

Van spoken kun je leren!

Pierre van Veggel – Van Veggel Mobiliteitsadvies – pierre@vvmadvies.nl
Michael van Egeraat – Provincie Noord-Brabant – mvegeraat@brabant.nl

Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 23 en 24 november 2017, Gent

Samenvatting

In Spookfiles A58 hebben dertig partijen een *coöperatief voertuig-wegkantsysteem* inclusief eerste 'spookfilediensten' ontwikkeld, geïmplementeerd en beproefd. In het proces om tot dit concrete resultaat te komen, is een schat aan kennis en ervaring opgedaan. Deze bijdrage bespreekt hier de highlights van. Aan de orde komen de ervaringen *pre-commercial procurement*, de aanpak om het systeem commercieel levensvatbaar te maken (technische en functionele opsplitsing van het systeem), het ontwikkelde coöperatieve systeem en de spookfilediensten zelf, databeveiliging met behulp van PKI en privacymaatregelen als ID-verversing, de (gedrags)resultaten van de tests met de spookfilediensten, de organisatorische opzet voor slim beheer en onderhoud van het systeem, de inspanningen om latency in de dataketen terug te dringen en tot slot de ervaringen met een nieuwe rolverdeling tussen overheid en markt.

1. Over deze bijdrage

In Spookfiles A58 hebben dertig partijen een coöperatief voertuig-wegkantsysteem inclusief eerste dienst ontwikkeld, geïmplementeerd en beproefd. De realisatie van het systeem en de dienst zijn een prestatie op zich. Maar in het proces om tot dit concrete resultaat te komen, is ook een schat aan kennis en ervaring opgedaan – over data, beveiliging, samenwerking, organisatie en meer. In dit paper bespreken we de belangrijkste resultaten en leerpunten.

Bij wijze van inleiding beschrijven we in hoofdstuk 2 eerst kort het project Spookfiles A58 als zodanig. In de hoofdstukken die volgen gaan we in op opgedane kennis en ervaring. We beschrijven negen leerpunten, te weten:

- a. PCP: een nieuwe manier van innovatiegericht samenwerken
- b. Technische en functionele opsplitsing van het coöperatieve systeem vergroot commerciële levensvatbaarheid
- c. Een primeur op de weg: grootschalig coöperatief voertuig-wegkantsysteem
- d. Spookfilediensten testen het coöperatieve systeem
- e. Databeveiliging en privacy op een hoger niveau gebracht
- f. Aangetoond: in-car snelheidsadvies beïnvloedt rijgedrag
- g. Slimme afspraken voor een complexe organisatie
- h. Minder latency in de dataketen
- i. Ervaring met een nieuwe rolverdeling tussen markt en overheid

2. Spookfiles A58 in het kort

Spookfiles A58 is een initiatief van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Rijkswaterstaat en provincie Noord-Brabant. Het project zet de lijn voort van de eerdere 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. De looptijd was drie jaar: van begin 2014 tot eind 2016.

In Spookfiles A58 hebben overheid en markt gewerkt aan en getest met een **coöperatief 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 **spookfiledienst**. 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.

