

## TNO-rapport

TNO 2014 R10629

## Eindrapport Sensor City Mobility

### Behavioural and Societal Sciences

Van Mourik Broekmanweg 6  
2628 XE Delft  
Postbus 49  
2600 AA Delft

[www.tno.nl](http://www.tno.nl)

T +31 88 866 30 00

F +31 88 866 30 10

Datum	17 april 2014
Auteur(s)	Diana Vonk Noordegraaf, Eline Jonkers, Janiek de Kruijff
Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	100 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	1
Opdrachtgever	Consortium De partners uit het consortium: DySI, Elevation Concepts, Gemeente Assen, Goudappel Coffeng, Imtech/Peek, Magicview, Mobuy, NXP, 9292, Parkingware, Quest Traffic Consultancy, Stichting Sensor City, TNO en TomTom. Daarnaast is het project mede mogelijk gemaakt door de Europese Unie, het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling, het ministerie van EL&I en het Samenwerkingsverband Noord-Nederland, KOERS NOORD.
Projectnaam	Sensor City Mobility
Projectnummer	034.24719

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belang-hebbenden is toegestaan.

© 2014 TNO

Aan dit eindrapport van Sensor City Mobility is bijgedragen door:

- Jan Burgmeijer, Marco Duijnsveld, Ronald van Katwijk, Gerdien Klunder, Michiel Minderhoud, Rob Stefens, Paul van den Haak, Aroen Soekroella, Ernst Jan van Ark, TNO
- Gerardo Daalderop, NXP
- Hans van Iersel, Dysi
- Peter Schoon, Mobuy
- Gerard Spin, Parkingware
- Theo Hoogendoorn, Elevation Concepts
- Philip van Houtte, Magicview
- Stefan Bollars, TomTom
- Arie Huijgen, Stichting Sensor City
- Robbin Blokpoel, Imtech/Peek
- Bram Munnik, 9292
- Rolf Krikke, Quest Traffic Consultancy
- Klaas Friso en Martie van der Vlist, Goudappel Coffeng



Sensor City wordt mede mogelijk gemaakt door de Europese Unie, het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling, het ministerie van EL&I en het Samenwerkingsverband Noord-Nederland, KOERS NOORD.



## Voorwoord

Beste lezer,

Er zijn momenten in mijn loopbaan die ik me blijf herinneren, omdat ik mij jaren later realiseerde dat ik getuige ben geweest van een belangrijke technologische doorbraak of innovatie. Zo kan ik mij de Compact Disc speler op een labtafel herinneren uit mijn Philips- Research periode, de eerste experimenten met glasvezel-technologie uit mijn KPN Research periode en de eerste korrelige filmpjes op een mobiele telefoon uit mijn TNO-ICT periode. Zo vraag ik me af wat ik me over tien jaar zal herinneren als de meest indrukwekkende doorbraak waar ik met Sensor City Mobility getuige van ben geweest. Het antwoord is eigenlijk heel voor de hand liggend: het gebruik van veel sensoren langs wegen, in mijn auto en mijn smartphone, die grote stromen real time data produceren die worden samengebracht en gefuseerd. Deze data worden gevisualiseerd op grote schermen bij Sensor City of op mijn laptop thuis. Het eerste gebruik van “Big data” waardoor we met modellen de files in en naar de stad kunnen voorspellen en waardoor ik een persoonlijk en actueel reisadvies op mijn tablet en op mijn smartphone kan ontvangen. Ik zal mij ook herinneren hoeveel moeite het ons toen heeft gekost om alles werkend te krijgen en hoe vaak dat ook niet is gelukt. Maar ik kan u verzekeren: ook bij de andere genoemde voorbeelden uit mijn loopbaan ging het technisch en procesmatig regelmatig mis en moesten wij ons erg inspannen om iets toonbaars te krijgen. Over tien jaar zullen al deze zaken echter “heel gewoon” aanwezig zijn in producten en diensten van commerciële en publieke aanbieders. Mijn (klein)kinderen zullen er met het grootste gemak gebruik van maken en zullen niet begrijpen dat wij in onze tijd zomaar op stap gingen zonder betrouwbare reisinformatie waardoor we regelmatig onverwachts in de file terecht kwamen en naar parkeerplaatsen moesten zoeken.

Na veel plezier en inspanning gaan wij het project Sensor City Mobility na vier jaar afsluiten. Dat doen we met een zeer informatief en lezenswaardig eindrapport dat zowel beschrijvingen van de ontwikkelde diensten als leerervaringen en evaluaties van het in de praktijk testen van deze diensten bevat. De projectpartners en derden kunnen bij nieuwe projecten dankbaar gebruik maken van de bevindingen uit dit rapport. De projectpartners staan open voor nieuwe uitdagingen op diverse technologische en organisatorische gebieden. Aarzelt u niet om ons hiervoor te benaderen!

Ik wil alle projectpartners bedanken voor hun inzet, enthousiasme en harde werk. We gaan elkaar nog missen na vier jaar intensief contact!

Ik bedank verder graag de volgende betrokkenen zonder wie dit project gerealiseerd had kunnen worden:

- de Assense wethouder Henk Matthijssse en beleidsadviseur Ingrid Boers voor hun steun en inzet
- de gedeputeerde Ard van der Tuuk en beleidsadviseur Monique Leijn van de provincie Drenthe voor hun steun vanaf de start van het project
- de stichtingen Sensor City en Sensor Universe en het Samenwerkingsverband Noord Nederland voor de noodzakelijke randvoorwaarden en het meedenken waar wij als consortium behoefte aan hadden

- de ruim 150 deelnemers aan het experiment voor hun enthousiaste betrokkenheid, flexibiliteit en kritische feedback
- de lokale bedrijven Rabobank, Vanboeijen, NAM, Wilhelmina Ziekenhuis en ANWB Alarmcentrale die hun personeel met succes hebben gevraagd om deel te nemen aan het experiment
- de docenten en studenten van het Drenthe College die met veel enthousiasme en vakmanschap ons hebben geholpen bij de inbouw van de in-car apparatuur bij de deelnemers
- de communicatiespecialisten Claudia Wiskerke-Raaphorst, Frederiek van Holte-Westra, Martin de Bruin en anderen van Sensor Universe, Sensor City, de gemeente Assen en de Provincie Drenthe
- André Oldenburger (destijds werkzaam voor TNO), Eugène de Geus (DySI), Rolf Krikke (Quest Traffic Consultancy) en Frits Heukers (Provincie Drenthe) als de wervende en visionaire initiatiefnemers van het project
- Rob Schuurbijs voor de technische en organisatorische adviezen op een belangrijk moment in het project
- de medewerkers van de vestiging van Univé verzekeringen in Assen die tijdens de eerste helft van het project enthousiast hun medewerking aan het project hebben verleend
- de teams van alle projectpartners die met deskundigheid, passie voor het realiseren van innovatieve diensten met sensortechnologie en doorzettingsvermogen intensief hebben samengewerkt
- mijn collega's van het management team: Marco Duijnsveld, Projectleider Sensor City Mobility, Rob Stefens, Technisch architect Sensor City Mobility en Jan Reitsma, Directeur Stichting Sensor City

Namens het consortium Sensor City Mobility,

Jan Burgmeijer  
Programmamanager Sensor City Mobility



## Samenvatting

### **Sensor City Mobility: Innovaties in mobiliteit kansrijk voor stedelijke regio's**

Slimmer omgaan met informatie uit sensoren loont. Dat is de uitkomst van het innovatieproject Sensor City Mobility. Van 2010 tot 2014 was 'sensor city' Assen een living lab voor dit project. Het project beoogde een innovatieslag in reisinformatie- en verkeersmanagementdiensten. Het project is afgesloten met een experiment waarin ruim honderdvijftig reizigers in en om Assen diverse nieuwe diensten testten door inzet van sensortechnologie in de auto en op de smartphone. Kennis en ervaring die hierin zijn opgedaan, worden nu al in nieuwe projecten toegepast.

Slimmere diensten zijn in staat te anticiperen in plaats van te reageren op de actuele verkeerssituatie. Tegelijkertijd dragen de nieuwe mobiliteitsdiensten bij aan collectieve mobiliteitsdoelen, zoals de bevordering van de doorstroming op de weg, het verbeteren van de verkeersveiligheid en het verminderen van de verkeersuitstoot. Een overzicht van de geteste diensten en de evaluatie daarvan kunt u vinden in deze brochure en in uitgebreider vorm in het eindrapport Sensor City Mobility. Het project Sensor City Mobility bestond uit een samenwerking tussen veertien partijen afkomstig uit bedrijfsleven en overheid.

#### BIG DATA

Het ontsluiten, ter beschikking stellen en verwerken van 'Big data' was één van de technische uitdagingen in het project Sensor City Mobility. Belangrijke resultaten van het project zijn de opgedane kennis over en ervaring met het kunnen omgaan met big data en een groot aantal technische integraties en realisatie van de bijbehorende techniek, zoals:

- de technische ICT-architectuur
- het ontsluiten van data uit het grootstedelijk sensornetwerk met ruim 200 meetpunten en verschillende typen sensoren
- een On Board Unit (OBU) en tablet
- een platform voor datafusie uit camera's, Bluetooth, meetlussen en verkeersregelinstallaties
- verschillende verkeersmodellen

#### DIENST RIJSTIJLMONITOR

Het doel van de dienst Rijstijlmonitor is om automobilisten bewuster te maken van hun rijstijl en om veiliger en duurzamer rijgedrag te stimuleren. De rijstijlmonitor laat een kengetal op de On Board Unit aan de automobilist zien die een indicatie geeft hoe veilig hij of zij rijdt.

- Uit de evaluatie blijkt dat de meerderheid van de deelnemers vaak naar het kengetal heeft gekeken en deze feedback nuttig vond. Ook blijkt dat het gemiddelde kengetal van deelnemers tijdens het experiment lager is geworden. Dit betekent dat deelnemers na kennisname van het kengetal minder hard zijn gaan rijden, rustiger optrokken of afremden en hun rijstijl in bochten hebben bijgesteld.

#### DIENST SMART ROUTING

Het doel van de dienst Smart Routing is minimale reistijd voor zowel het collectief van de automobilisten als voor de individuele automobilist. Smart Routing is een manier van route plannen waarbij rekening wordt gehouden met gewijzigde, actuele en toekomstige verkeerssituaties en waarbij de verkeersvraag wordt verdeeld over alle beschikbare routes. Niet alle automobilisten krijgen voor dezelfde reis hetzelfde routeadvies.

- In dit project is een 'proof of concept' van Smart Routing gerealiseerd. Deelnemers gaven aan bereid te zijn om beperkte variaties in reistijden te accepteren wetende dat dit de doorstroming verbetert voor het collectief. Deze kansrijke dienst = waarvan veel toekomstige automobilisten baat kunnen hebben wordt momenteel in een nieuw project verder ontwikkeld en toegepast.

#### DIENST PARKEREN

Het doel van de dienst Parkeren is het op een snelle en slimme manier geleiden van automobilisten naar een parkeerplaats in Assen om zo de hoeveelheid zoekverkeer te beperken.

- De parkeergeleiding in Assen is gedemonstreerd voor de parkeergarage de Triade. Hierbij werd bij de slagboom een kentekenherkenningssysteem gebruikt zodat deelnemers automatisch op basis van kenteken de parkeergarage konden in- en uitrijden.
- Een simulatiestudie laat zien dat toepassing van deze dienst leidt tot minder zoekverkeer waardoor de gemiddelde reistijd verbetert.

#### DIENST MULTIMODAAL REISADVIES IN DE AUTO

Het doel van de dienst Multimodaal reisadvies in de auto is het geven van reisadvies aan automobilisten waarbij overstappen naar het openbaar vervoer als optie wordt meegenomen. Wanneer reistijd kon worden gewonnen, werd de automobilist geïnformeerd over opties om over te stappen via een P+R.

- De resultaten in het experiment laten zien dat er in Assen en omgeving weinig situaties zijn waarbij een automobilist - door over te stappen op het openbaar vervoer - reistijd kon winnen. Deze dienst heeft potentie voor stedelijke regio's waarin de kans op filevorming groter is en meer openbaar vervoer opties zijn.

#### DIENST REISALARM APP

Het doel van de app ReisAlarm is het geven van reisadvies voor de auto, het openbaar vervoer en overstappen via een P+R. Daarnaast geeft de app ReisAlarm reisadvies over het tijdstip waarop de reiziger het beste kan vertrekken om op tijd te komen voor afspraken. ReisAlarm is een app voor op de smartphone, die het reisgedrag kan meten en waarmee de reiziger kan worden geïnformeerd en beïnvloed.

- In het experiment is de ReisAlarm app verder ontwikkeld op basis van feedback van deelnemers. Ook blijkt uit het experiment dat het mogelijk is om met de Reisalarm app op effectieve wijze reispatronen in kaart te brengen. Deze technologie wordt in meerdere mobiliteitsapps toegepast.

#### DYNAMISCH VERKEERSMANAGEMENT

Vanuit het project Sensor City Mobility zijn grote stappen gezet om meer en nauwkeuriger te meten aan verkeersstromen via sensortechnologie in combinatie met slimme algoritmes. Het is mogelijk om nauwkeurige verkeersvoorspellingen te doen.

- Er is een online dynamisch verkeersmodel operationeel gemaakt voor Assen en omgeving.

#### ADAPTIEF VERKEERSMANAGEMENT

Het doel van adaptief verkeersmanagement is het bijsturen van verkeersregelsystemen via actuele informatie en zo doorstroming op de weg te verbeteren.

- Uit een simulatiestudie blijkt dat adaptieve regelingen in vergelijking tot de huidige regeling op straat in het verkeersnetwerk van Assen-Noord tot een grote verbetering van de doorstroming leiden en ook robuuster zijn als de verkeersstromen in de toekomst wijzigen.

#### **Sensor City Mobility innovaties toepassen in andere steden en regio's? Dat kan!**

Het project Sensor City Mobility biedt innovaties in mobiliteit voor vele andere stedelijke regio's. De kennis en ervaring die in Sensor City Mobility is opgedaan, wordt door de projectpartners gebruikt om hun diensten verder te ontwikkelen en toe te passen. Aansprekende voorbeelden hiervan zijn Viapass in België en de PraktijkProef Amsterdam. De kennis en ervaring kan verder worden toegepast in een scala van nieuwe producten en diensten. Heeft u interesse in toepassing van mobiliteitsinnovaties in uw stad of regio, neem dan contact met ons op.

PROJECT: Sensor City Mobility

LOOPTIJD: 2010 – 2014

CONSORTIUMPARTNERS: DySI, Elevation Concepts, Gemeente Assen, Goudappel Coffeng, Imtech/Peek, Magicview, Mobuy, NXP, 9292, Parkingware, Quest Traffic Consultancy, Stichting Sensor City, TNO en TomTom.

OPDRACHTGEVER: De partners uit het consortium. Daarnaast is het project mede mogelijk gemaakt door de Europese Unie, het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling, het ministerie van EL&I en het Samenwerkingsverband Noord-Nederland, KOERS NOORD.

#### **Contact**

Jan Burgmeijer

Namens het consortium Sensor City Mobility

T +31 88 866 7065

E [jan.burgmeijer@tno.nl](mailto:jan.burgmeijer@tno.nl)

Het eindrapport Sensor City Mobility kunt u downloaden via

[www.tno.nl/sensorcitymobility](http://www.tno.nl/sensorcitymobility)

#### **Meer informatie:**

[www.sensorcitymobility.nl](http://www.sensorcitymobility.nl)

[www.sensorcity.nl](http://www.sensorcity.nl)





# Inhoudsopgave

<b>Voorwoord</b> .....	<b>3</b>
<b>Samenvatting</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Inleiding</b> .....	<b>11</b>
1.1 Achtergrond .....	11
1.2 Doelen .....	11
1.3 Opzet project .....	12
1.4 Consortium Sensor City Mobility .....	13
1.5 Leeswijzer .....	16
<b>2 Technische realisatie</b> .....	<b>17</b>
2.1 Technische architectuur .....	17
2.2 Sensor netwerk en sensoren .....	19
2.3 Datafusie .....	22
2.4 Modellen .....	25
2.5 On Board Unit en tablet .....	25
2.6 Privacy en security .....	28
<b>3 Diensten</b> .....	<b>30</b>
3.1 Rijstijlmonitor .....	30
3.2 Navigatie plus .....	34
3.3 Slimmer reizen (multimodale reisassistent) .....	38
3.4 ReisAlarm .....	39
3.5 Dynamisch verkeersmanagement .....	40
3.6 Adaptief verkeersmanagement .....	44
<b>4 Experiment</b> .....	<b>47</b>
4.1 Opzet praktijkproef .....	47
4.2 Deelnemers .....	48
4.3 In- en uitbouwen On-Board Unit en tablet .....	50
4.4 Communicatie .....	53
<b>5 Resultaten</b> .....	<b>62</b>
5.1 Overall overzicht ritten/ reizen .....	62
5.2 Rijstijlmonitor .....	63
5.3 Navigatie plus .....	68
5.4 Slimmer reizen (Multimodale reisassistent) .....	74
5.5 ReisAlarm .....	76
5.6 Adaptief verkeersmanagement .....	88
<b>6 Conclusies en aanbevelingen</b> .....	<b>94</b>
6.1 Conclusies .....	94
6.2 Aanbevelingen .....	96
6.3 Toekomstperspectief en spin off activiteiten .....	98
<b>Bijlage A Afstudeerders</b> .....	<b>99</b>



# 1 Inleiding

Sensor City Mobility is een innovatieproject in mobiliteit met aan de horizon één grote stip: reizigers faciliteren om op een eenvoudige manier slimme en optimale reiskeuzes te maken door een persoonlijk reisadvies. Het project beoogt een innovatieslag in reisinformatie- en verkeersmanagementdiensten door het slimmer omgaan met informatie uit sensortechnologie. In 2013 was Assen het 'living lab' waarin een grootschalig praktijkexperiment werd uitgevoerd. In dit experiment hebben ruim honderdvijftig reizigers in en om Assen diverse nieuwe diensten voor in de auto en een app op de smartphone. Het project Sensor City Mobility is uitgevoerd door een consortium van bedrijven en overheid.

