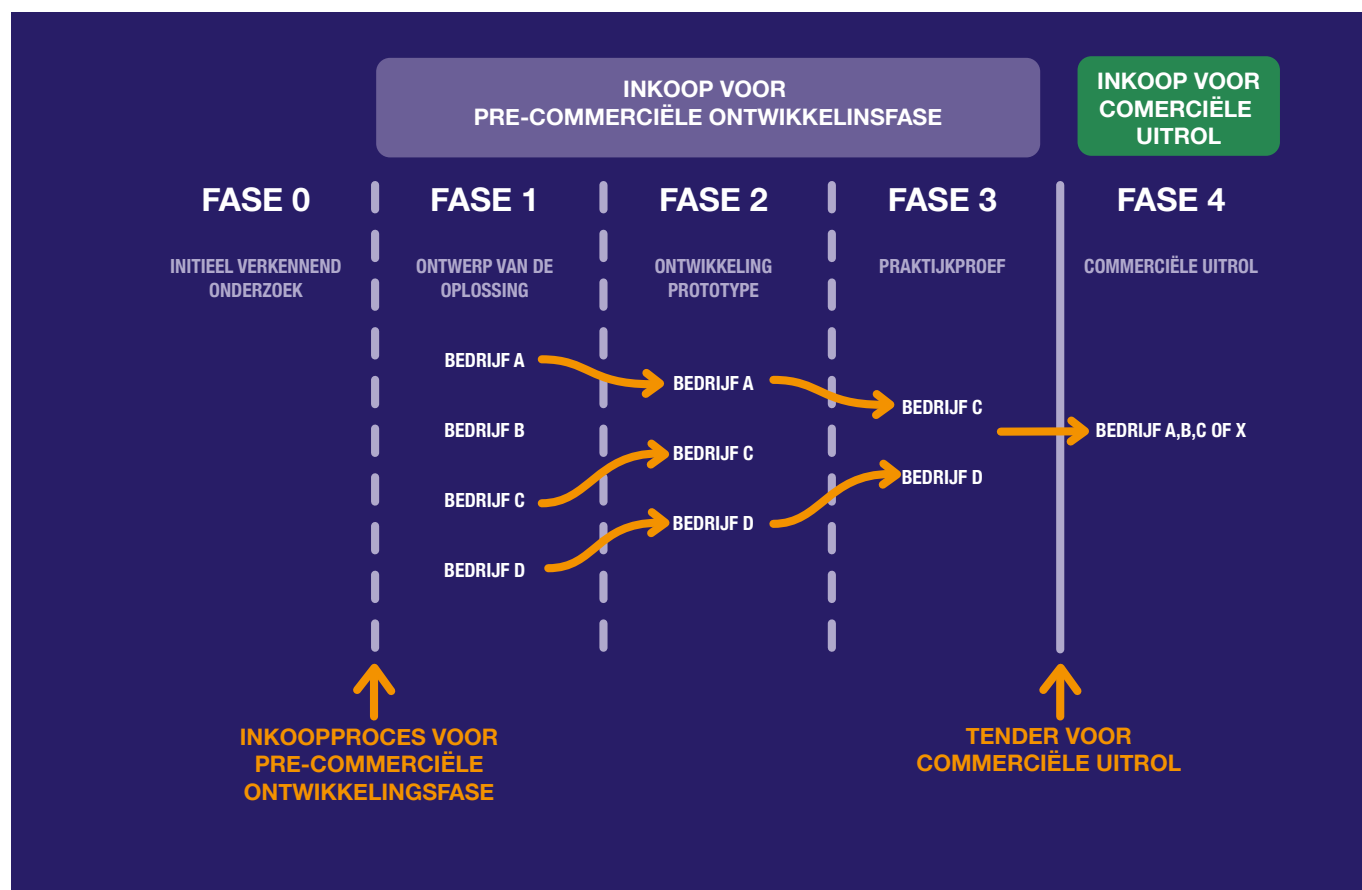
De drie percelen zijn goed zichtbaar in de zogenaamde High Level Architecture van het coöperatieve systeem – zie figuur 1. In de architectuur is afzonderlijk een plek ingeruimd voor aanbieders van data, aanbieders van diensten en aanbieders van de coöperatieve wegkantssystemen. Op die manier blijft er ruimte voor uiteenlopende bedrijven van verschillend formaat en wordt de markt minder gedomineerd door een handvol grote spelers. De gestandaardiseerde koppelvlakken (de lijnen tussen de blokken) verbinden de producten van de verschillende leveranciers tot één geheel. Ze stellen nieuwe

bedrijven ook in staat om vlot aan te haken met nieuwe diensten.