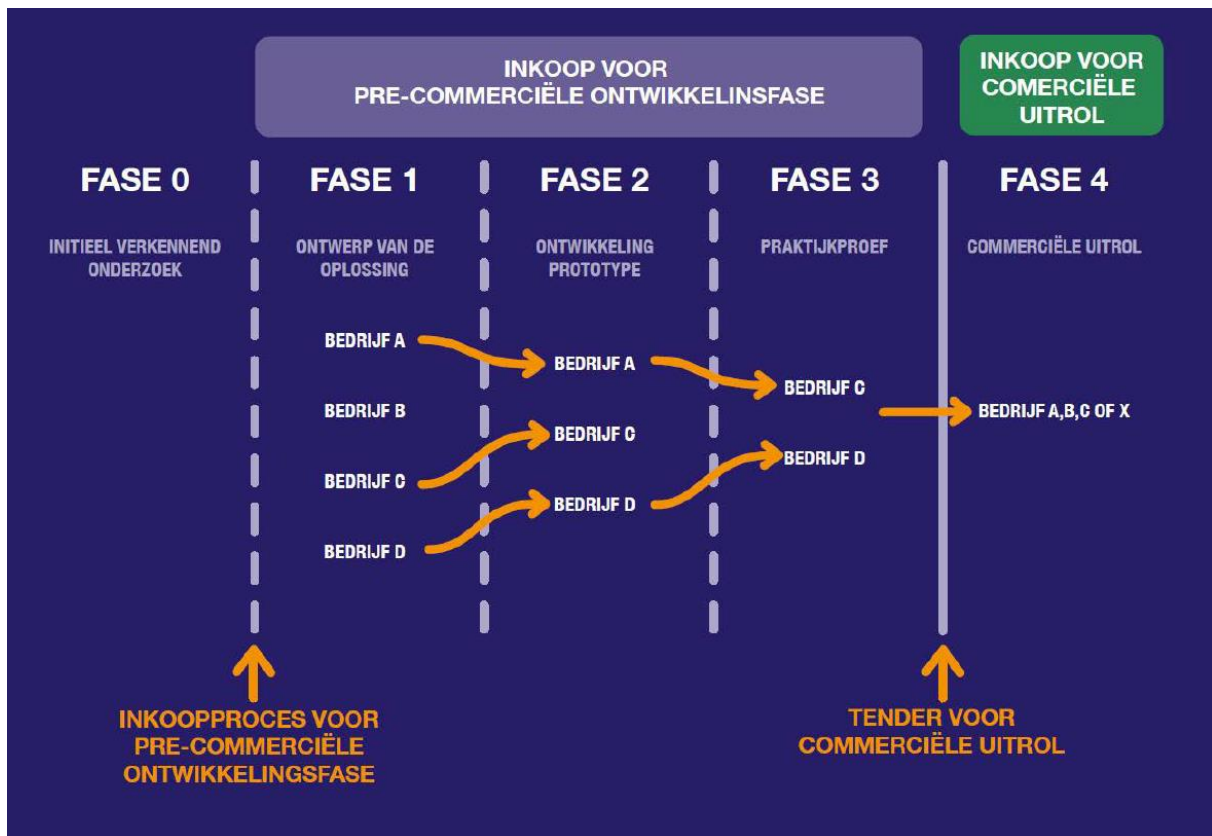
Behalve de initiatiefnemers werkten mee (in alfabetische volgorde): Andes, Beijer (Automotive), Be-Mobile, Cygnify, Dynniq, Fantazm, Fourtress, Get Hooked, Goudappel, Innovactory, Locatienet, NXP, Organiq, Prime Data/Vision, Siemens, Simacan, Sioux, Spring Innovation, Tass, Technolution, TNO, TomTom, Traxpert, TU Delft, TU Eindhoven, Vialis en V-Tron.

3. PCP: een nieuwe manier van innovatiegericht samenwerken

De ambities van het project Spookfiles A58 waren van meet 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.

Om de kennis en innovatiekracht van zo'n divers gezelschap optimaal in te zetten, is gekozen voor **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.

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 (zeven, respectievelijk twee consortia), op basis van een transparante selectieprocedure.



Figuur 1: Een schematische weergave van de PCP-aanpak die in Spookfiles A58 is gebruikt.

De PCP-aanpak bood enkele interessante voordelen. Zo zijn de architectuur en de specificaties uit fase 1 vanzelf **breed gedragen**, omdat alle partijen bij de ontwikkeling betrokken waren. Onder de ruim dertig deelnemers waren weliswaar concurrerende partijen, maar die konden in die eerste fase in openheid overleggen en samenwerken, omdat er nog niet aan concrete producten werd gewerkt.

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.