## 1.1 Achtergrond

De provincie Drenthe en de gemeente Assen hebben gezamenlijk het initiatief genomen om het project Sensor City te ontwikkelen. Sensor City is een ambitieus project waarin een grootschalig stedelijk sensornetwerk is gerealiseerd. Stichting Sensor City leidt het project en is verantwoordelijk voor de aanleg van het sensornetwerk in Assen. Onder het project Sensor City vallen de deelprojecten Sensor City Mobility en Sensor City Geluid. Het (deel)project Sensor City Mobility startte in februari 2010 en is in april 2014 afgerond. De eerste projectbijeenkomst vond plaats op 4 maart 2010 in Assen.

Het project Sensor City Mobility heeft de visie om een wenkend mobiliteitsperspectief te bieden voor vele andere stedelijke regio's. Het onderzoek, dat wordt uitgevoerd met behulp van het sensorsysteem, levert nieuwe kennis en vaardigheden op en zal uiteindelijk leiden tot nieuwe commerciële producten en diensten.

### *Waarom is er gekozen voor de stad Assen?*

Assen is bekend van de TT, van ronkende motoren die elk jaar bezit nemen van het beroemde circuit. Assen wil zich daarnaast graag ontwikkelen tot een Sensor City, waar sensortechnologie in veel opzichten een belangrijke rol speelt. Met als stip aan de horizon de realisatie van een 'living lab' voor bedrijven, kennisinstellingen en overheden. Bewoners die een gezamenlijke missie hebben: kennisontwikkeling en het bevorderen van een arbeidsmarkt met een innovatiever karakter. Deze ambitie bleek de vruchtbare voedingsbodem voor de realisatie van dit innovatieproject in mobiliteit. Voor het ontwikkelen van nieuwe diensten is een testomgeving nodig die enerzijds de karakteristieken van een stedelijke omgeving heeft en anderzijds voldoende ruimte en flexibiliteit biedt voor een experiment. De stad Assen heeft zich met het faciliteren van het project Sensor City Mobility bewezen als 'living lab' en zich als Sensor City op de kaart gezet.

## 1.2 Doelen

Slimmer omgaan met informatie afkomstig van sensoren; dat is de ambitie van het innovatieve onderzoeksproject Sensor City Mobility. Met als doel dat reizigers in de toekomst gemakkelijker, slimmer en optimaler reiskeuzes kunnen maken door een persoonlijk reisadvies. Door gebruik te maken van sensortechnologie langs de kant

van de weg, in de auto en op de smartphone worden data verzameld en vertaald naar informatie waarmee slimme diensten in staat zijn te anticiperen in plaats van te reageren op de actuele verkeerssituatie.

Om deze ambitie en dit doel te bereiken hebben veertien partijen, bedrijven en overheid, in Nederland samen gewerkt aan het ontwikkelen van innovatieve mobiliteitsdiensten op het vlak van reisinformatie en verkeersmanagement. Sensor City Mobility is gericht op de ondersteuning van de individuele reiziger en tegelijkertijd op het bijdragen aan collectieve mobiliteitsdoelen, zoals de bevordering van de doorstroming op de weg, het verbeteren van de verkeersveiligheid en het verminderen van de verkeersuitstoot. Zodat in de toekomst verkeersinformatie in steden en op snelwegen écht zijn afgestemd op de persoonlijke wensen van de reiziger, mensen kunnen parkeren op de speciaal voor hun gereserveerde plaats, voortaan altijd op tijd op afspraken kunnen komen omdat ze via hun smartphone geadviseerd worden tijdig te vertrekken in verband met toenemende verkeersdruk op hun route, en door een intelligent systeem geholpen worden veiliger te rijden.

### 1.3 Opzet project

Om de doelen zoals beschreven in paragraaf 1.2 te bereiken zijn in het project Sensor City Mobility een aantal stappen gezet. Allereerst is er op technisch vlak een aantal zaken gerealiseerd, zoals een technische ICT-architectuur, het sensornetwerk met verschillende typen sensoren, communicatienetwerken, verschillende verkeersmodellen, een On Board Unit en tablet, en een platform voor datafusie. Al deze technische zaken maakten het mogelijk de diensten van het project te realiseren. De diensten die zijn ontwikkeld zijn de volgende:

- Rijstijlmonitor
- Navigatie plus (Smart Routing met parkeren)
- Slimmer reizen (multimodale reisassistent)
- ReisAlarm app
- Dynamisch verkeersmanagement
- Adaptief verkeersmanagement

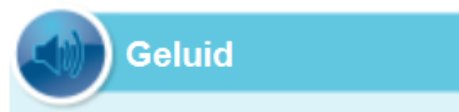
Een aantal diensten is in de praktijk getest tijdens een grootschalig praktijkexperiment in 2013. In dit experiment testten ruim honderdvijftig reizigers in en om Assen de verschillende nieuwe diensten. Een groep reizigers heeft de diensten Rijstijlmonitor, Navigatie plus en Slimmer reizen getest via de OBU en tablet in de auto, een andere groep reizigers heeft de ReisAlarm app getest via de smartphone, en er was een groep reizigers die zowel in de auto als via de smartphone diensten heeft getest.

Na het praktijkexperiment heeft de evaluatie plaatsgevonden. De evaluatie bestond uit een aantal onderdelen: technische evaluatie, deelnemersevaluatie en evaluatie met behulp van (verkeers)modellen. In de technische evaluatie is getest of de systemen (zoals architecturen en netwerken) goed werken, of de juiste data aan de diensten geleverd worden, en of de diensten correct werken. De deelnemersevaluatie bestond uit vragenlijstonderzoek. De deelnemers aan de praktijkproef hebben online enquêtes ingevuld over onder andere het gebruik van de diensten, communicatie, helpdesk en website, en deze enquêtes zijn vervolgens geanalyseerd. De verkeersmanagementdiensten zijn geëvalueerd met behulp van verkeerssimulatiemodellen. Tenslotte heeft er nog een procesevaluatie plaatsgevonden, waarin de samenwerking tussen de partners en het verloop van het project geëvalueerd zijn.

## 1.4 Consortium Sensor City Mobility

### *Mobiliteit deelproject van Sensor City*

Het project Sensor City Mobility is een deelproject van Sensor City. Naast het deelproject Mobiliteit is er ook een deelproject Geluid uitgevoerd. Het project geluid is gericht op het ontwikkelen en toepassen van kennis en technologie op gebied geluidssensoren. Hierbij kan gedacht worden aan het registreren en interpreteren geluid, maar ook aan het monitoren en beheersen van (stedelijk) geluid. Dit rapport gaat over het deelproject Mobiliteit, het deelproject Geluid valt buiten de scope van dit rapport. Meer informatie over Sensor City is te vinden via [www.sensorcity.nl](http://www.sensorcity.nl).



### *Projectpartners*

Het project Sensor City Mobility wordt uitgevoerd door een consortium van veertien partijen uit bedrijfsleven en overheid. Deze partijen zijn: DySI, Elevation Concepts, Gemeente Assen, Goudappel Coffeng, Imtech/Peek, Magicview, Mobuy, NXP, 9292, Parkingware, Quest Traffic Consultancy, Stichting Sensor City, TNO en TomTom. Hieronder wordt de rol van elke projectpartner in het project toegelicht. Univé was tijdens de eerste helft van het project ook projectpartner. Vanwege conflicterende zakelijke belangen heeft Univé zich halverwege het project teruggetrokken.

**Dysi Software Innovations BV** heeft de data management software ontworpen en gerealiseerd, waarin (zeer) grote datastromen, afkomstig van meer dan 200 sensoren in en rondom Assen, real-time worden ingewonnen, live in een data cockpit gevisualiseerd worden en beschikbaar gesteld worden voor de verkeersmodellen.

**Elevation Concepts** heeft in het eerste deel van het project de rol van technische integrator vervuld en daarbij haar framework ingezet en verder ontwikkeld. Daarna heeft zij zich vooral gericht op het realiseren van de webportal met bijbehorende content beheer module en een web gebaseerde toegang tot de database voor het user management.

**Gemeente Assen** heeft geïnvesteerd in de lokale kennisontwikkeling en het bevorderen van een arbeidsmarkt met een innovatiever karakter. Daarnaast heeft de gemeente het praktijkexperiment in Assen en omgeving mede mogelijk gemaakt en vormde het de schakel met de politiek bestuurlijke omgeving. Verder heeft de gemeente geïnvesteerd in het sensornetwerk.

**Goudappel Coffeng** heeft het online verkeersmodel operationeel gemaakt voor Assen en omgeving. Met dit model kunnen online verkeersberekeningen worden uitgevoerd voor de actuele verkeerssituatie en wordt een verkeersverwachting voor het komende uur bepaald. Daarnaast heeft zij bijgedragen aan de conceptvorming op het vlak van 'route georiënteerd verkeersmanagement'.

**Imtech/Peek** heeft het concept voor adaptief verkeersmanagement vormgegeven. Dit is een nieuwe vorm van verkeersmanagement, die niet afhangt van een aantal vooraf gedefinieerde scenario's maar waarbij continu de configuratie van de verkeersregelaars wordt bijgestuurd.

**Magicview Connected Products BV** heeft het in-car data-inwinningssysteem inclusief backoffice server gerealiseerd. Samen met NXP heeft zij de On Board Unit ontworpen en geproduceerd, de aanbesteding van de tablets voorbereid en het beschikbaar stellen van diensten op de tablet gefaciliteerd. Verder heeft zij de dienst Rijstijlmonitor ontworpen en gerealiseerd.

**Mobuy** heeft operationeel-logistieke processen van het project verzorgd. Een voorbeeld hiervan is het voorbereiden en distribueren van de On Board Unit en de tablet. Daarnaast heeft Mobuy de helpdesk opgezet en gerealiseerd. Mede vanuit die rol heeft zij een belangrijke bijdrage geleverd aan de communicatie met de deelnemers.

**NXP Semiconductors N.V.** heeft het ontwerp, de aanbestedingen en het beschikbaar stellen van de On Board Units in het experiment verzorgd. Bijzonder hierbij is de beveiligde communicatie en de authenticatie door het gebruik van een auto-vignet.

**9292** heeft binnen het project bijgedragen aan de slimme reisadviezen om snel en comfortabel op de plek van bestemming te komen in Assen en omgeving. Zij heeft met partners de dienst 'Slimmer reizen' gerealiseerd, waarbij reizigers zijn voorzien van een zogenaamde multimodale reisassistent inclusief informatie over P+R.

**Parkingware** heeft kennis over parkeersystemen ingebracht. Zij heeft een parkeerreserveringssysteem en kentekenherkenningsysteem met behulp van camera's onder andere in de parkeergarage de Triade in Assen gerealiseerd.

**Quest Traffic Consultancy** heeft binnen het project bijgedragen aan het formuleren en concretiseren van het beleidsvoorstel voor het netwerkbreed verkeersmanagement en de conceptvorming op het vlak van 'route georiënteerd verkeersmanagement'.

**Stichting Sensor City** realiseert in opdracht van de provincie Drenthe en de gemeente Assen het project Sensor City. De Stichting Sensor City is verantwoordelijk voor de aanleg van het stedelijk sensornetwerk in Assen en is penvoerder van het project Sensor City en het deelproject Sensor City Mobility.

**TNO** heeft het projectmanagement en de evaluatie uitgevoerd, en de communicatie met deelnemers gecoördineerd. Daarnaast heeft TNO de dienst 'ReisAlarm', inclusief het meten van de locaties, gerealiseerd. TNO heeft simulaties uitgevoerd naar de effecten van de parkeerdienst en van adaptief verkeersmanagement op de verbetering van de doorstroming. Verder heeft TNO inhoudelijke kennis ingebracht voor het onderzoek naar en de ontwikkeling van verkeersmanagement- en reisinformatiediensten, zoals 'Smart Routing'.

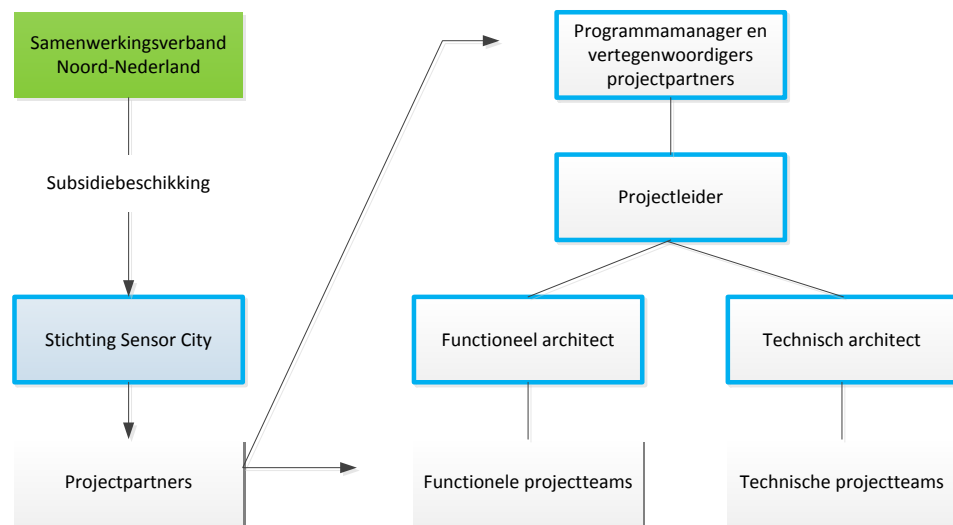
**TomTom** heeft kennis over autonavigatie ingebracht en het onderliggend platform voor het beschikbaar stellen van de in-car diensten gerealiseerd. Verder heeft zij

actuele en historisch reisinformatie (HD flow en HD traffic), informatie over wegwerkzaamheden en de kaart benodigd voor navigatie beschikbaar gesteld.

### Aansturing

In Figuur 1 wordt een overzicht gegeven van de aansturing (governance) van het project Sensor City Mobility. Het Samenwerkingsverband Noord-Nederland (SNN) heeft een subsidiebeschikking afgegeven richting de Stichting Sensor City, de penvoerder van het project Sensor City en het deelproject Sensor City Mobility. De Stichting Sensor City verzorgt de subsidieverstrekking naar de projectpartners. De projectpartners investeren ook zelf in het project en zijn daarmee gezamenlijk opdrachtgever. De programmamanager heeft de gezamenlijke besluitvorming door de projectpartners gefaciliteerd.

De projectdoelen en de koers van het project zijn vastgesteld door de projectpartners. Tijdens plenaire vergaderingen van alle projectpartners werd invulling gegeven aan de aansturing van het project op hoofdlijnen. De besluiten van deze plenaire vergaderingen werden vervolgens door de projectleider tot uitvoering gebracht. De projectleider vervulde eveneens de rol van functioneel architect. Daarnaast was er een technisch architect. De functioneel en technisch architect stuurden de verschillende projectteams aan.



Figuur 1: Aansturing van het project Sensor City Mobility.

Bijzonder in dit project is de samenwerking tussen marktpartijen, een overheidsorganisatie en een kennisinstelling. Gedurende vier jaar is met deze partijen intensief samengewerkt. Het samenwerkingsproces is in oktober 2013 in een workshop geëvalueerd door elf projectpartners. Het doel was om de organisatie en procesaspecten – de ambities, de structuur, de samenwerking en het projectmanagement – van het project Sensor City Mobility te evalueren en te bepalen wat er goed is gegaan en wat er beter kon, om zo lessen te leren voor toekomstige projecten. In het hoofdstuk conclusies en aanbevelingen zijn een aantal van deze inzichten meegenomen.

## 1.5 Leeswijzer

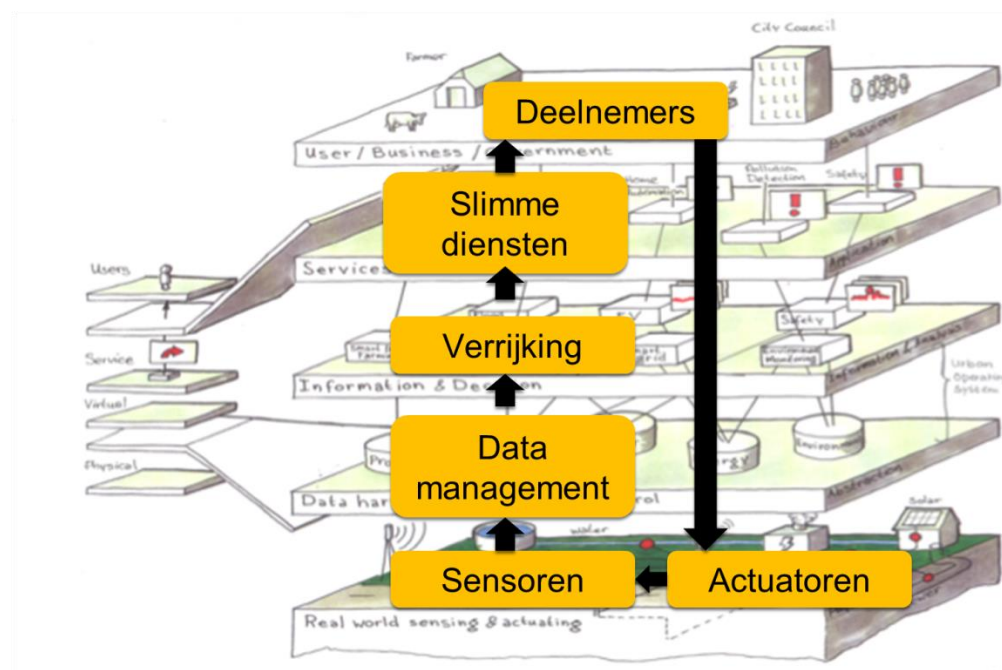
De opzet van dit rapport is als volgt. In hoofdstuk 2 wordt de technische realisatie beschreven: de technische architectuur, sensoren, datafusie, modellen, On Board Unit en tablet. Hoofdstuk 3 bevat beschrijvingen van de diensten. Voor elke dienst staat het doel van de dienst en de werking van de dienst beschreven. Alles over het experiment is te vinden in hoofdstuk 4. In dit hoofdstuk staat informatie over de opzet van het experiment, de deelnemers aan het experiment, de communicatie met de deelnemers en het in- en uitbouwen van de On Board Units en tablets. Hoofdstuk 5 bevat de resultaten van de evaluatie van de diensten, en in hoofdstuk 6 zijn tenslotte de conclusies, aanbevelingen en toekomstperspectief beschreven.