Merk op dat de aanbieders van data, diensten en wegkantssystemen elk een afgebakend deel van de waardeketen invullen en zo samen één 'product' mogelijk maken.

PCP-constructie

In de geest van het einddoel is ook het project zelf zo opgezet dat verschillende marktpartijen bijdragen: er is gekozen voor een PCP-constructie. PCP is een afkorting van 'pre-commercial procurement', een instrument dat sinds enkele jaren door de EU wordt gepromoot. In een PCP-constructie werken marktpartijen in drie fasen aan een oplossing voor een maatschappelijk probleem, die zij na het project als commerciële dienst of product kunnen aanbieden. Belangrijke voorwaarde is dat de gekozen oplossingen schaalbaar, overdraagbaar en continueerbaar zijn.



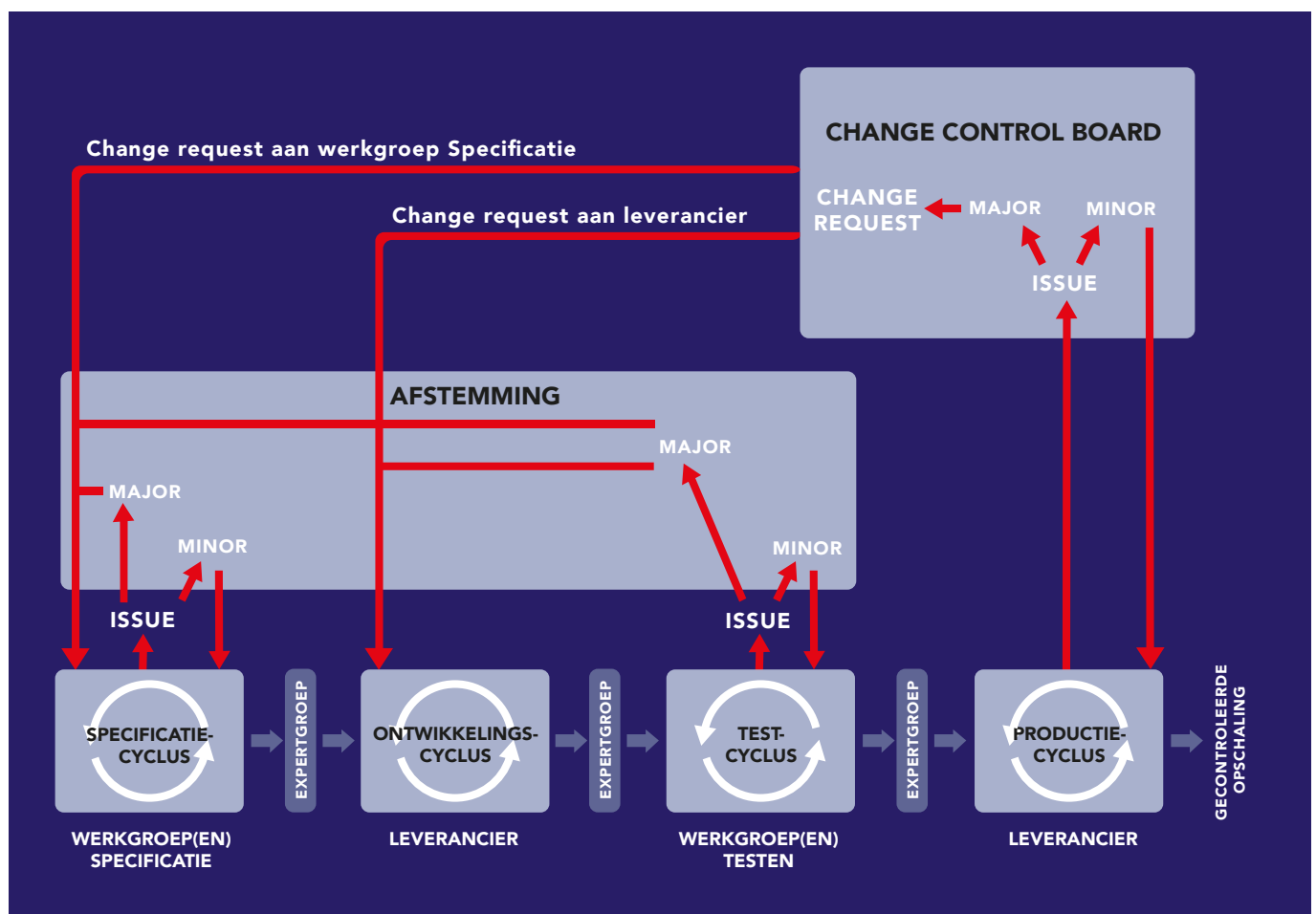
Figuur 2: De verschillende fasen in de PCP-constructie die Spookfiles A58 gebruikt.