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

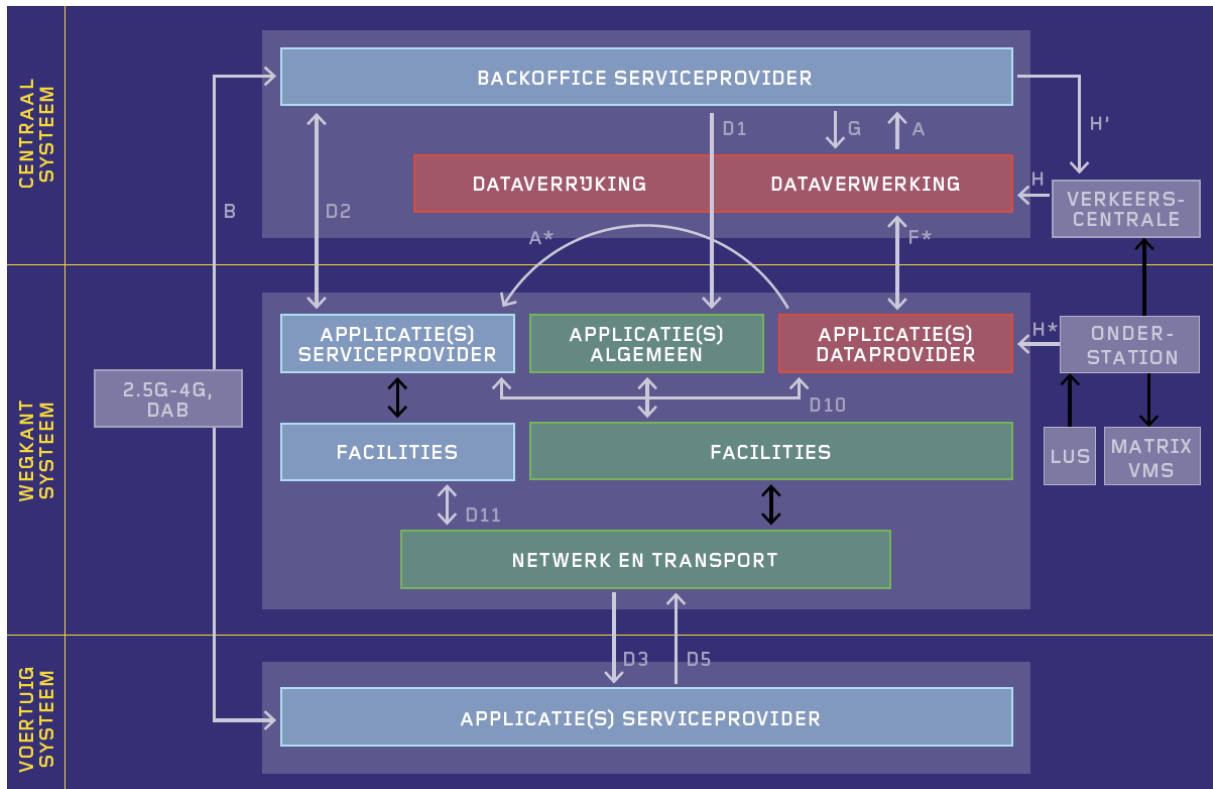
4. Technische en functionele opsplitsing van het coöperatieve systeem vergroot commerciële levensvatbaarheid

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.

Bij het uitwerken van het coöperatieve systeem hebben de Spookfiles A58-partijen het systeem daarom **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, zolang ze maar voldoen aan de standaard. 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.

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



Figuur 2: 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.

5. Een primeur op de weg: grootschalig coöperatief voertuig-wegkantsysteem

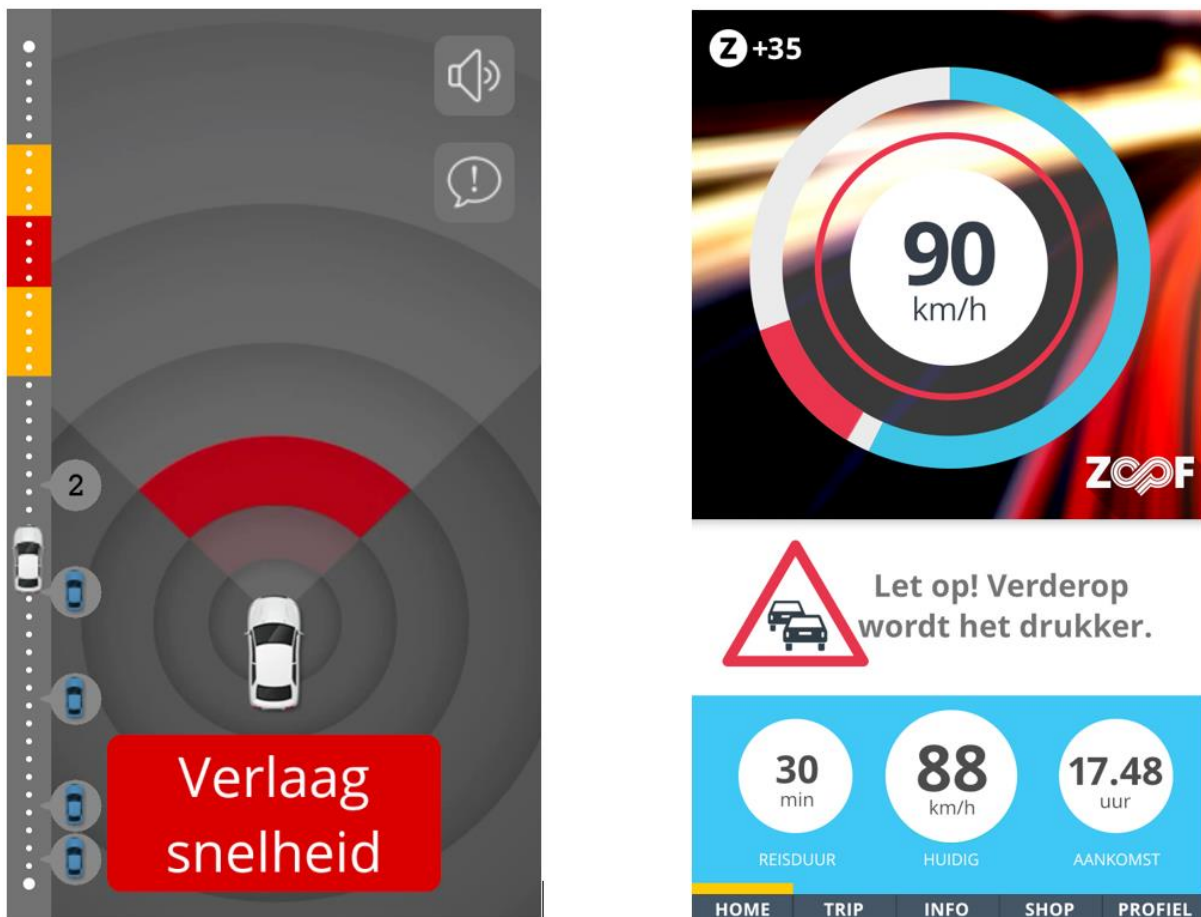
Spookfiles A58 heeft op de A58 Eindhoven-Tilburg een coöperatief voertuig-wegkantsysteem gebouwd. In Nederland was zo'n systeem nooit eerder op deze schaal – het proeftraject is 17 km lang – gebouwd, laat staan in de praktijk beproefd.