## 2 Technische realisatie

### 2.1 Technische architectuur

Figuur 2 geeft een overzicht van de verschillende componenten en hun onderlinge relaties uit de technische architectuur van Sensor City Mobility. Een van de belangrijke technische uitdagingen was het grote aantal verbindingen tussen de deelsystemen (componenten) van de verschillende projectpartners en leveranciers. Vrijwel alle deelsystemen zijn ontwikkeld in nauwe samenwerking tussen verschillende projectpartners. In dit hoofdstuk wordt een toelichting gegeven op de samenhang tussen de componenten, in hoofdstuk 3 worden de diensten in meer detail beschreven.



Figuur 2: Architectuur Sensor City Mobility.

#### *Deelsystemen en verbindingen*

Elevation Concepts heeft een webportal gerealiseerd waar de deelnemers aan het experiment informatie over het experiment en specifiek de diensten konden raadplegen. De deelnemers die diensten in de auto hebben getest, middels een On Board Unit en een tablet, konden op deze website ook hun eigen autogegevens, verstrekt door de RDW, inzien. Deze gegevens zijn ook gebruikt om de inbouw van de apparatuur te faciliteren. Daarnaast heeft Elevation Concepts de deelnemersdata via de webportal beschikbaar gesteld aan de projectpartners die deze informatie gebruikten voor de communicatie met de deelnemers. Het grootste deel van de deelnemersgegevens is beschikbaar gesteld via de deelnemersdataservice, ontwikkeld door de Stichting Sensor City. De parkeerservice van Parkingware en de Smart Routing service van TNO, beide onderdelen van de dienst 'Navigatie plus' zijn gekoppeld aan de deelnemersdataservice. Voor de parkeerservice worden cameradata van de diverse parkeergarages naar de Parkingware parkeerserver gestuurd. Het onderdeel Smart

Routing staat in verbinding met het datamanagementsysteem van Dysi, waar ook de data uit het sensornetwerk van de Stichting Sensor City en HD flow van TomTom worden ontsloten en ter beschikking worden gesteld aan het online verkeersmodel van Goudappel Coffeng. De integratie tussen een aantal verkeersregelinstallaties in Assen Noord, via de Stichting Sensor City, en het adaptief verkeersmanagementsysteem van Imtech/Peek was vertraagd door langdurige administratieve processen in het inkooptraject waardoor het niet binnen de scope van het project kon worden uitgevoerd. Mogelijk kan dit in een vervolgproject alsnog vorm krijgen.

Verder is de device gateway van Magicview gekoppeld aan de deelnemersdataservice. Dit onderdeel verbindt de map matching service van TNO en de dienst Rijstijlmonitor van Magicview. Magicview levert ook de mogelijkheid voor het uitvoeren van over the air software updates. De diensten 'Slimmer reizen' en 'ReisAlarm' maken gebruik van een routeplanner, geleverd door Tripcast, reisinformatie voor het openbaar vervoer en gegevens over P+R plaatsen, beide geleverd door 9292.

Buiten de backoffice is er een integratie gerealiseerd tussen TomTom Roadworks, met bijbehorende portal om de wegwerkzaamheden in te voeren, en HD Traffic van TomTom. Deze gegevens worden via een beveiliging doorgegeven aan de On Board Unit en de tablet. De deelnemers hebben de dienst ReisAlarm van TNO aangeboden gekregen op de smartphone. De dienst Rijstijlmonitor van Magicview is aangeboden op de On Board Unit. Tot slot is op de tablet het navigatieplatform van TomTom, het accountmanagement van Mobuy (waarmee deelnemers konden aangeven of zij zelf of iemand anders de auto bestuurde), de dienst Slimmer reizen van Magicview en de dienst Navigatie plus geplaatst.

Gegeven het aantal diensten en de verschillende componenten van verschillende projectpartners die hiervoor benodigd waren, was de integratie complex. Vrijwel alle integraties benodigd voor de diensten zijn gerealiseerd.

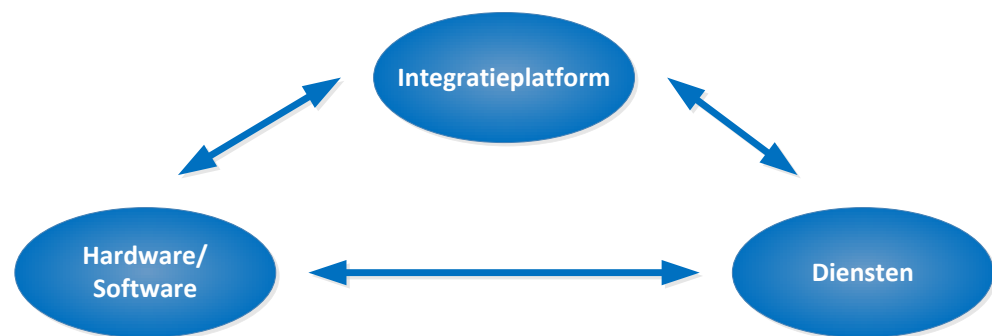
#### *Ontwikkeling van de architectuur*

In het project is gewerkt aan de ontwikkeling van de integratieoplossing, genaamd Virtual Object Registry (VOR), waarvoor het framework "Magma" van Elevation Concepts is ingezet en verder doorontwikkeld. Binnen de VOR waren zowel de applicatie-integraties als de case management models ondergebracht, inclusief simulatieomgeving om de keten van integratie te testen en te beproeven.

Bij het ontwerpen van de architectuur van het project is gezocht naar een structuur die alleen de minimaal benodigde informatie tijdsgebonden verstrekt (in het project benoemd als een ticket broker), zodat de data van de ene projectpartner niet direct gedeeld hoefde te worden met de andere projectpartner. Dit uitgangspunt was echter niet noodzakelijk gezien vanuit de gangbare niveaus van security voor de bescherming van privacygevoelige data. Later in het project is dit uitgangspunt losgelaten omdat er geen geschikte structuur voor deze benadering (ticket brokering) aanwezig was, het realiseren van ticket gebaseerde toegang lastig bleek om te implementeren en het de totale technische complexiteit vergrootte. Er is gekozen voor een meer pragmatische oplossing om de privacygevoelige data te verwerken en deze tegelijkertijd zorgvuldig te beveiligen. Hiermee werd de integratie-uitdaging vereenvoudigd.

Het eindbeeld van het project Sensor City Mobility was een gesloten keten van het meten van het gedrag van reizigers om dit gedrag vervolgens te beïnvloeden en vervolgens het aangepaste gedrag weer te meten etc. Meer in detail gaat het hier om de keten van data-inwinning uit verschillende sensoren (verkeersregelinstallaties, lussen, floating car data van de deelnemers, HD flow data), het fuseren van deze data, het toevoegen van verkeersvoorspellingen uit een online verkeersmodel aan de gefuseerde data en het teruggeven van de verkeersvoorspellingen aan de automobilisten in Assen en omgeving die hiermee hun gedrag aanpassen. Dit aangepaste gedrag vormt weer het begin van de keten. Doordat het sensornetwerk later is opgeleverd dan bij aanvang van het project was voorzien, is over een kortere periode data gefuseerd. Het eindbeeld van de gesloten keten is als proof of concept gerealiseerd.

De complexiteit qua integratie in een innovatietraject kan voortkomen uit het feit dat er nieuwe diensten worden gerealiseerd. Hiervoor is veelal ook nieuwe hardware en software nodig. Dit kan vervolgens ook nog eens worden ondersteund door een innovatief integratieplatform. Deze drie pijlers – hardware/ software, integratieplatform en diensten – de gouden driehoek voor technische realisatie worden weergegeven in Figuur 3. De belangrijkste aanbeveling op het vlak van de technische architectuur is om in ieder geval één van de drie pijlers vast te zetten in termen van scope en ontwerp. Het is niet wenselijk als alle drie de pijlers nog in ontwikkeling zijn. Beter is om hooguit twee van de drie pijlers te ontwikkelen in een innovatietraject.



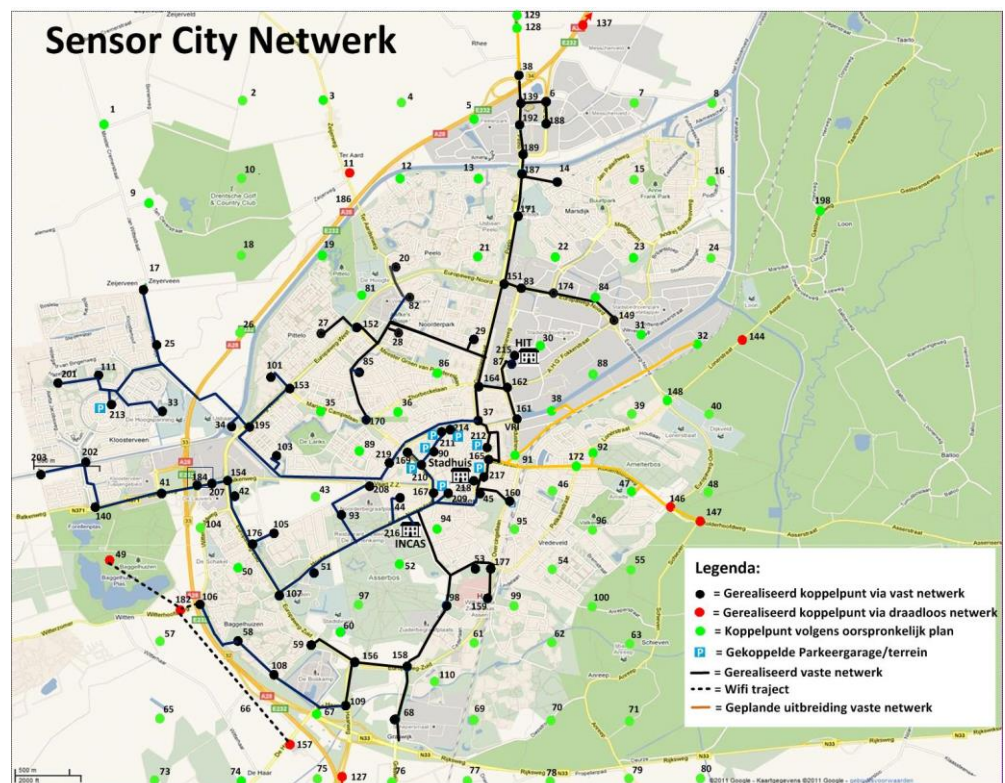
Figuur 3: Gouden driehoek voor technische realisatie.

## 2.2 Sensornetwerk en sensoren

### 2.2.1 Sensornetwerk

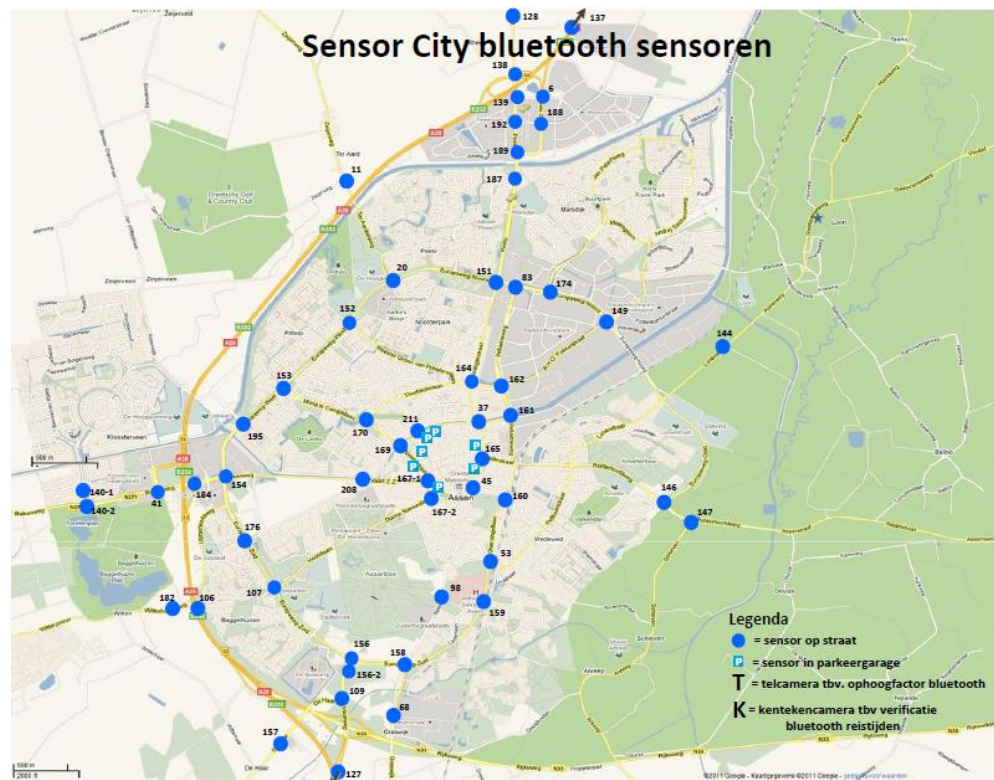
Door de Stichting Sensor City is een sensornetwerk in Assen aangelegd. Doel van het stedelijk sensor netwerk is om de ontwikkeling verschillende praktisch bruikbare toepassingen van sensorsystemen te faciliteren. Het sensornetwerk is bij uitstek geschikt om de ongekende mogelijkheden voor 'meten en regelen' te demonstreren en biedt het bedrijfsleven onderzoeks- en testfaciliteiten voor het ontwikkelen van producten en diensten. Als proeftuin en etalage voor toepassingen van sensorsystemen vormt het een unieke faciliteit in de gemeente Assen. Het sensornetwerk is uitgerust met een scala aan sensoren die op een groot aantal punten Assen zijn geplaatst. De sensordata wordt op één plaats in Assen, in de backoffice, ontsloten.

Het sensornetwerk ondersteunt het project Sensor City Mobility in de monitoring van verkeer ten behoeve van reisinformatie- en verkeersmanagementdiensten. Daarnaast ondersteunt het netwerk ook onderzoek op het gebied van geluidsmonitoring en beïnvloeding. Het sensornetwerk kan in de toekomst ook andere toepassingen ondersteunen, zoals monitoring van luchtkwaliteit (NO<sub>x</sub>, fijnstof, etc.), neerslag (o.a. ten behoeve van rioolbeheer), gezondheid, veiligheid, energie, beveiliging, etc. Met name het combineren van de waarnemingen van verschillende sensoren op een groot aantal locaties biedt interessante onderzoeksmogelijkheden. De aanleg van het sensornetwerk is in juli 2011 gestart en eind 2013 voorlopig afgerond. Het is de bedoeling dat het sensornetwerk bij toekomstige projecten verder wordt uitgebreid.

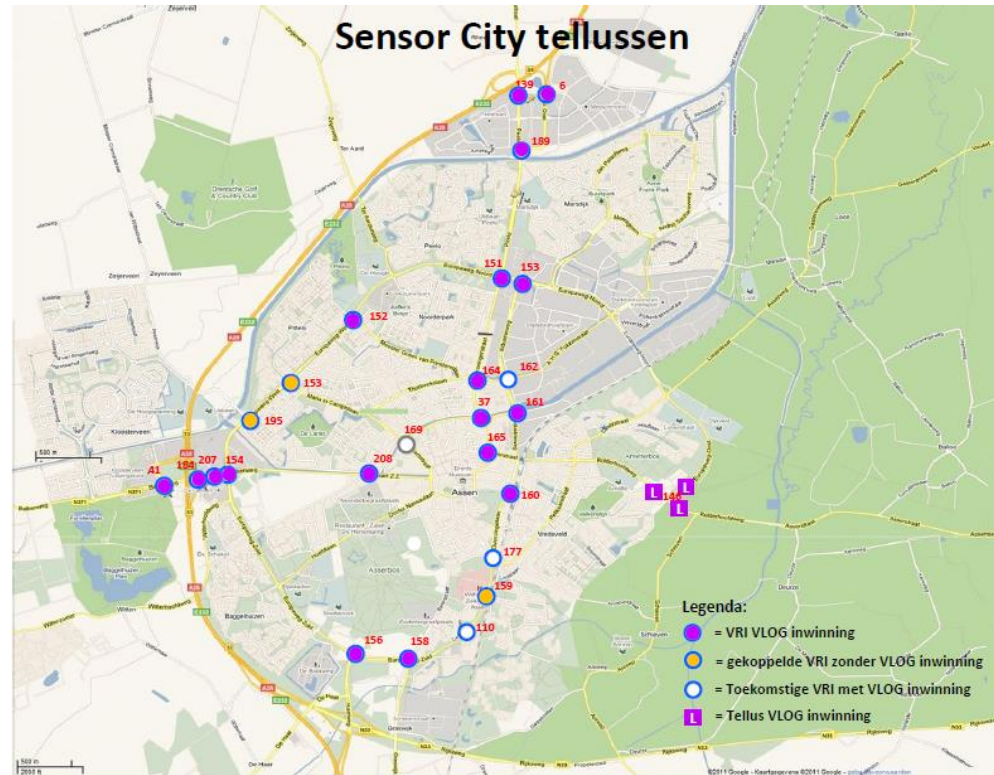


Figuur 4: Het Sensor City Network, koppelpunten.