Voor Spookfiles A58 zag dat proces er als volgt uit. In fase 1 (start januari 2014) hebben elf consortia, bestaande uit dertig bedrijven en kennisinstellingen, een gezamenlijk solution design gespecificeerd. Op basis daarvan hebben de consortia vervolgens elk een ontwerp voor hun eigen deelsysteem gemaakt. Deze ontwerpen zijn getoetst op haalbaarheid, waarna zeven consortia verder konden in fase 2 (vanaf mei 2014) om hun ontwerp te implementeren in een prototype. Dit betreft een dienst gebaseerd op lange-afstandscommunicatie en een proof of concept voor de snellere korte-afstandscommunicatie. Na een laatste competitie en doorselectie zijn in fase 3 zes leveranciers gestart (vanaf juli 2015) met de field tests: de fysieke uitrol van coöperatieve communicatie langs de A58, de opschaling van de dienst die van 3G/4G gebruik maakt en ook de uitrol van een dienst die werkelijk coöperatief is.

Na afloop van het project kunnen de diensten commercieel worden uitgerold. Ook eerder afgevallene of nieuw instappende bedrijven kunnen zich op dit punt (weer) in de strijd werpen als data-aanbieder, dienstenaanbieder en/of aanbieder van wegwagkantsystemen. Het landelijke Innovatiepartnership Talking Traffic en de Brabantse testomgeving laten zien dat dit ook daadwerkelijk gebeurt. Zie ook figuur 3.

SUCCESVOL SAMENWERKEN

Dankzij de onderverdeling in percelen en de PCP-constructie hebben provincie Noord-Brabant, het ministerie van Infrastructuur en Milieu en Rijkswaterstaat in zijn rol als wegbeheerder in alle fasen van het Spookfiles A58-project met meerdere marktpartijen samengewerkt. Er is hierbij waardevolle ervaring opgedaan op pad 6 van de Routekaart Beter Geïnformeerd op Weg.



Figuur 3: Systeemintegratie in Spookfiles A58.

Wat zijn de belangrijkste lessen?

Eén grote uitdaging op dit pad is om ervoor te zorgen dat al die ‘halfproducten’ van de verschillende leveranciers op een gegeven moment samenkomen en (bij uitbreidingen, wijzigingen of updates) ook samen blijven tot één werkend geheel. Er is immers niet één opdrachtgever die als system integrator optreedt – de integratie is een gezamenlijke verantwoordelijkheid. Hoe pak je dat aan? Hoe voorkom je dat de ene partij de belangen van de andere partij schaadt, of zelfs het systeem of de dienst als geheel? En hoe zorg je ervoor dat bij problemen de een niet naar de ander gaat wijzen of de een op de ander wacht? Voor de wegbeheerders komt daar nog de extra uitdaging bij om vanuit de eigen publieke rol het collectieve belang te bewaken in de samenwerking met commerciële partijen, die een ander doel en een andere cultuur hebben. Om dit alles in goede banen te kunnen leiden, is het essentieel om vooraf en gezamenlijk de spelregels en de werkwijze vast te stellen.

Aanpak

In het project Spookfiles A58 is hiervoor een bruikbare aanpak geïntroduceerd – zie figuur 4. De figuur toont zowel de oorspronkelijke systeemintegratie als de mechanismen om issues af te handelen en de regie op ‘changes’ te houden.

Vertrekpunt van dit plaatje zijn de gezamenlijk vastgestelde *Operational Concept Description* (beschrijving van het systeem en de dienst in termen van eisen stakeholders, relatie met de omgeving en het beoogd gebruik), de *High Level Architecture* (de functionaliteiten van het systeem en hun relaties) en een overzicht van de eisen die gelden voor de externe koppelvlakken (de ‘schakels’ tussen de verschillende functionaliteiten).

¹ Deze groep bestaat uit strategische adviseurs en heeft als taak de grote (strategische) lijnen te bewaken. Elk opgeleverde specificatie, product of dienst wordt vóór vrijgave eerst aan dit team voorgelegd.