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 snelle korte-afstandscommunicatie 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 Probe Vehicle Data*, dat applicaties van derden gemakkelijk te implementeren zijn: in slechts twee weken werden deze diensten, ontwikkeld in een ander project, geïmplementeerd en gebruiksklaar gemaakt.

6. Spookfilediensten testen het coöperatieve systeem

De eerste dienst die is opgeleverd voor het coöperatieve systeem langs de A58 is de spookfiledienst. Deze waarschuwt gebruikers tijdig voor files verderop en laat ze met gerichte snelheidsadviezen rustiger de file naderen en vlotter de file uitrijden. De dienst was een goede en leerzame test voor het Spookfiles A58-systeem: konden de juiste berichten op het juiste moment aan de juiste proefrijder worden getoond?

Twee consortia hebben twee spookfilediensten 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 via de wegkantsystemen en koppelt ook waardevolle informatie terug, zoals locatie en snelheid.



Figuur 3: Links een screenshot van de FlowPatrol-app. De ruler op de balk geeft aan waar de files staan. Ook de radar visualiseert de (afstand tot) mogelijke files. Rechts een screenshot van de ZOOF-app. De dienst geeft concrete snelheidsadviezen. Ook is er een spelelement aan ZOOF toegevoegd: gebruikers kunnen punten verzamelen, die later kunnen worden ingeruild voor (korting op) producten.

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.

Aangetoond is dat met het opgeleverde systeem diensten op basis van 3G/4G en wifi-p mogelijk zijn. Uit de logdata blijkt dat de berichten **geografisch correct** werden **verspreid**: als een bericht bedoeld was voor een bepaald deel van de A58, dan werd het ook keurig daar op het scherm getoond. Wel blijft de **latency (vertraging) een aandachtspunt**.

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

7. Databeveiliging en privacy op een hoger niveau gebracht

De Europese standaards 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.