In Figuur 4 is het sensor netwerk aangegeven. Figuur 5 en Figuur 6 geven de locaties weer van de sensoren die gebruikt worden voor het mobiliteitsproject. Er zijn verschillende typen sensoren gerealiseerd die real-time de meetgegevens doorgeven. De Bluetooth sensoren registreren de voertuigen die langskomen en een meetbaar Bluetooth device aan boord hebben. Met deze gegevens worden schattingen gemaakt van de reistijd en de verkeersintensiteit op een groot aantal wegvakken in en rondom Assen. Met telcamera's worden op referentiepunten alle voertuigen geteld en met kentekencamera's wordt op een wegtracé de reistijd gemeten en vergeleken met de reistijd volgens Bluetooth sensoren. Bij de verkeersregelininstallaties (VRI's) en op enkele andere locaties worden voertuigen geteld via meetlussen in de weg.



Figuur 5: Het Sensor City Network, Bluetoothsensoren.



Figuur 6: Het Sensor City Network, tellussen.

### 2.2.2 Sensoren

In deze paragraaf worden alle sensoren toegelicht die in het project Sensor City Mobility zijn gebruikt. Een deel van deze sensoren maken deel uit van het Sensor City Network, zoals beschreven in de vorige paragraaf.

#### **Telcamera's**

Een telcamera wordt langs of boven de weg geplaatst en meet met behulp van software het aantal voertuigen op een weg.

#### **Kentekenherkenningscamera's**

Camera's met kentekenherkenning registreren op verschillende locaties voertuigen door middel van het registreren van de kentekenplaten. Als er camera's op verschillende locaties in het netwerk worden geplaatst, kan met de ingewonnen tijdstippen waarop voertuigen passeren, op specifieke, vooraf gedefinieerde trajecten de actuele reistijden, trajectsnelheden en herkomstbestemmingspatronen bepaald worden. In Sensor City Mobility zijn ook camera's met kentekenherkenning in diverse parkeergarages geplaatst, waaronder de Triade parkeergarage (zie paragraaf 3.2.2).

#### **Meetlussen**

Meetlussen zijn sensoren die in het wegdek zijn geplaatst. Deze sensoren kunnen verkeersgegevens leveren zoals intensiteiten, snelheden en voertuigcategorieën. In Sensor City Mobility is gebruik gemaakt van de lusdata zoals opgenomen in de NDW data. Daarnaast zijn de lusdata van de meeste verkeersregelinstallaties in Assen gebruikt.

#### **Bluetooth**

Bluetooth is een open standaard voor draadloze verbindingen tussen apparaten op korte afstand. In Sensor City Mobility is gebruik gemaakt van Bluetooth ontvangers waarmee geregistreerd kan worden welke mobiele devices, zoals smartphones en carkits van auto's, in de buurt van de ontvangers zijn geweest.

#### **On Board Unit**

Een On Board Unit is een kastje in het voertuig waarmee de locaties van het voertuig kunnen worden vastgelegd door een GPS sensor en via draadloze communicatie kunnen worden verzonden naar de backoffice. In Sensor City Mobility zijn 129 auto's van de deelnemers uitgerust met een On Board Unit. Naast de locaties, zijn ook de snelheid en acceleratie gemeten. Verder is in Sensor City Mobility HD Flow, floating car data van andere voertuigen in de regio, ontsloten.

#### **Smartphone**

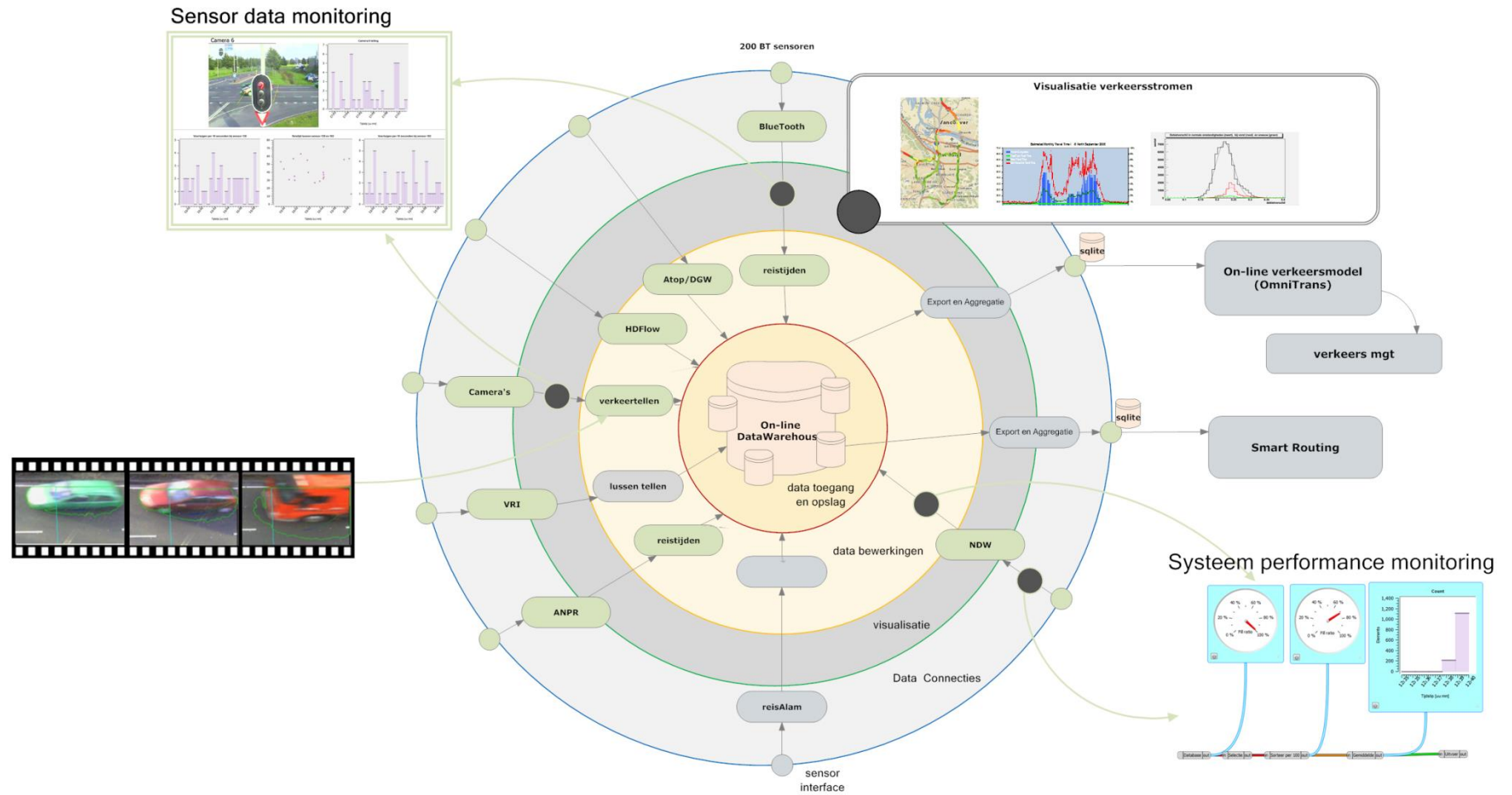
Met smartphones (in dit project Android smartphones) zijn de locaties van deelnemers bepaald. Hierbij wordt door TNO gebruik gemaakt van een combinatie van technieken namelijk GPS, zendmasttriangulatie en wifi.

## 2.3 Datafusie

In het project Sensor City Mobility zijn er meerdere datastromen ontsloten en beschikbaar gesteld. Hiertoe is 'high performance data management' software ontworpen en gerealiseerd, gebruikmakend van het Nplex framework van Dysi waarin (zeer) grote datastromen gevisualiseerd worden. In het project is data

afkomstig van meer dan 200 sensoren in en rondom Assen, real-time ingewonnen en live in een data cockpit gevisualiseerd. In Figuur 7 wordt een overzicht gegeven van alle in- en uitgaande datastromen. In de buitenste cirkel zitten de interfaces met de gebruikte sensoren en overige databronnen, specifiek voor het mobiliteitsproject.

Na verwerking en opslag in het DataWareHouse wordt de data geaggregeerd en vervolgens wordt iedere 5 minuten circa 50 Mb aan data geëxporteerd en aangeboden aan de projectpartners die deze data gebruiken voor de verkeermodellen en de Smart Routing applicatie. Onderdeel van datafusie was ook het ondersteunen van de aansturing en het uitlezen van statische sensoren waaronder de telcamera's, verkeersregelininstallaties (VRIs) en in het bijzonder de Bluetooth sensoren. Naast sensoren op vaste geografische locaties waaronder die van Nationale Databank Wegverkeersgegevens (NDW) is er ook data ingewonnen afkomstig van dynamische sensorbronnen zoals de On Board Units in de auto's van deelnemers, HDFlow en de app ReisAlarm op smartphones



Figuur 7: Datafusie.



## 2.4 Modellen

In Sensor City Mobility zijn verschillende modellen ontwikkeld en gebruikt. In deze paragraaf volgt een korte beschrijving van de modellen, uitgebreidere uitleg kan gevonden worden in de betreffende hoofdstukken waar de diensten (Hoofdstuk 3) en resultaten (Hoofdstuk 5) worden beschreven.

Het *online verkeersmodel Omnitrans* van Goudappel Coffeng is in het project ontwikkeld en maakt op basis van de ingewonnen data door het sensornetwerk (intensiteiten, reistijden en snelheden) een schatting van de actuele verkeerssituatie, en op basis hiervan wordt een korte termijn (tot maximaal een uur vooruit) verkeersverwachting gemaakt. Deze verwachting kan worden gebruikt voor in-car navigatie om op adaptieve wijze met verwachte verkeerssituaties om te gaan, in plaats van reactief te reageren op ontstane situaties. Het online verkeersmodel kan tevens worden ingezet voor verkeersmanagement, evaluatie en monitoring. Het modelsysteem wordt iedere 5 minuten ververs, waarbij de tijdslijn uiteraard ook 5 minuten doorschuift in de tijd.

De *verkeerssimulatiETOOL VISSIM* is een bestaand model dat is gebruikt door Imtech en TNO, om de huidige regeling van verkeersregelinstallaties in Assen-Noord en eventuele toekomstige netwerkregelingen in kaart te brengen. VISSIM is een microscopisch verkeersmodel waarin elk voertuig afzonderlijk gesimuleerd wordt. Door de nabootsing van echte situaties van het verkeer en de infrastructuur worden nauwkeurige verkeerssimulaties verkregen.

Tenslotte is door TNO de *verkeerssimulatiETOOL ITS Modeller* verder ontwikkeld en gebruikt om parkeren in Assen te simuleren en naar het effect van de dienst Navigatie plus te kijken. De ITS Modeller simuleert voertuigen en bestuurders en kan verschillende algoritmes, ITS applicaties en penetratiegraden testen. Output is zowel op geaggregeerd niveau als voor individuele voertuigen.

## 2.5 On Board Unit en tablet

De On Board Unit (OBU) is ontwikkeld om de diensten in de auto mogelijk te maken. Binnen het project is hiertoe eerst aan de hand van de technische architectuur en het industrieel ontwerp een beperkt aantal prototypes geproduceerd. Na het doorvoeren van een aantal technische verbeteringen is er een aanbesteding uitgeschreven voor de productie van ruim duizend OBU's. In het experiment is de data die via de OBU is verzameld doorgegeven aan de server, gebruik makend van beveiligde communicatie. Bijzonder aan de technische opzet is dat er gebruik is gemaakt van een auto-vignet voor de authenticatie. In Figuur 8 is een foto te vinden van de OBU, en in Figuur 9 van het auto-vignet.



Figuur 8: De On Board Unit.



Figuur 9: Het auto-vignet voor de authenticatie.

De OBU maakt gebruik van GPS. Vanwege de 'shutdown' in de Verenigde Staten in het najaar van 2013 hadden sommige deelnemers aan het experiment vanaf begin oktober vertraging bij het vinden van een GPS fix. Deze problemen waren verholpen toen de shutdown opgeheven was en de dienst 'Time To First Fix' weer beschikbaar was.

Naast de OBU zijn ook tablets (zie Figuur 10) ingekocht en in gebruik genomen. Deze tablets communiceerden via de OBU naar de backoffice.



Figuur 10: De tablet.

Het “Service Delivery Platform” is een open platform voor de OBU waarmee derde partijen hun diensten real-time in de auto kunnen afleveren, zonder dat zij de noodzaak hebben om een eigen infrastructuur op te bouwen. Hierdoor kunnen de infrastructuurkosten worden gedeeld tussen verschillende partijen die elke hun eigen dienst leveren aan de weggebruiker.

Alle aspecten van het “Service Delivery Platform” zijn gerealiseerd en werken technisch volgens specificatie. De communicatie tussen de tablet en de backoffice verbinding, waarvan de technische keten via de OBU verliep (zie paragraaf 2.1), is niet stabiel gekregen. Vanwege het laat beschikbaar komen van de noodzakelijke hardware in combinatie met de software, is binnen het huidige project niet voldoende tijd geweest om dit verder te analyseren en op te lossen. Dit heeft ertoe geleid dat de navigatie en de diensten op de tablet niet altijd optimaal functioneerden (zie ook paragraaf 4.3.1 over de ervaringen van de deelnemers met de OBU en tablet).

## 2.6 Privacy en security

Aan het begin van het project Sensor City Mobility is een beveiligingsplan opgesteld om de privacy en security al in de ontwerpfase van het project te borgen. Hierdoor is vroegtijdig inzicht verkregen in de risico's, eisen en maatregelen en was er houvast voor de ontwerp- en implementatiekeuzes die gedurende het project zijn gemaakt

Voor de geïdentificeerde beveiligingsrisico's is een adequaat niveau van beveiliging gekozen die past bij het onderzoeks karakter van dit project. De bijbehorende beveiligingsmaatregelen geïmplementeerd. Het gekozen niveau van beveiliging sluit aan bij het "Proof-of-Concept" karakter van het project, waarmee de beveiligingseisen van een ander niveau zijn dan bijvoorbeeld bij kritische en meer grootschalige productieomgevingen. Er is gestreefd naar een balans tussen enerzijds een afdoende beveiligingsniveau en anderzijds het bieden van voldoende ruimte en flexibiliteit aan de architecten en software ontwikkelaars van Sensor City Mobility in het onderzoeken en ontwikkelen van oplossingen.

Het belangrijkste beveiligingsdoel was gericht op de persoonlijke gegevens van deelnemers. Hierbij was het uitgangspunt dat alle persoonlijke gegevens in het project Sensor City Mobility vertrouwelijk behandeld dienen te worden. Dit geldt voor sensorgegevens tussen voertuig en backoffice en ook voor andere persoonlijke informatie van deelnemers zoals naam-, adres- en woonplaatsgegevens, voertuigkentekens, enzovoort.

Dit beveiligingsdoel is gespecificeerd in de volgende securityeisen:

- Locatiedata van deelnemers en persoonlijke informatie van deelnemers worden op fysiek gescheiden opslagmedia bewaard. De eerst volledig geanonimiseerde locatiedata is via een code te koppelen aan de deelnemersdata. De koppelingstabellen zijn eveneens apart opgeslagen. De geanonimiseerde locatiedata is beschikbaar voor onderzoeksdoeleinden. De deelnemersdata en koppelingstabellen zijn niet beschikbaar.
- Na het experiment zijn alle data gearchiveerd op gescheiden opslagmedia
- Buiten diensten is geen informatie buiten de backoffice
- Toegang infrastructuur is alleen voor deelnemers en projectpartners
- Privacygevoelige data is alleen versleuteld verstuurd
- Er is een geheimhoudingsclausule voor projectpartners in de samenwerkingsovereenkomst.

Voorbeelden van de overige beveiligingsmaatregelen in de backoffice die zijn geïmplementeerd:

- Uitgegeven authenticatiemiddelen (wachtwoorden) dienen op een veilige wijze aan de eigenaar van de bijbehorende identiteit te worden uitgereikt, bijvoorbeeld per brief.
- Wachtwoorden mogen niet in de vorm van platte tekst in de backoffice worden opgeslagen.
- Een gebruiker moet alleen gegevens van zijn eigen account kunnen inzien en wijzigingen in de configuratie van zijn eigen account kunnen maken.
- Na 3x achtereen foutieve inlogpoging moet een waarschuwing per email naar Sensor City worden gestuurd. Op basis hiervan kan Sensor City gedetailleerder kijken naar het probleem en indien nodig correcties (laten) aanbrengen in de implementatie van Sensor City Mobility.

- De ontwikkelomgeving inclusief de data moet gescheiden zijn van de productieomgeving.
- De backoffice van Sensor City Mobility moet afgeschermd worden van het Internet door een firewall.

Er is een deelnemersverklaring opgesteld die door alle deelnemers die de diensten in de auto hebben getest ondertekend is. Ook hebben de deelnemers een document met informatie ontvangen. Deelnemers die uitsluitend de app op de smartphone hebben getest zijn akkoord gegaan met digitale voorwaarden.

## 3 Diensten

Het experiment van het project Sensor City Mobility werd uitgevoerd met ruim honderdvijftig deelnemers. Een deel van de deelnemers testte diensten in de auto via een On Board Unit en tablet, een deel testte diensten via een app op de Android smartphone, en een deel van de deelnemers testte zowel diensten in de auto als via de smartphone. In dit hoofdstuk is meer informatie te vinden over de verschillende diensten die aan de deelnemers zijn aangeboden. De diensten hebben allemaal betrekking op de algemene doelen van het project (zie paragraaf 1.2): reizigers gemakkelijker, slimmer en optimaler reiskeuzes laten maken door persoonlijk reisadvies en bijdragen aan collectieve mobiliteitsdoelen, zoals de bevordering van de doorstroming op de weg, het verbeteren van de verkeersveiligheid en het verminderen van de uitstoot ter verbetering van de luchtkwaliteit.