De systeemintegratie start vervolgens links-onder, bij de specificatiecyclus. In deze cyclus worden de afspraken gemaakt over de koppelvlakken. Om ervoor te zorgen dat alle partijen – privaat én publiek – hun kennis kunnen inbrengen, vindt dit werk plaats in werkgroepverband. Als de specificaties voor de systemen en diensten aldus zijn uitgewerkt en gereviewd, worden ze voorgelegd aan deze (strategische) expertgroep.¹ Deze checkt de specificatie en na eventuele aanpassingen wordt een **nieuwe set specificaties** vrijgegeven.

Dat is de input voor de tweede cyclus: de ontwikkelingscyclus. Dit betreft het bouwen van de (deel)systemen of diensten. Het werk wordt hier door de afzonderlijke leveranciers verricht. Omdat andere partijen wellicht afhankelijk zijn van de producten van de betreffende leverancier, worden er wel duidelijke afspraken gemaakt over deadlines.

Vóór de definitieve oplevering test de leverancier zijn product zelf aan de hand van vooraf opgestelde testprotocollen. De expertgroep checkt op basis van de rapportages of de **oplevering akkoord** is.

Hiermee zijn we bij de derde cyclus beland, de testcyclus. Waar de leveranciers in de voorgaande cyclus nog zelfstandig hun eigen producten testten, wordt er hier gezamenlijk getest. De opgeleverde producten worden eerst als deelsysteem getest. Bijvoorbeeld: verloopt het hele traject van het inwinnen, bewerken en beschikbaar stellen van data goed? Kunnen er succesvol berichten worden verzonden via de wegkantbakens? Enzovoort. Daarna wordt het systeem als geheel getest, maar nog in een geïsoleerde ‘acceptatieomgeving’: een compleet werkend systeem, inclusief zendmasten langs de weg, die echter uitsluitend met testrijders communiceert. Het gaat dan om kleine testgroepen met friendly users, zoals medewerkers van de leveranciers.

Als de expertgroep de tests heeft gecheckt en geaccordeerd, wordt de **productieomgeving** vrijgegeven: het systeem kan dan 'live'.

De vierde cyclus is de productiecycclus, waarin elke leverancier zijn deel doet: data beschikbaar stellen, communicatie verzorgen of diensten aanbieden. Vanuit zo'n stevige basis kan eventueel aan een gecontroleerde **opschaling** worden gewerkt.

Issues en changes

In een perfecte wereld zou het proces daarmee zijn afgerond: alles is immers getest en draait nu ook 'live'. De realiteit is echter dat er in de productiefase, op het moment dat reguliere deelnemers de Spookfiledienst gebruiken, er nog geregeld iets aangepast of verbeterd zal worden. Daarom beschrijft figuur 4 ook hoe met issues – een verzoek of incident dat met hoge prioriteit moet worden opgelost – en *changes* om te gaan.

Als het gaat om een issue probeert de 'signalerende partij' die eerst zelf (als het de veroorzaker is van het probleem) of bilateraal met de veroorzaker op te lossen. Als dat niet snel genoeg tot resultaat leidt, wordt het **Change Control Board** ingeschakeld. Dit team bestaat uit vertegenwoordigers van alle betrokken partijen en is verantwoordelijk voor het snel oplossen van incidenten.

Het eerste wat de Board doet, is bepalen bij wie het probleem ligt. Afhankelijk van de urgentie worden experts uit het consortium gemobiliseerd voor ondersteuning. Samen met de 'probleemeigenaar' wordt bekeken wat de impact van de benodigde reparatie is: klein (minor) of groot (major). Een wijziging is minor als er geen aanpassing van de specificaties nodig is en als de wijziging geen effect heeft op eigenschappen van het betreffende product. De betreffende leverancier kan dit in principe zelf afhandelen. Alle andere wijzigingen zijn *major*.

De Change Control Board bekijkt nu waar de *change request* neergelegd moet worden. Vereist het een aanpassing van de specificaties? Dan worden de werkgroepen van de specificatiecyclus aan het werk gezet. Ligt het op productniveau? Dan gaat het verzoek naar de leverancier van dat product. Omdat het een major aanpassing is, worden alle stappen vanaf die betreffende cyclus weer doorlopen. Na een wijziging van een specificatie wordt de nieuwe specificatie dus weer voorgelegd aan de expertgroep, daarna wordt het doorgezeten naar de cyclus 'ontwikkelen', vervolgens wordt er getest en pas als alle tests in de acceptatieomgeving naar behoren zijn doorlopen, kan de verandering in de live-omgeving worden doorgevoerd.