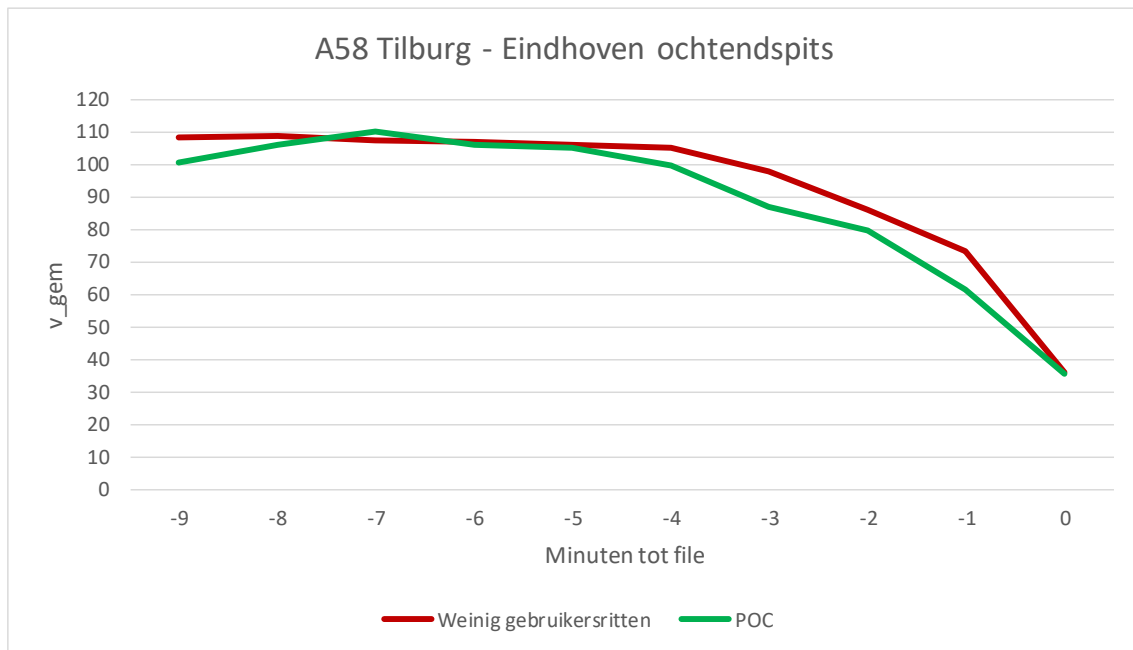
Wat privacybescherming betreft is het coöperatieve systeem voorbereid op een veilige uitrol. Het systeem is namelijk zo opgebouwd dat het ID (het MAC-adres) dat de wifi-p-unit in een voertuig meezendt met z'n berichten, elke paar minuten kan worden ververs. Dat maakt het volgen van specifieke voertuigen praktisch onmogelijk.

8. Aangetoond: in-car snelheidsadvies beïnvloedt rijgedrag

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.

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 geënquêteerd.

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. Een evaluatie van een Proof of Concept-dag eind november 2015 liet zien dat bij een hogere penetratiegraad (er gingen in anderhalf tijd zo'n 90 voertuigen de weg op) de effecten duidelijk toenemen.



Figuur 4: Een analyse van het effect van een vertragsadvies tijdens de Proof of Concept-dag in november 2015. De groene PoC-lijn ligt duidelijk onder de lijn met 'geen/weinig gebruikers'. Dit betekent dat de gemiddelde snelheid van een verkeersstroom die een file nadert, meetbaar zakt als er maar voldoende voertuigen een spookfileadvies (rustiger rijden naar de file toe) krijgen. Dit is het beoogde effect.

9. Slimme afspraken voor een complexe organisatie

Het coöperatieve systeem bestaat uit verschillende componenten van verschillende leveranciers. Dit biedt voordelen voor zowel overheid als markt, maar het maakt het bouwen en beheren van het systeem ook een forse uitdaging.