### 3.1 Rijstijlmonitor

#### 3.1.1 Doel rijstijlmonitor

Het doel van de rijstijlmonitor is om deelnemers bewuster te maken van hun rijstijl, om veiliger rijgedrag in de auto te stimuleren en op die manier bij te dragen aan het verbeteren van de verkeersveiligheid.

#### 3.1.2 Werking rijstijlmonitor

De rijstijlmonitor wordt getoond aan de deelnemer op de OBU. De deelnemer hoeft hiervoor geen specifieke actie te ondernemen: de rijstijlmonitor wordt automatisch beschikbaar gesteld. De OBU (en dus ook de rijstijlmonitor) staat altijd aan als er een rit wordt gemaakt met het voertuig, aangezien de OBU is aangesloten op de stroomvoorziening van de auto. De rijstijlmonitor laat door middel van een kengetal op de OBU zien aan de bestuurder van de auto hoe veilig hij of zij rijdt. Een afbeelding van de rijstijlmonitor is te vinden in Figuur 11.



Figuur 11: Foto van de rijstijlmonitor.

Het kengetal wordt op de volgende manier bepaald. Voor alle deelnemers aan de rijstijlmonitor wordt een (virtuele) “kilometerprijs” bepaald aan de hand van enkele

sensorwaarden. Deze kilometerprijs is een indicatie van de rijstijl. Bij een hogere prijs is de rijstijl minder veilig en omgevingsvriendelijk. De sensorwaarden die meegenomen worden in het bepalen van de kilometerprijs zijn:

1. Snelheid: de gereden snelheid
2. Gas en rem: versnelling en vertraging bij optrekken en afremmen
3. Bocht: krachten die vrij komen tijdens het nemen van bochten

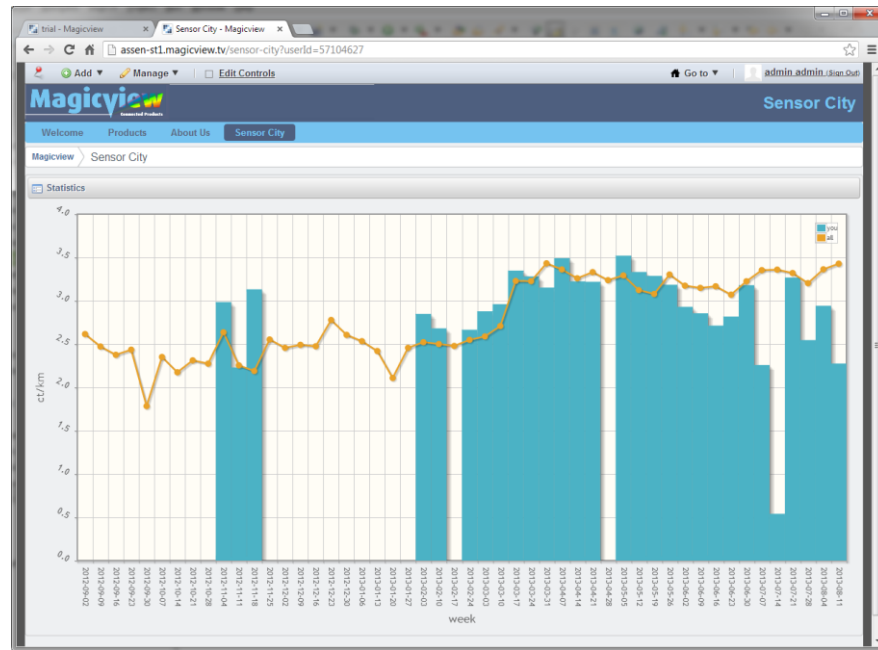
De gemeten waarden worden individueel vergeleken met eerder gemeten waarden van andere deelnemers op dezelfde plek. Dit levert vier indicatoren op die scoren tussen de 0% en 100%. Een score van x% betekent dat x% van de bestuurders een betere waarde had dan deze meting, dus hoe hoger de score hoe veiliger het rijgedrag. Deze scores worden vervolgens gecombineerd tot een kilometerprijs. Dit is een getal tussen 0 cent en 10 cent en is als volgt samengesteld:

- De helft van de kilometerprijs komt voort uit de gereden snelheid
- De andere helft van de kilometerprijs komt voort uit de drie overige gemeten krachten (accelereren/optrekken, decelereren/afremmen en draaien). Elk van deze krachten heeft een even groot aandeel en draagt dus voor 1/6 bij aan de totale waarde van de kilometerprijs.

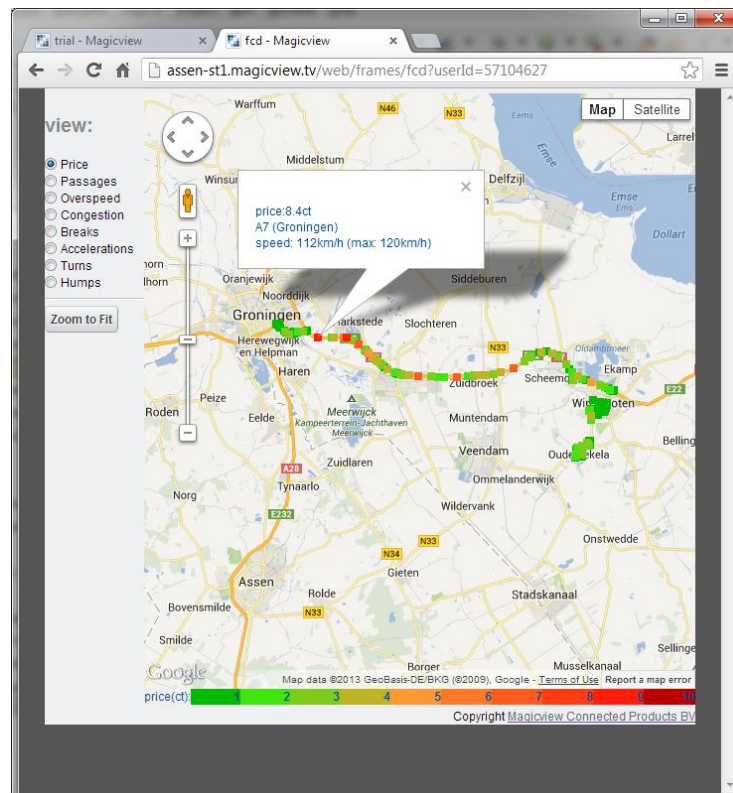
Het doel van de rijstijlmonitor is om deelnemers veiliger en omgevingsvriendelijker te laten rijden en dus om de kilometerprijs te verlagen. Omdat de scores bepaald worden aan de hand van de historische metingen van de andere bestuurders in het verleden is het zaak om relatief “beter” te rijden dan de gemiddelde score. Merk op dat deze gemiddelde score mee-evolueert als de deelnemers hun gedrag aanpassen.

Om deelnemers te helpen bij het verlagen van de kilometerprijs zijn er een aantal “gereedschappen”:

1. De gemiddelde kilometerprijs wordt gedurende de afgelopen zeven dagen vergeleken met die van andere deelnemers. Daaruit volgt een rangorde die wordt getoond op de OBU bij het starten van het voertuig. In Figuur 11 is dit te zien (de kilometerprijs is 3.1 cent/km, en de score is 56 uit 93 (37 deelnemers hadden een hogere prijs dan 3.1 cent/km)).
2. Tijdens de autorit krijgt de deelnemer een lopend gemiddelde te zien van de indicatoren waaruit de ritprijs wordt bepaald:
  - a. De ritlengte en ritprijs gemeten vanaf de start van de trip
  - b. Ranking van deze rit ten opzichte van alle gereden ritten in de afgelopen zeven dagen door alle deelnemers
  - c. Actuele kilometerprijs en locatie van de meting (er wordt ongeveer één samengestelde meting per 30 seconden uitgevoerd)
  - d. Sensorwaarden (bijvoorbeeld snelheid 84% → 84% van de metingen op deze locatie was trager)
3. Op het gebruikersportaal (zie paragraaf 4.4.2) staat een overzicht van de kilometerprijs per week ten opzichte van de gemiddelde kilometerprijs, zie Figuur 12.
4. Op het gebruikersportaal staat een kaartje met de prijzen per locatie, zodat deelnemers kunnen zien waar de gemiddelde individuele ritprijs hoog was de afgelopen week, en waar dus wellicht extra aandacht vereist is. Zie Figuur 13.
5. Gedetailleerd rittenoverzicht, zie Figuur 14. Een rit kan grafisch geanalyseerd worden door de rit aan te klikken, zie Figuur 15.



Figuur 12: Afbeelding gebruikersportaal rijstijlmonitor, kilometerprijs (oranje lijn) ten opzichte van gemiddelde kilometerprijs (blauwe balken).

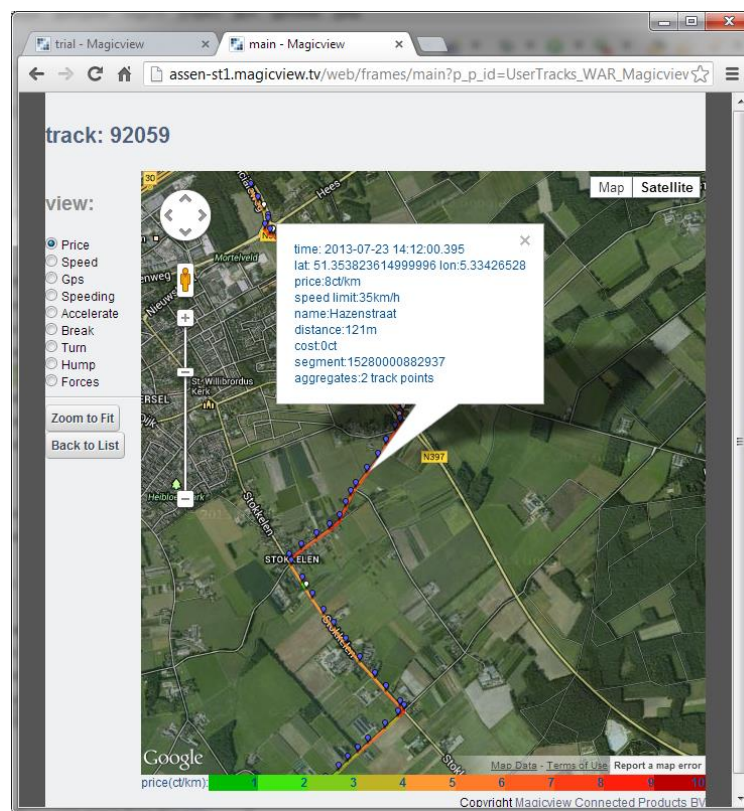


Figuur 13: Afbeelding gebruikersportaal rijstijlmonitor, prijzen per locatie.



id	start	end	name	ct/km	price	km
94412	2013-08-13 11:18:00	2013-08-13 11:22:49	Weebosch(Bergeijk)->Weebosch(Bergeijk)	3.5	0.12	3.4
93665	2013-08-06 08:49:25	2013-08-06 08:56:50	Spaanrijt(Bergeijk)->Witrijtseweg(Bergeijk)	4.0	0.07	1.7
93605	2013-08-03 12:17:20	2013-08-05 15:51:20	Dorpstraat(Bergeijk)->Spaanrijt(Bergeijk)	2.8	0.50	17.4
93393	2013-08-03 11:56:40	2013-08-03 12:03:40	Weebosserweg(Bergeijk)->Weebosserweg(Bergeijk)	3.1	0.08	2.7
93287	2013-08-01 16:01:20	2013-08-02 13:33:35	Weebosserweg(Bergeijk)->Molenakkers(Bergeijk)	2.8	0.22	7.8
93180	2013-08-01 12:30:25	2013-08-01 15:51:10	Weebosserweg(Bergeijk)->Weebosserweg(Bergeijk)	2.6	0.30	11.8
93169	2013-08-01 13:43:10	2013-08-01 14:02:10	Kleine Broekstraat(Bergeijk)->Spaanrijt(Bergeijk)	3.3	0.27	7.9
92909	2013-07-30 11:33:55	2013-07-30 11:43:00	Dorpstraat(Bergeijk)->Weebosch(Bergeijk)	4.4	0.15	3.4
92884	2013-07-29 14:58:30	2013-07-30 10:50:20	Weebosserweg(Bergeijk)->Dorpstraat(Bergeijk)	3.3	0.27	8.3
92809	2013-07-29 14:27:25	2013-07-29 14:35:45	Weebosserweg(Bergeijk)->Kervelstraat(Bergeijk)	3.4	0.18	5.3
92683	2013-07-28 15:48:15	2013-07-28 15:58:30	Weebosserweg(Bergeijk)->Spaanrijt(Bergeijk)	5.4	0.52	9.6
92481	2013-07-26 15:38:10	2013-07-26 16:00:55	Eijkenakker(Bergeijk)->Eerseledijk(Bergeijk)	4.6	0.17	3.8
92155	2013-07-24 11:43:15	2013-07-24 12:20:10	Weebosserweg(Bergeijk)->Spaanrijt(Bergeijk)	3.6	0.20	5.6
92059	2013-07-23 13:54:05	2013-07-23 14:23:05	Nachtegalaan(Eindhoven)->Spaanrijt(Bergeijk)	4.3	1.12	25.9
92032	2013-07-23 09:20:15	2013-07-23 09:46:35	Stokkelen(Eersele)->Fuutlaan(Eindhoven)	3.7	0.98	26.3
91991	2013-07-22 19:56:55	2013-07-22 20:16:50	Weebosserweg(Bergeijk)->Weebosch(Bergeijk)	3.0	0.38	12.5
91579	2013-07-19 10:16:40	2013-07-19 10:21:20	Weebosch(Bergeijk)->Broekstraat(Bergeijk)	2.8	0.55	19.9
91510	2013-07-18 17:06:15	2013-07-18 18:02:00	A2(Geldermalsen)->Spaanrijt(Bergeijk)	3.1	2.52	81.2
90498	2013-07-16 16:43:10	2013-07-16 16:46:55	unknown->unknown	3.8	0.12	3.2
89813	2013-07-13 15:18:20	2013-07-13 15:19:50	Weebosch(Bergeijk)->Weebosch(Bergeijk)	3.3	0.03	0.8
89810	2013-07-13 15:06:15	2013-07-13 15:18:15	Weebosch(Bergeijk)->Weebosch(Bergeijk)	3.1	0.19	6.0
89619	2013-07-12 19:29:55	2013-07-12 19:36:10	Mgr de Haasstraat(Eersele)->Spaanrijt(Bergeijk)	4.0	0.35	8.7
89611	2013-07-12 19:08:05	2013-07-12 19:12:15	Weebosch(Bergeijk)->Stokkelen(Eersele)	3.3	0.28	8.4
89579	2013-07-12 17:28:30	2013-07-12 17:40:20	Burgemeester Magneestraat(Bergeijk)->Spaanrijt	3.4	0.18	5.4
89559	2013-07-12 17:03:00	2013-07-12 17:21:15	Weebosch(Bergeijk)->Burgemeester Magneestraat	4.5	0.26	5.8
89221	2013-07-11 16:10:25	2013-07-11 16:14:20	Weebosserweg(Bergeijk)->Weebosch(Bergeijk)	4.5	0.16	3.5

Figuur 14: Afbeelding gebruikersportaal rijstijlmonitor, gedetailleerd rittenoverzicht.



Figuur 15: Afbeelding gebruikersportaal rijstijlmonitor, grafische weergave rit.

## 3.2 Navigatie plus

### 3.2.1 Doel navigatie plus

Het doel van navigatie plus is het geleiden van deelnemers op een snelle en slimme manier naar (een parkeerplaats in) Assen, om zo bij te dragen aan een betere collectieve doorstroming. Navigatie plus bestaat uit twee onderdelen:

1. Navigatie via de tablet, inclusief Smart Routing
2. Parkeren in Assen via een applicatie op de tablet

De onderdelen Smart Routing en parkeren zijn niet in de praktijk getest door deelnemers, maar technisch wel gerealiseerd.

### 3.2.2 Werking navigatie plus

De twee verschillende onderdelen van navigatie plus staan in deze paragraaf uitgelegd.

#### *Navigatie inclusief Smart Routing*

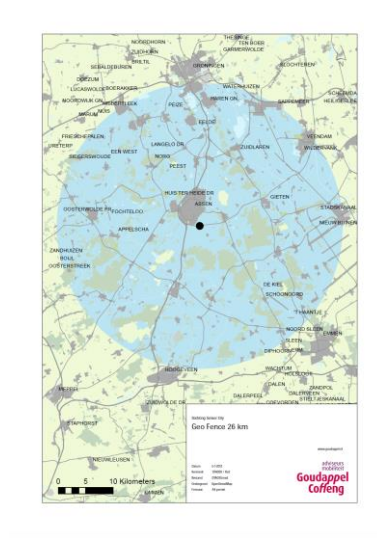


Het navigatiesysteem houdt rekening met de verkeersdrukke in de gehele regio en baseert de routes hierop, zodat het verkeer beter verdeeld wordt over de stad en alle weggebruikers samen sneller op hun bestemming komen. Dit laatste heet 'Smart Routing'. Smart Routing (SR) is een manier van route plannen waarbij rekening wordt gehouden met gewijzigde, actuele, verkeerssituaties en de verkeersvraag wordt verdeeld over de beschikbare routes. Smart Routing plant proactief in Assen en omgeving (voor de afbakening van dit gebied, zie Figuur 16). Doel van Smart Routing is de negatieve impact van verkeersdrukke (reistijdverlies) te minimaliseren voor zowel het collectief als de individuele automobilist.