Leerpunten

Het werken volgens de opeenvolgende cycli specificatie-ontwikkeling-test-productie en de Change Control Board heeft ertoe geleid dat de ontwikkeling van het coöperatieve systeem en de oplevering van de eerste diensten ordelijk en zonder tijdrovende issues en conflicten zijn verlopen.

Werkenderwijs bleken wel de volgende punten van (extra) belang:

Testprotocol. Het is essentieel dat goed wordt vastgelegd hoe de tests voor de verschillende componenten dienen te verlopen: wat gaan we testen, hoe doen we dat en wanneer noemen we een test geslaagd? Die afspraken gezamenlijk vormen het testprotocol.

Een voorbeeld is de test of er berichten verzonden kunnen worden via de wegkantbakens. Een eerste stap is testen of het überhaupt werkt. Maar daarna wil je ook weten hoe het systeem het onder druk houdt. Dan zul je eerst moeten nagaan wat de *performance* beïnvloedt en wat de risico's zijn voor de performance – daarop baseer je dan de tests. Je komt dan uit op een protocol als: 'berichtenverkeer met wegkantbakens moet probleemloos verlopen als x voertui-

gen tegelijkertijd een signaal uitzenden in het bereik van dat baken’.

In principe moet er voor alle onderdelen van het systeem zo’n testprotocol worden opgesteld. De betrokken partijen zullen testcases en testresultaten goed moeten documenteren, om zo kennis uit te wisselen.

Ticketingsysteem. De Change Control Board is een noodzakelijke ‘laag’ in de organisatie om issues vlot en op de juiste manier te kunnen afhandelen. Het blijft echter lastig om de status van de afhandeling te volgen: elke leverancier heeft zijn eigen ‘storingssystemen’ voor de melding en afhandeling van problemen. Daarom is in Spookfiles A58 afgesproken dat alle partijen een centraal (open source) ticketingsysteem gebruiken. Met dit systeem kan een issue worden aangemeld (er wordt een ticket aangemaakt), toegewezen aan een partij (die heeft de verantwoordelijkheid het probleem aan te pakken), waarna alle vorderingen worden gemeld en voor iedereen zichtbaar zijn. Na het oplossen van het probleem wordt het ticket gesloten.

Waarin een ticketingsysteem overigens niet voorziet is in een supervisor, bewaker en aanjager: wie zorgt ervoor dat problemen niet blijven liggen of al te snel weer worden doorgezet naar een andere partij? Dit lijkt geen taak van de Change Control Board, maar zou wellicht belegd kunnen worden bij een ‘issuemanager’, wiens taak het is puur toe te zien op de afhandeling van door de Change Control Board aangevraagde changes. Daarbij is het natuurlijk voor de waarde van het systeem van belang dat alle betrokken partijen hun ‘change management informatie’ altijd vlot, volledig, juist en eenduidig doorgeven.

TOT SLOT

Het project Spookfiles A58 is zowel wat doelstelling, product als aanpak betreft goed in lijn met de transities zoals voorzien in Beter Geïnformeerd op Weg. In dit artikel hebben we ons geconcentreerd op de ervaringen op pad 6, de transitie naar meer publiek-private samenwerking en allianties.

Samenwerking zit al in de opzet van Spookfiles A58 gebakken, zo hebben we besproken. Denk aan de keuze om het project (en daarmee ook het uiteindelijke coöperatieve systeem) als gezamenlijke verantwoordelijkheid van deelnemende bedrijven te zien, het werk in percelen op te knippen en te kiezen voor ‘pre-commercial procurement’. Maar de beoogde samenwerking is ook gefaciliteerd met een aanpak voor systeemintegratie, inclusief testprotocollen en controles door een expertgroep. In de aanpak is verder een mechanisme opgenomen om problemen en veranderverzoeken af te handelen als het systeem eenmaal live is: een speciale Change Control Board die aanpassingen begeleidt en bewaakt en een ticketingsysteem dat het volgen en afhandelen van de issues overzichtelijk houdt.

Het project Spookfiles A58 heeft dus niet alleen een solide basis gelegd voor de uitrol van innovatieve coöperatieve technologie, maar ook een interessante blauwdruk geleverd voor grootschalige publiek-private samenwerkingsprojecten.



Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Provincie Noord-Brabant