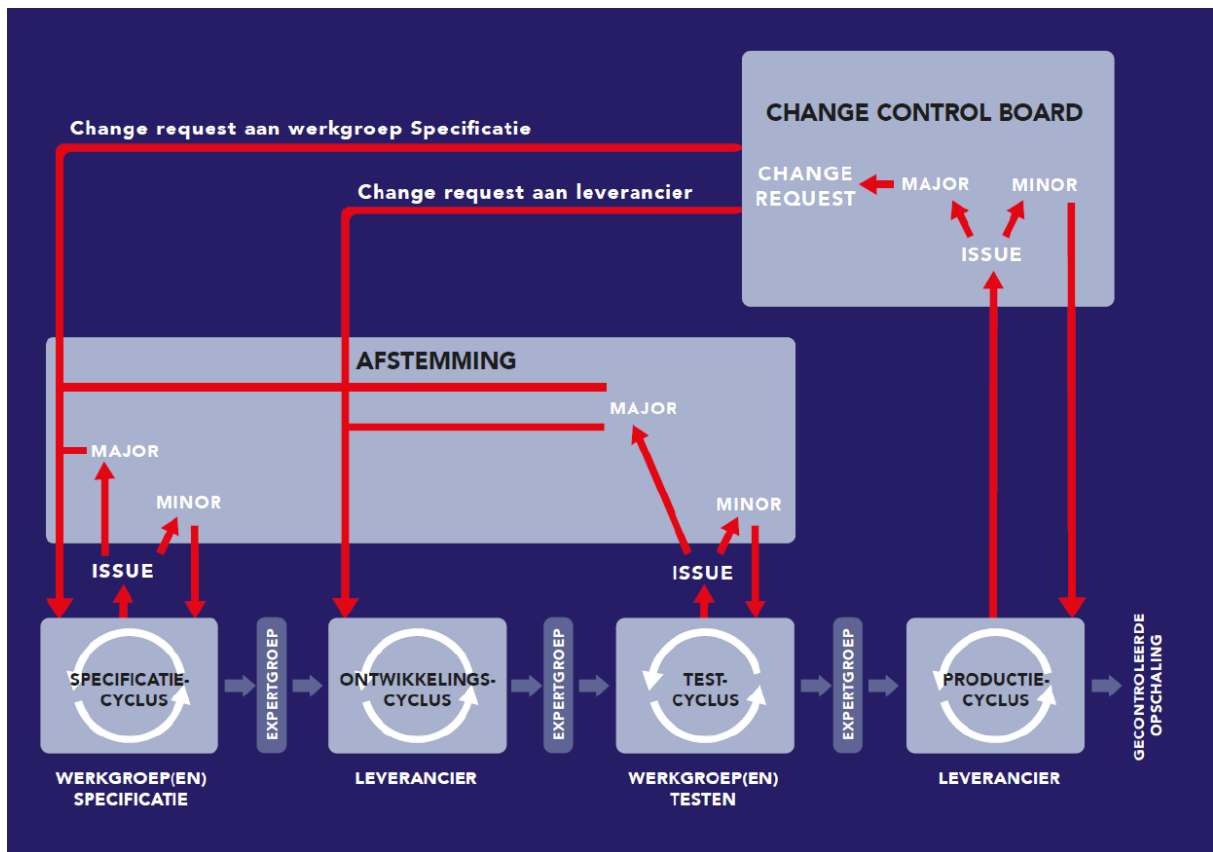
Voor Spookfiles A58 is daarom de volgende 'bouw- en beheerorganisatie' opgezet en beproefd. Tijdens de bouwfase ziet een **expertgroep** erop toe dat de verschillende leveranciers de gezamenlijk vastgestelde architectuur en specificaties exact navolgen. Ook bepaalt de expertgroep de deadlines voor de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

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.

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.



Figuur 5: Systeemintegratie in Spookfiles A58.

10. Minder latency in de dataketen

De kracht van het coöperatieve systeem zit 'm vooral in de snelle communicatie tussen wegkantsystemen en voertuigsystemen. Maar om dat voordeel echt goed te kunnen gebruiken, is het zaak dat ook de verkeersdata snel beschikbaar zijn.

In Spookfiles A58 is daarom 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 kwamen 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.

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.

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).

11. Ervaring met een nieuwe rolverdeling tussen markt en overheid

‘Van overheidsregie naar publiek-private samenwerking en allianties’ 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 een kwestie van proberen en ervaring opdoen.

Spookfiles heeft daaraan zijn bijdrage geleverd: om de grenzen van de nieuwe rolverdeling te verkennen, is het **initiatief compleet bij de (private) partijen** in het Spookfiles A58-project 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 wegwantsystemen 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 er spelen bij een kleinere rol van overheden. Stel dat de overheid het inderdaad mogelijk maakt dat marktpartijen technische installaties plaatsen boven en langs de wegwants (zoals nu binnen het project is gebeurd), welke eisen moeten daar dan aan gesteld worden? 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? Enzovoort.

De ervaringen in Spookfiles A58 hebben in ieder geval aangetoond dat de traditionele rol van overheden als opdrachtgever geen noodzaak is voor succes. Het lijkt er zelfs op dat meer ruimte voor de markt de innovatie ten goede komt. Ook zit een grotere rol en verantwoordelijkheid voor de markt 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. Wel hebben wegbeheerders en bedrijven een (langdurig) gewenningsproces moeten doorlopen om elkaars taal en cultuur te leren begrijpen en verwachtingen gelijk te schakelen. Dit zal ook in de toekomst gerichte aandacht en inspanning vereisen.

Referenties

Zie voor de achterliggende Spookfiles A58-documenten de Kennisbank op de projectwebsite: www.spookfiles.nl/kennisbank