Enkele basisprincipes van Smart Routing:

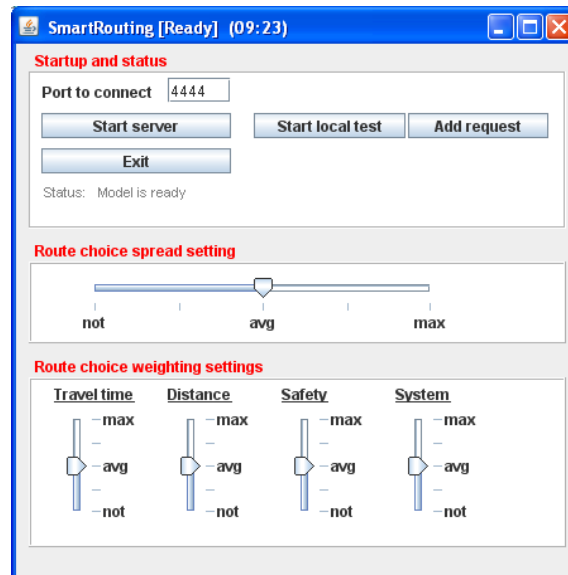
- De gebruiker heeft de beschikking over een navigatiesysteem. Dit systeem bepaalt een route op basis van de kortste reistijd (default optie).
- De gebruiker wordt alleen opmerkzaam gemaakt indien er een betere route beschikbaar is. De andere overwogen (en niet geselecteerde) routes worden uiteraard niet getoond aan de gebruiker.
- In de omgeving van en binnen Assen wordt default SR toegepast om maximale gedragsbeïnvloeding te bereiken. De gebruiker heeft uiteraard de mogelijkheid om SR uit te zetten. Het initiatief om SR te gebruiken, ligt dus niet bij de autobestuurder. Een verzoek voor SR met een eindbestemming buiten Assen wordt afgehandeld via de hoofdwegen buiten Assen; de standaardnavigatie neemt de route over wanneer Assen wordt uitgereden.
- Als de gebruiker afwijkt van de aanbevolen SR-route, dan wordt weer teruggegrepen op de standaard navigatieprincipes.
- Het voordeel van SR boven de traditionele navigatie is dat er een afweging gemaakt kan worden bij de routeselectie tussen het individuele belang en het collectieve belang. Hiernaast kan tevens een routekeuze gemaakt worden op

basis van toekomstige verwachte reistijden in plaats van de traditionele methode (op basis van actuele reistijden of historische reistijden).



Figuur 16: Het gebied in Assen en omgeving waarin Smart Routing actief is.

SR berekent op de volgende manier de routes. De SR-tool genereert verschillende routealternatieven (maximaal tien) tussen de huidige positie en de bestemming. Deze routes krijgen een score op basis van vier indicatoren (met elk een weegfactor) waarop gebruikers een route kiezen: reistijd (verwachte reistijd ten opzichte van free flow reistijd), rijafstand, veiligheid/comfort (uitgedrukt in afstand van de route op het onderliggend wegennet), en comfort (capaciteit van een route), zie Figuur 17.



Figuur 17: Dashboard sturingprincipes voor Smart Routing.

Voor elk van de routes worden vervolgens de gepersonaliseerde gegeneraliseerde kosten ('minuten') berekend, en om het relatief te maken wordt het verschil in

kosten met het beste route-alternatief berekend. De laatste stap is de selectie van de 'beste' route waarbij met behulp van een lotingsproces van de scores een route wordt gekozen die vrijwel even goed is als de snelste route. Wat 'vrijwel even goed' is, is instelbaar, maar hier is gekozen voor 1 minuut. Dat wil zeggen dat een route die één minuut langer is wordt geaccepteerd en doorgegeven aan de gebruiker. Dit volgt uit de verkeerskundige praktijk dat gebruikers verschillen van minder dan een minuut moeilijk kunnen waarnemen en het mogelijk is gebruikers zonder al te veel negatieve perceptie één minuut om te laten rijden. Het stochastisch toekennen van een route (lotingsproces) is gewenst om de gebruikers zoveel mogelijk te spreiden over vrijwel gelijkwaardige alternatieven.

In de periode 2010-2013 zijn verschillende onderdelen van de Smart Routing tool ontwikkeld, gekoppeld en getest.

- TNO heeft Smart Routing technisch gerealiseerd en het routegeneratie en -keuzealgoritme en communicatie-framework van de tool zijn getest. Communicatie met de tool vindt plaats door middel van een client/server communicatieprotocol op basis van korte berichtjes, "requests", die een verzoek tot een slimme route bevatten tussen een meegegeven begin en eindpunt. Als reactie hierop wordt een "response" met de 'smart' route teruggegeven.
- Elevation Concepts heeft een performancetest uitgevoerd waaruit bleek dat het technisch haalbaar is om op basis van het protocol en de implementatie van de tool 500 requests per minuut af te handelen, wat voldoende is om een veldexperiment uit te voeren met circa 1000 tot 2000 deelnemers.
- TomTom heeft een bibliotheek aangeleverd om een geselecteerde route om te zetten naar gebiedspolygonen die gebruikt kunnen worden in de user interface (TomTom navigatie). Deze methode is geïmplementeerd en offline getest.
- Er is een koppeling gemaakt met het online verkeersmodel van Goudappel, zodat de SR-tool in staat is iedere vijf minuten de meest recente reistijdvoorspellingen (een half uur vooruit) in te lezen en te gebruiken bij het bepalen van een optimale route.
- Een alternatieve koppeling met reistijden uit bluetooth sensors is onderzocht en deels geïmplementeerd, vergelijkbaar aan het traject van inlezen van reistijdvoorspellingen van Goudappel. Het aantal metingen en kwaliteit van de data viel tegen.

Dysi heeft de uitwisseling van bestanden tussen Omnitrans en het model van TNO gefaciliteerd. De laatste stap naar een volwaardige "Proof of Concept" van Smart Routing was de 'live' uitrol naar de deelnemers. Deze uitrol heeft niet plaatsgevonden vanwege technische problemen bij de communicatie naar de in-car systemen.

### *Parkeren*

Parkingware ontwikkelt innovatieve kentekenherkenning systemen voor de parkeermarkt, waarmee mensen in de laatste fase van de reis snel en eenvoudig een parkeerplek kunnen reserveren in de buurt van de bestemming. Een parkeerticket is niet nodig; bestuurders kunnen automatisch op basis van kenteken de parkeergarage in- en uitrijden. Achteraf betalen ze door middel van automatisch incasso, waar geen extra kosten aan verbonden zijn. Voor Sensor City Mobility zijn parkeergarages in de gemeente Assen ontsloten op basis van kentekenherkenning. Een betrouwbaar kentekensysteem met reserveringssysteem voor Android app en internet zijn gerealiseerd.

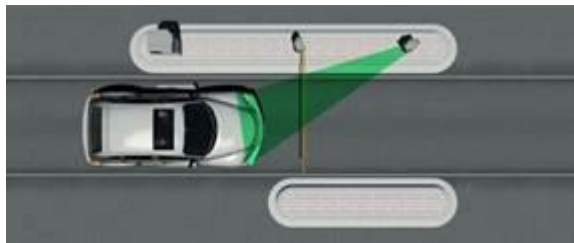
Deze dienst biedt voordelen aan de gemeente en exploitanten van parkeerlocaties. Zij kunnen een betere service aan klanten bieden en meer klanten trekken doordat klanten thuis (via internet) of onderweg (via de app) kunnen reserveren. Tevens kan het zorgen voor een snellere doorstroming en minder wachtrijen bij de parkeergarages, en is het voor de exploitanten een manier om klantrelaties op te bouwen door middel van bijvoorbeeld vaste contracten, strippenkaartsystemen, gepersonaliseerde boodschappen bij de “gates” en direct marketing. Ook de veiligheid kan verbeteren: geen fraude met verloren kaarten, mensen kunnen via de display geattendeerd worden als ze te hard rijden of schuin parkeren. Tevens is het een verrijking van bestaande betaald parkeren systemen, doordat het kenteken wordt afgedrukt en gekoppeld aan het ticket.

Voor klanten en bezoekers zit het voordeel hem in het reserveren van een parkeerplek (dus een gegarandeerde plek), geen gedoe met pasjes, afrekenen via machtiging of rekening, mogelijk om te betalen per minuut, en sneller in- en uitrijden.

Technisch is de dienst gerealiseerd: lokaliseren van een parkeerplaats via internet of de app werkt, reserveren ook (toegang tot locatie gebeurt op basis van kenteken). Geleiding van een voertuig in de garage naar een parkeerplaats is onderzocht maar niet uitgevoerd in verband met de ontwikkelingskosten en complexe besluitvormingsprocedures voor gemeentelijke garages. In Figuur 18 zijn afbeeldingen van de parkeerdienst te vinden.

Technisch werkend maar niet in de praktijk getest zijn:

- Openen van de slagboom van diverse parkeergarages als je aan komt rijden.
- Parkeergaragesuggestie op basis van in navigatie ingegeven bestemming bij naderen Assen en reservering bij diverse parkeergarages.





Figuur 18: Afbeeldingen parkeerdienst.

### 3.3 Slimmer reizen (multimodale reisassistent)

#### 3.3.1 *Doel multimodale reisassistent*

Doel van de multimodale reisassistent (MMRA) is het geven van ondersteuning voor meerdere vervoeropties waarmee de reiziger naar zijn eindbestemming geleid wordt. De MMRA geeft de reiziger meer gemak, genot en gewin dan conventionele navigatiesystemen. Het uiteindelijke doel is maatschappelijke opbrengst in de vorm van veiliger verkeer, minder emissies en slimmer gebruik van weg- en openbaar vervoerinfrastructuur.

#### 3.3.2 *Werking multimodale reisassistent*

Gebruikers van de MMRA hebben een tablet met autonavigatie dat multimodaal reisadvies biedt. Wanneer dat relevant is (er kan reistijd gewonnen worden) wordt de gebruiker geïnformeerd over opties om over te stappen op het openbaar vervoer via een P+R. De applicatie op de tablet houdt ook bij of de deelnemer inspeelt op het advies voor auto of OV.

In het project is het gelukt om reisalternatieven, waaronder overstap op openbaar vervoer, in het centrum van de auto te presenteren. Daar valt de beslissing of de automobilist ervoor kiest om in de file te rijden of een alternatief te nemen.

Ook is in technische zin de basisinfrastructuur gereed om meer gebruikers, meer diensten en op meer locaties diensten te exploiteren, zodat er opgeschaald kan worden. In Figuur 19 staat een afbeelding van de MMRA.



Figuur 19: Afbeelding multimodale reisassistent op tablet.

### 3.4 ReisAlarm

#### 3.4.1 Doel ReisAlarm

Doel van de app ReisAlarm van TNO is het geven van reisadvies voor meerdere vervoeropties, inclusief het tijdstip waarop de reiziger het beste kan vertrekken om op tijd te komen voor afspraken. Het reisadvies maakt reizen makkelijker, comfortabeler en efficiënter. Dit draagt uiteindelijk ook bij aan een slimmer gebruik van weg- en openbaar vervoerinfrastructuur.

#### 3.4.2 Achtergrond en ontwikkeling

Bij de start van het project Sensor City Mobility was de ontwikkeling van een app voor de smartphone niet voorzien. Op dat moment waren er nog weinig smartphones beschikbaar. Mobiele telefonie werd wel gezien als een belangrijke sensor voor mobiliteit. Binnen Sensor City Mobility is technologie waarmee plaatsbepaling door middel van zendmasttriangulatie kan worden bepaald (Thin OBU technologie) verder ontwikkeld.

#### 3.4.3 Werking ReisAlarm

ReisAlarm is een app voor op de Android smartphone die wordt ingezet als instrument waarmee tegelijkertijd gemeten, geïnformeerd en beïnvloed kan worden. Voor wat betreft het meten: de app genereert coördinaten (via GPS, Wifi en/of zendmasttriangulatie) van plaatsbepaling waarmee continu gemonitord kan worden waar iemand is, wat zijn slimste manier van reizen is en wanneer precies vertrokken moet worden om op tijd op de volgende afspraak te zijn. Via de smartphone worden dus data verzameld waarmee reisgedrag onderzocht wordt en waarmee reisgedrag van reizigers voorspeld kan worden. Deze objectieve data bieden een eerlijker en completer beeld over 'alle' door de gebruiker gemaakt reizen (waarbij de gebruiker zijn of haar smartphone bij zich had) in vergelijking met reisdagboeken (subjectief) en OBU's in voertuigen (alleen autoreizen). In de praktijk wordt niet continu gemonitord; Android heeft de mogelijkheid om de app uit te

schakelen, en er worden geen locaties gelogd op het moment dat Android ze niet aanbiedt.

Voor wat betreft het informeren en beïnvloeden: de app ReisAlarm vertelt reizigers wanneer zij het beste kunnen vertrekken om op tijd te komen voor hun afspraak (pre trip advies). Daarnaast toont de app reisinformatie voor verschillende reismodities (auto, OV of een combinatie daarvan). De meest actuele informatie wordt altijd getoond en er komt een melding als er iets is gewijzigd. De app houdt bij of de reiziger inspeelt op het advies voor auto of OV. De app geeft ook advies over parkeren op een P+R locatie in geval van overstap op het OV, en het is mogelijk een reisadvies te krijgen naar een parkeergarage in de buurt van de bestemming. De app biedt zelf geen turn-by-turn navigatie, maar het is mogelijk om (als Google Maps op de smartphone staat) via het openen van Google Maps de turn-by-turn navigatie van Google Maps te gebruiken. Deze wordt dan gekoppeld aan het ReisAlarm reisadvies.

De app kon door gebruikers via de Google Play Store zelf geïnstalleerd worden op hun eigen smartphone. Het is ook mogelijk de app te koppelen aan de agenda, zodat de app voor afspraken die (inclusief adres) in de agenda staan automatisch een advies genereert. Tevens is het mogelijk met de app enquêtes uit te voeren (event en time based).

Tijdens de proef is er een tussentijdse enquête uitgevoerd onder de gebruikers van de app, en hierna is de app verbeterd. ReisAlarm is makkelijker en sneller in gebruik gemaakt, en de 'look en feel' (en logo) zijn geheel vernieuwd. Daarnaast zijn er nieuwe opties toegevoegd. Het is makkelijker gemaakt om locaties van afspraken aan te passen, en het is mogelijk gemaakt voor een gebruiker om aan te geven dat hij/zij via een P+R locatie wil reizen. Ook een direct reisadvies naar een parkeergarage in de buurt van bestemming is nu mogelijk.



### 3.5 Dynamisch verkeersmanagement

#### 3.5.1 Doel dynamisch verkeersmanagement

Iedereen wil vlot rijden in een veilige verkeerssituatie, en om dit te bereiken wordt het verkeer gemanaged. Iedere weggebruiker heeft daarmee te maken bij iedere verplaatsing. Voorbeelden hiervan zijn verkeerslichten, file-informatie, borden boven en langs de weg, spits- en plusstroken, snelheidsbeperkingen etc. Dynamisch verkeersmanagement heeft als doel om al deze verschillende maatregelen goed te laten samenwerken zodat het verkeer zo vlot en veilig mogelijk kan rijden. Om dat voor elkaar te krijgen, moet bekend zijn hoe het verkeer rijdt, en daarom wordt de verkeerssituatie op verschillende manieren onderzocht en gemeten; met camera's, detectoren in het wegdek, Bluetooth,



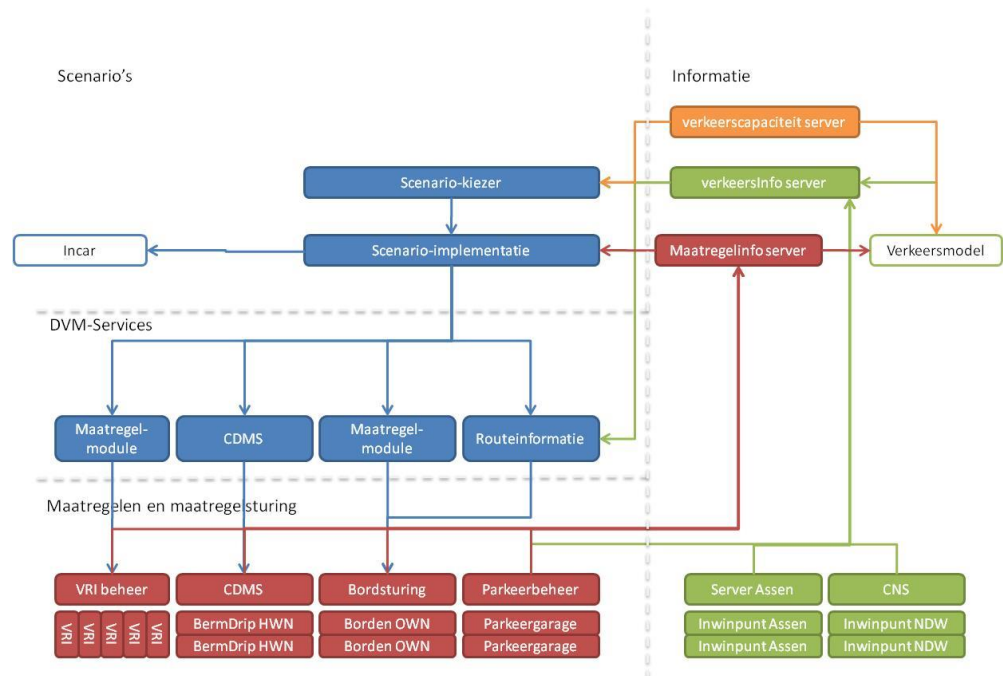
verkeersregelinstallaties (VRI's) en via data vanuit navigatiesystemen. Vanuit het project Sensor City Mobility zijn grote stappen gezet om meer en nauwkeuriger te meten, met als doel het verkeer nog beter te kunnen sturen en geleiden, dus nog beter te managen. Met sensortechnologie in combinatie met slimme algoritmes is het mogelijk om nauwkeurige verkeersvoorspellingen te doen. Zo kan het verkeer proactief in goede banen worden geleid waarbij bijvoorbeeld verkeerslichten precies worden afgestemd op de verwachte verkeersvraag.

### 3.5.2 Concept route georiënteerd verkeersmanagement

Operationeel verkeersmanagement is voor gemeentes en provincies een relatief jong vakgebied. Bij Rijkswaterstaat wordt het al enige decennia in de praktijk gebruikt. De laatste jaren verschuift het accent naar netwerkmanagement en sluit het vakgebied meer en meer aan bij provincies en gemeentes.

Vanuit het mobiliteitsconsortium is gewerkt aan een beleidsvoorstel op het vlak van verkeersmanagement richting de gemeente Assen. Een belangrijk onderdeel daarvan was het definiëren van het sensornetwerk van de gemeente Assen in termen van de scope en doelstelling van dit sensornetwerk, voornamelijk beredeneerd vanuit de mobiliteitscontext. Dit vormde de basis voor de detailinvulling die de Stichting Sensor City hier in een latere fase aan heeft gegeven. Onderdelen van deze detaillering betroffen het ontsluiten van het VerkeersRegelinstallatie (VRI) netwerk en de parkeergarages van de gemeente Assen.

Verder is een concept uitgewerkt voor het begrip netwerkmanagement, hetgeen heeft geleid tot de formulering van de architectuur en bijbehorende systeemcomponenten van "route georiënteerd verkeersmanagement" (zie Figuur 20).



Figuur 20: Architectuur voor route georiënteerd verkeersmanagement.

Om route georiënteerd verkeersmanagement te realiseren was het nodig om een centraal systeem te realiseren waarmee de coördinatie over de VRI's kon worden uitgevoerd. Er zijn door een aantal projectpartners diverse presentaties gegeven en bijeenkomsten met de gemeente Assen georganiseerd om het concept van ideevorming naar praktische toepassing te brengen. Het centrale systeem van route georiënteerd verkeersmanagement is nog niet gerealiseerd binnen de looptijd van het Sensor City Mobility project. Om de ontwikkeling van route georiënteerd verkeersmanagement tijdens de looptijd van Sensor City Mobility project toch een slag verder te brengen, is er door een afstudeerstudent (zie bijlage Afstudeerders) een simulatie van het concept uitgevoerd in het verkeersmodel, resulterend in een werkend model en de bijbehorende verkeerskundige conclusies. De conceptontwikkeling van route georiënteerd verkeersmanagement heeft buiten het project Sensor City Mobility bijgedragen in verschillende ontwikkelingen zoals "DVM Exchange", de "Regelaanpak" voor regio Midden-Nederland en Gemeente Nijmegen.

De belangrijkste les die op het vlak van verkeersmanagement is geleerd, is dat er al bij de definitie van een onderzoeksprogramma een globale samenhang van de significante onderdelen moet worden vastgelegd en dat de financiële (en dus beleidsmatige) borging van al deze onderdelen al vroegtijdig moet zijn vastgelegd.

### 3.5.3 *Werking dynamisch verkeersmanagement*

Zoals beschreven bij het doel van dynamisch verkeersmanagement worden in Sensor City Mobility sensoren gebruikt om meer en nauwkeuriger te meten, voor onder andere dynamisch verkeersmanagement. De ideale 'cirkel' loopt als volgt:

1. Sensoren worden gebruikt om data in te winnen
2. Datafusie vindt plaats om data uit verschillende bronnen te combineren
3. De gefuseerde data en modelresultaten worden samengevoegd
4. De gefuseerde data en modelresultaten worden gebruikt als input voor de diensten (individueel belang) en dynamisch verkeersmanagement (collectief belang)
5. Met behulp van de diensten wordt (reis)gedrag beïnvloed en de resultaten hiervan gemeten
6. Deze data kan weer toegevoegd worden aan de datafusie.

In het project zijn stappen 1, 2 en 3 gezet en deels de stappen 4 en 5.

Goudappel Coffeng heeft een online verkeersmodel operationeel gemaakt voor Assen en omgeving. Het verkeersmodel heeft als grote waarde dat het de samenhang tussen alle afzonderlijke waarnemingen kan aanbrengen en tevens inschattingen doet voor locaties waar geen meting beschikbaar is. Voor dynamisch verkeersmanagement kan het verkeersmodelsysteem worden aangewend om effecten van verkeersmanagementsscenario's voorafgaande aan de daadwerkelijke uitvoering te bepalen en om daarmee continu het optimale scenario te selecteren. Omdat het model ook in de tijd vooruit kijkt kan veel gericht te werk worden gegaan met verkeersmanagement. Zo kan er bijvoorbeeld voor gekozen worden om vooraf te reageren (anticiperen) op een verwachte verkeerssituatie terwijl de noodzaak op dat moment zelf er nog niet is. Of omgekeerd: om niets te doen omdat het model aangeeft dat de verwachting is dat het probleem zich in de nabije toekomst vanzelf al oplost.

Er voeren parallel op twee servers in Assen twee identieke modelsystemen online (real-time) berekeningen uit. De ene server rekt met een vijf minuten cyclus, de andere server met een tien minuten cyclus.

Voor de vijf minuten cyclus werkt het als volgt. In het online verkeersmodel wordt op basis van de ingewonnen data (intensiteiten, reistijden en snelheden) door het sensornetwerk een schatting gemaakt van de actuele verkeerssituatie. Deze schatting wordt uitgevoerd voor alle relevante wegen in Assen en omgeving. Op basis hiervan wordt vervolgens een korte termijn verkeersverwachting gemaakt voor het komende half uur, in stappen van vijf minuten. De belangrijkste output van de verkeersverwachting zijn intensiteiten, reistijden en restcapaciteiten. Deze informatie kan bijvoorbeeld worden gebruikt voor in-car navigatie om op adaptieve wijze met verwachte verkeerssituaties om te gaan (Smart Routing), in plaats van reactief te reageren op ontstane situaties.

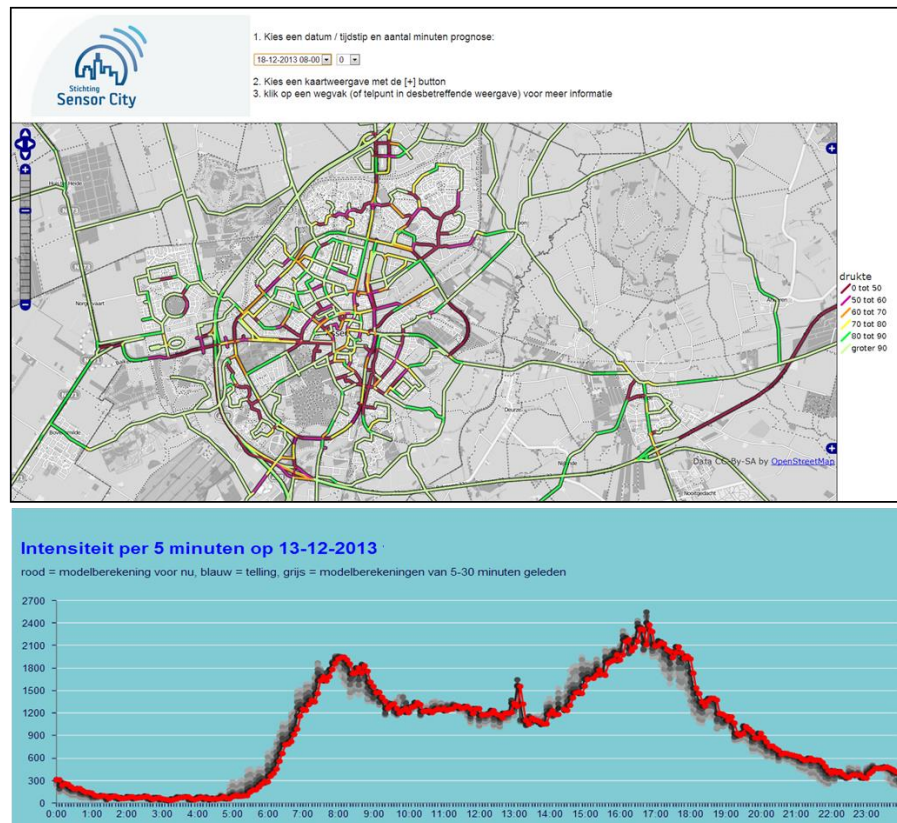
Het online verkeersmodel is ontwikkeld met het verkeersmodellerings-softwarepakket Omnitrans, waarbinnen de dynamische module StreamLine een belangrijke rol vervult. Binnen StreamLine is voor dit project de zogeheten 'Rolling horizon' ontwikkeld. Een essentieel onderdeel waarmee binnen het dynamische toedelingsmodel na elke vijf minuten de complete netwerksituatie van dat moment wordt opgeslagen om daarmee de volgende vijf minuten de draad weer op te kunnen pakken. Dit is noodzakelijk om de berekening binnen 5 minuten uit te kunnen voeren.

Voor de tien minuten cyclus werkt het model identiek, met als verschil dat er een verkeersverwachting tot een uur vooruit wordt gemaakt.

Het online verkeersmodel is uitermate geschikt voor verkeersmanagement doeleinden en navigatie doeleinden. Daarnaast kan het modelsysteem ook ingezet worden voor evaluatie- en monitoringsdoeleinden, waarbij bijvoorbeeld gedacht kan worden aan het evalueren van effecten van maatregelen of het monitoren van netwerkprestaties (knelpuntanalyses, bereikbaarheidsanalyses).

De architectuur van het modelsysteem is zodanig dat het eenvoudig in andere steden of gebieden te implementeren is. Door middel van het aangelegde sensor netwerk in Assen wordt op zeer veel locaties, verspreid over de stad, data ingewonnen waardoor de zeggingskracht van het modelsysteem in Assen van hoge kwaliteit is.

In Figuur 21 is de online viewer van het verkeersmodel te zien.



Figuur 21: De online viewer. Boven de actuele gereden snelheid t.o.v. de free flow snelheid, onder het geschatte intensiteitsverloop gedurende de dag incl. de prognoses van het voorgaande half uur, van lichtgrijs (30 minuten voorafgaand) tot donkergrijs (5 minuten voorafgaand).

### 3.6 Adaptief verkeersmanagement

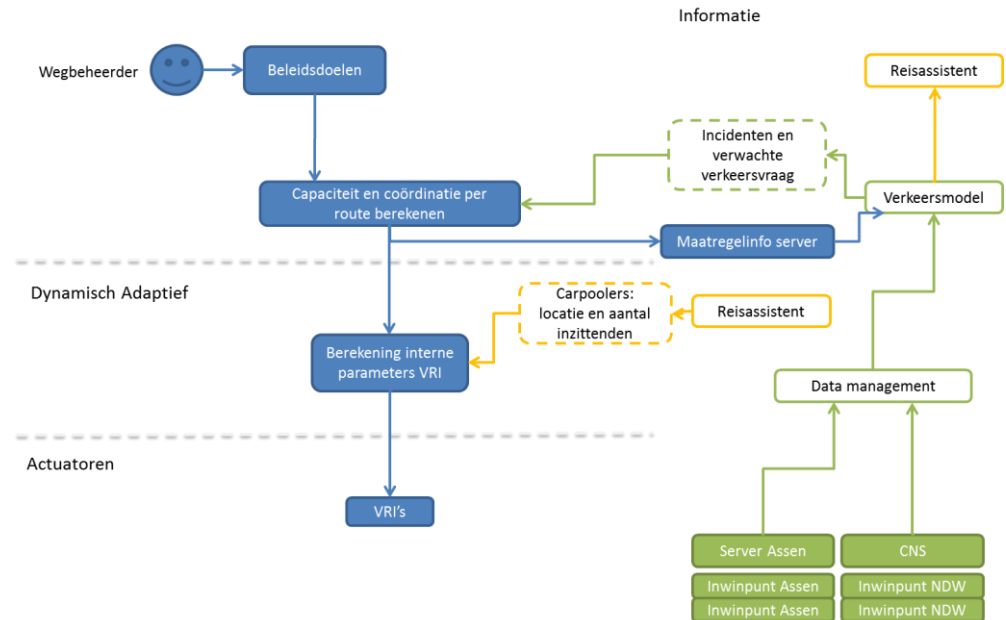
#### 3.6.1 Doel adaptief verkeersmanagement

Het doel van adaptief verkeersmanagement is het bijsturen van verkeersregelsystemen aan de hand van actuele informatie om zo doorstroming op de weg te verbeteren.

#### 3.6.2 Werking adaptief verkeersmanagement

Vanuit het project Sensor City Mobility zijn grote stappen gezet om meer en nauwkeuriger te meten, met als doel het verkeer nog beter te kunnen sturen en geleiden, dus nog beter te managen. Met sensortechnologie in combinatie met slimme algoritmes is het mogelijk om nauwkeurige verkeersvoorspellingen te doen. Zo kan het verkeer proactief in goede banen worden geleid waarbij de verkeerslichten precies worden afgestemd op de verwachte verkeersvraag. Gedurende het project is de inkoop van Imflow, wat als ondersteunend systeem voor adaptief verkeersmanagement benodigd is, steeds vertraagd om diverse redenen. Daarom is het systeem ten tijde van het schrijven van dit rapport niet operationeel. Gedurende het experiment is het systeem wel beproefd in simulatie op vijf verkeerskruisingen in Assen Noord. De effecten hiervan hebben de potentie om merkbaar te zijn voor alle reizigers in Assen Noord.

Adaptief verkeersmanagement gaat om het bijsturen van verkeersregelsystemen aan de hand van actuele informatie. In Figuur 22 is de algemene architectuur van de oplossing afgebeeld.



Figuur 22: Architectuur rondom adaptief verkeersmanagement.

Allereerst zien we in deze architectuur een lus tussen het verkeersmodel en de berekening van capaciteit en coördinatie per route. Zonder specifiek ingestelde beleidsdoelen zal het systeem coördinatie proberen te realiseren op de drukste routes, met als randvoorwaarde dat de verwachte verkeersvraag uit alle richtingen goed afgewikkeld kan worden. De ingegeven beleidsdoelen zijn van invloed op diverse afwegingen zoals tussen wachttijd en coördinatie, prioriteit van verschillende verkeersstromen ten opzichte van elkaar en prioriteit van langzaam verkeer (voetgangers, fietsers) ten opzichte van gemotoriseerd verkeer. Wanneer een strategie berekend is, kan deze teruggekoppeld worden aan het verkeersmodel, zodat deze een betere voorspelling van reistijd kan maken. Deze verbinding tussen adaptief verkeersmanagement en het verkeersmodel is mogelijk, maar is niet gerealiseerd in het project. Wat wel gebeurt, is dat de strategie aan een niveau lager wordt doorgegeven. Op dit niveau worden de interne parameters van de VRI berekend, zodat de VRI zich optimaal aan de gewenste strategie kan houden. Hetzelfde geldt voor het geven van prioriteit aan bijvoorbeeld carpoolers of een andere doelgroep: dit is mogelijk, maar niet gerealiseerd in het project.

Allereerst is er voor deze manier van gedetailleerd sturen een geavanceerde verkeersregelaar nodig. Imflow, een bestaand product van Imtech, ondersteunt dit, doordat de regelaar adaptief en dynamisch is, maar toch verschillende beleidsinstellingen van buitenaf accepteert. Daarom is Imflow in Assen-Noord noodzakelijk. Dit zal later hopelijk gerealiseerd worden, maar in simulatie is dit natuurlijk al wel mogelijk. Om de effecten van de adaptieve regeling ten opzichte van de originele regeling te isoleren is ook daarvoor een simulatiestudie gedaan samen met de adaptieve regelaar van TNO genaamd Juno. De resultaten staan in principe los van adaptief verkeersmanagement, maar veranderen de

uitgangssituatie van het netwerk en zijn daarom wel van belang, de bevindingen hiervan zijn te vinden in paragraaf 5.6 evenals de resultaten van adaptief verkeersmanagement zelf.

## 4 Experiment

### 4.1 Opzet praktijkproef

In 2013 is Assen omgedoopt tot 'Sensor City' en is een grootschalig praktijkexperiment uitgevoerd. Ruim honderdvijftig reizigers in Assen en omgeving hebben de reisinformatie- en verkeersmanagementdiensten van de toekomst getest. Een groep reizigers heeft de diensten Rijstijlmonitor, Navigatie plus en Slimmer reizen getest via de OBU en tablet in de auto, een andere groep reizigers heeft de ReisAlarm app getest via de smartphone, en er was een groep reizigers die zowel in de auto als via de smartphone diensten heeft getest. De verkeersmanagementdiensten zijn niet door een specifieke groep reizigers of deelnemers getest, maar zijn gebruikt door alle weggebruikers die op de wegen reden waar de maatregelen geïmplementeerd zijn.

Doel van het experiment was het in de praktijk testen van de diensten met echte gebruikers, en op die manier het effect meten op gedrag en eventueel op de omgeving. Het experiment is uitgevoerd in Assen en omgeving. Een aantal diensten zijn specifiek gericht op Assen: Navigatie plus en dynamisch en adaptief verkeersmanagement. Andere diensten werken in heel Nederland (Rijstijlmonitor, Slimmer reizen, ReisAlarm).

Het experiment heeft plaatsgevonden in 2013 (van maart tot december 2013). In maart is gestart met de uitlevering van de hardware en software. In de eerste periode van het experiment is een nulmeting uitgevoerd. Tijdens de nulmeting is het referentiegedrag van de deelnemers vastgesteld ten behoeve van de evaluatie. In deze periode konden de deelnemers nog geen gebruik maken van de diensten. De deelnemers hadden tijdens de nulmeting wel een OBU, een tablet en/of een smartphone waarmee ze op de standaard wijze konden navigeren en reisadvies konden krijgen. Tijdens de nulmeting zijn nog veel onvolkomenheden uit het systeem gehaald, waardoor deze periode niet voldoende representatief is voor een 'echte' nulmeting. Ook was de periode van nulmeting niet lang genoeg.

Tijdens en na afloop van het experiment zijn enquêtes uitgestuurd naar de deelnemers om van hun feedback te krijgen over het gebruik van de diensten, effect van de diensten op reiskeuzes, acceptatie, tevredenheid, inbouw van de OBU, eventuele problemen, etc. Voor de Rijstijlmonitor zijn aanvullend objectieve data verzameld over het rijgedrag van deelnemers, en met de ReisAlarm app zijn ook objectieve data verzameld over het gebruik van de app. Tevens zijn de technische prestaties van de diensten onderzocht. Al deze data zijn geanalyseerd en de resultaten staan beschreven in Hoofdstuk 5.

Tijdens het experiment waren de nieuwe diensten volop in ontwikkeling. Dit betekende dat deelnemers tijdens het experiment te maken konden krijgen met technische onvolkomenheden en tijdelijke storingen. Deelnemers hielpen mee bij het opsporen hiervan en konden aangeven waar zij nog verbeteringen zien. Op basis van deze feedback zijn de diensten door de consortiumpartners verder verbeterd.

## 4.2 Deelnemers

Ruim honderdvijftig reizigers in Assen en omgeving hebben de reisinformatie- en verkeersmanagementdiensten van de toekomst getest. De tests in het experiment zijn uitgevoerd door drie groepen testers:

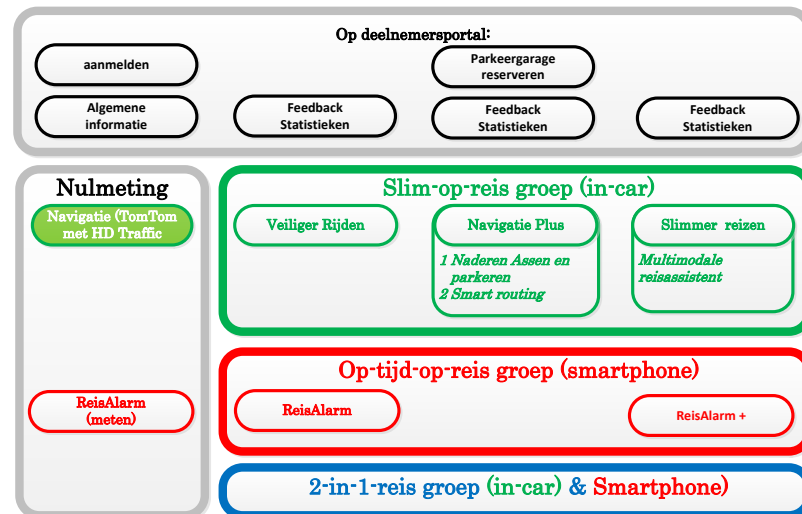
- Leden van het consortium die de (nieuwe onderdelen van) hardware en software testen.
- Testdeelnemers: werknemers van diverse organisaties in Assen (Rabobank Assen-Beilen en zorginstelling Van Boeijen) die de diensten voordat deze diensten worden uitgerold naar de grote groep deelnemers.
- Deelnemers: de reizigers in Assen en omgeving die experimenteren met de diensten via de OBU en tablet en/of smartphone.

De testdeelnemers namen deel aan het volledige experiment in Assen en hebben alle aspecten getest die de deelnemers in een latere fase ook hebben getest. Zij hebben getest of alle systemen naar behoren functioneren zodat eventuele kinderziektes voor het experiment met de deelnemers eruit zijn gehaald.

Er zijn drie groepen deelnemers onderscheiden, zie ook Figuur 23:

1. Slim op Reis: deze deelnemers hebben diensten via de OBU en de tablet getest: Rijstijlmonitor, Navigatie plus en Slimmer reizen
2. Op Tijd op Reis: deze deelnemers hebben diensten via de smartphone getest: ReisAlarm app
3. 2 in 1: deze deelnemers hebben diensten zowel via de OBU en de tablet als via de smartphone getest

De deelnemers die diensten in de auto hebben getest, hebben de On Board Unit en tablet in bruikleen gekregen van het project. De deelnemers die app hebben getest, hebben hiervoor hun eigen smartphone gebruikt. Ze konden de app downloaden via de Google Play Store.



Figuur 23: Overzicht groepen deelnemers.

Voor deelname aan Slim op Reis (en 2 in 1) moest de deelnemer beschikking hebben over een auto, en voor deelname aan Op Tijd op Reis (en 2 in 1) moest de deelnemer beschikking hebben over een Android smartphone (versie 2.3 of hoger, met data-abonnement).



#### 4.2.1 *Werving*

Het startdoel van het project was het werven van maximaal 1500 deelnemers aan het experiment; 1000 deelnemers zouden de OBU en tablet gaan testen, minimaal 150 deelnemers de app en minimaal 150 deelnemers beide. Verder was het plan om te starten met een groep van 50 testdeelnemers waarvan er 10 de apps zouden gaan testen.

Het aantal deelnemers aan het experiment is beïnvloed door een aantal omstandigheden. Ten eerste konden niet alle reizigers in Assen en omgeving deelnemen aan het experiment (zie criteria voor deelname in paragraaf 4.2). Ten tweede was bij aanvang van het project voorzien dat de werving door Univé zou worden uitgevoerd. Doordat Univé zich terug trok als projectpartner, waren de andere projectpartners genoodzaakt de werving over te nemen. Ten derde kregen de deelnemers geen beloning voor de deelname<sup>1</sup>. Ten vierde werd er – vooral van deelnemers die diensten in de auto hebben getest – een grote inspanning gevraagd. Er is geen onderzoek uitgevoerd naar de factoren die de keuzes om wel of niet deel te nemen hebben beïnvloed. Het is daarom niet duidelijk welk van de bovengenoemde mogelijke omstandigheden de grootste invloed hebben gehad.

Bij de werving zijn de voordelen van deelname aan het experiment benadrukt:

- Mogelijkheid om gratis de nieuwste reisinformatiediensten te testen
- Gadgets voor in de auto
- Bijdrage aan collectieve doelen: betere doorstroming, minder milieubelasting en een grotere verkeersveiligheid
- Gebruik maken van autonavigatie bruikbaar in Nederland (en Europa)

De werving heeft als volgt plaatsgevonden. Eind januari 2013 is de website met informatie over het experiment en mogelijkheid voor inschrijving tot deelnemer geopend: [www.sensorcitytest.nu](http://www.sensorcitytest.nu). Eind februari 2013 hebben 12.000 Assenaren een uitnodigingsbrief voor het experiment gekregen. Begin mei 2013 is op de website een tweede oproep geplaatst om nog meer deelnemers te werven.



#### 4.2.2 *Privacy*

De resultaten zijn uitsluitend gebruikt voor onderzoeksdoeleinden en zijn niet terug te leiden tot individuele personen. Na afronding van het project kunnen de geanonimiseerde onderzoeksgegevens worden gebruikt voor toegepast en wetenschappelijk onderzoek.

---

<sup>1</sup> De testdeelnemers van de Rabobank mochten als beloning de tablet houden na afloop van het experiment.

### 4.3 In- en uitbouwen On-Board Unit en tablet

Deelnemers zijn uitgenodigd om de On-Board Unit (OBU) en tablet in te laten bouwen. Hiervoor waren er twee grootschalige inbouwmomenten. De inbouw is verzorgd door studenten van het Drenthe College, als onderdeel van hun studie, onder begeleiding van het consortium. Op deze manier is gegarandeerd dat de inbouw op een goede en efficiënte wijze kon verlopen.

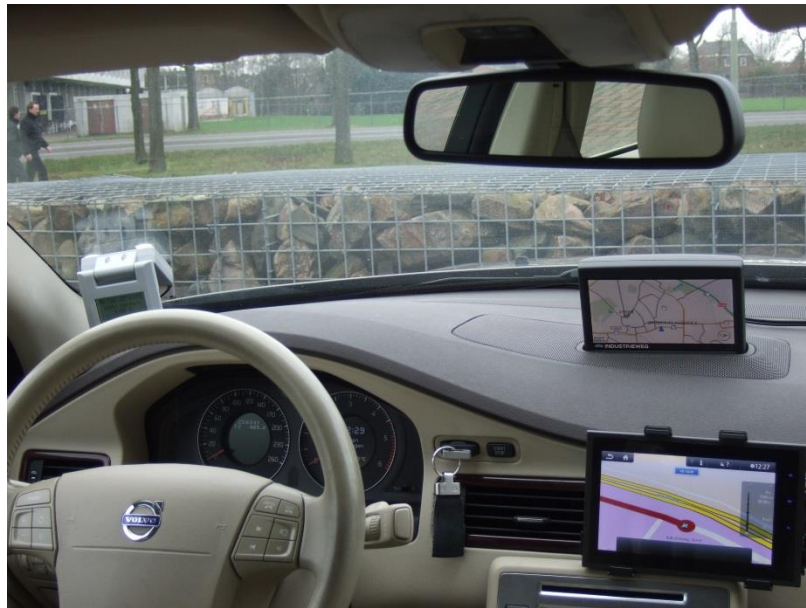
Het eerste inbouwmoment vond plaats op 18, 19 en 20 juni 2013 in de TT Hal op het TT circuit in Assen. Alle op dat moment aangemelde deelnemers in het bezit van een auto zijn hiervoor uitgenodigd. Dit waren er 156, waarvan er 88 een afspraak hebben gemaakt en zijn langsgesproken om de OBU en tablet in te laten bouwen. Het tweede inbouwmoment vond plaats op 9, 10 en 11 oktober 2013 in de Toyota garage in Assen. Dit was de tweede mogelijkheid voor deelnemers die het eerste inbouwmoment gemist hadden, en de eerste mogelijkheid voor deelnemers die zich na 20 juni hadden aangemeld. In de periode tussen de twee inbouwmomenten zijn een aantal deelnemers afgehaakt, waardoor er uiteindelijk voor het tweede inbouwmoment 97 deelnemers uitgenodigd konden worden. Hiervan zijn er uiteindelijk 41 langsgesproken; deze deelnemers zijn uitgerust met een OBU en tablet. In totaal zijn de OBU en tablet dus ingebouwd bij 129 deelnemers.

Voor de Bèta-testers was er eerder in 2013 al een inbouwmoment. Op 5 en 7 maart 2013 zijn in een aantal pitboxen van het TT-circuit bij enkele tientallen Bèta-testers de OBU en tablet geïnstalleerd door studenten van het Drenthe college.

In Figuur 24 en Figuur 25 staan afbeeldingen van de OBU en tablet in het voertuig na inbouw.



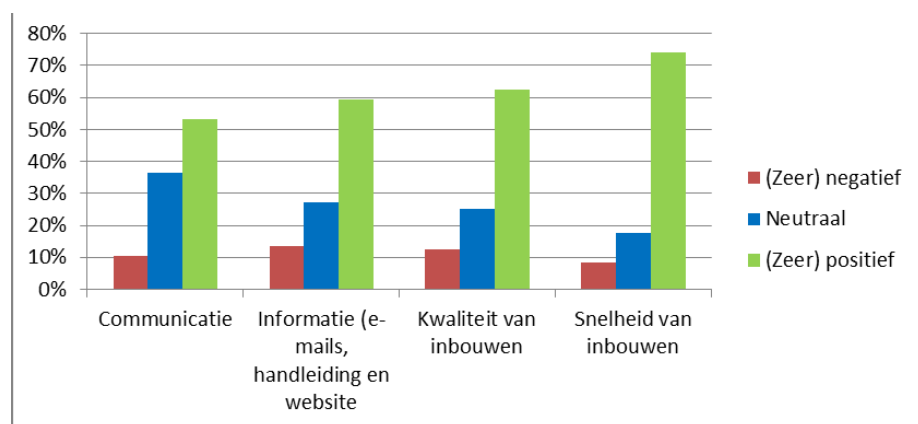
Figuur 24: OBU en tablet in voertuig.



Figuur 25: OBU en tablet in voertuig.

#### 4.3.1 Feedback inbouw OBU en tablet

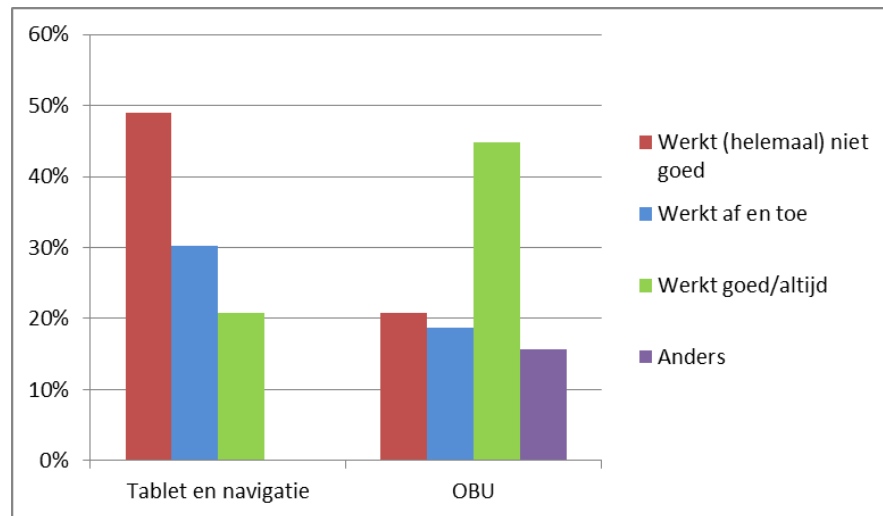
Onder de deelnemers met een OBU en tablet is een vragenlijst over de inbouw uitgezet. Deze vragenlijst is ingevuld door 96 van de 140 aangeschreven personen (69%). Hier bleek uit dat de ervaringen van de deelnemers met het inbouwen positief waren, zie Figuur 26. 52% van de respondenten heeft aangegeven dat de communicatie omtrent de inbouw als (zeer) positief is ervaren. Ook waren de respondenten (zeer) positief over de informatievoorziening in de vorm van handleidingen en uitleg op de website (59%), de kwaliteit van de inbouw (62%) en de snelheid van het inbouwen (74%). Respondenten waren specifiek positief over de studenten en over de manier waarop de benodigde snoeren zijn weggewerkt.



Figuur 26: Beoordeling inbouw OBU en tablet.

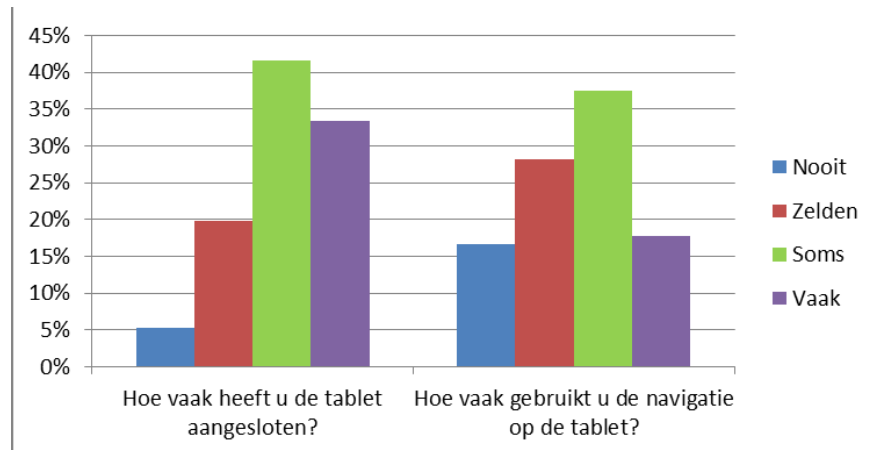
Respondenten zijn ook gevraagd hun mening te geven over de werking van de OBU en tablet, zie Figuur 27. Respondenten waren positiever over de werking van de OBU dan over de werking van de navigatie op de tablet. 45% van de

respondenten antwoordde dat hun OBU goed of altijd werkt, terwijl dit voor de navigatie op de tablet slechts voor 21% van de respondenten geldt.



Figuur 27: Beoordeling werking OBU, tablet en navigatie.

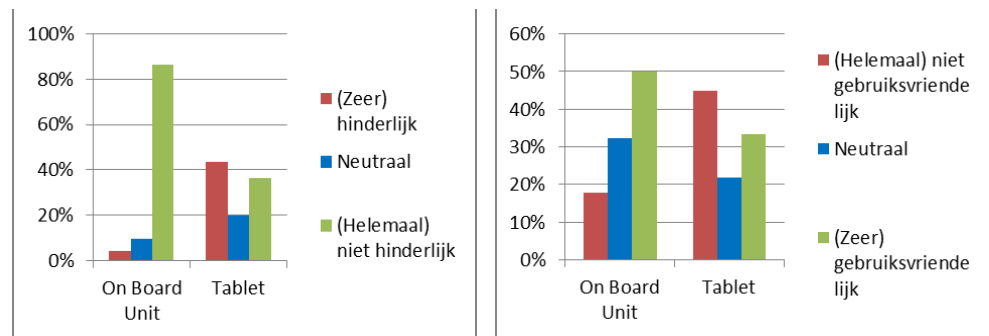
De technische problemen die respondenten hebben ervaren met de navigatie op de tablet hebben ertoe geleid dat de navigatie niet altijd ingeschakeld werd. Zie Figuur 28 voor de frequenties van het aansluiten van de tablet en het gebruiken van de navigatie. Slechts 18% van de respondenten geeft aan de navigatie vaak te gebruiken, en 38% van de respondenten gebruikte de navigatie soms. De tablet wordt vaker aangesloten; 75% van de respondenten geeft aan de tablet soms of vaak aan te sluiten.



Figuur 28: Frequentie aansluiten tablet en gebruik navigatie.

De OBU wordt in termen van aanwezigheid en gebruiksvriendelijkheid goed beoordeeld; de tablet wordt minder goed beoordeeld. Zie Figuur 29 voor de resultaten. 86% van de respondenten geeft aan dat de aanwezigheid van de OBU in de auto (helemaal) niet hinderlijk is en 51% geeft aan dat de OBU (zeer) gebruiksvriendelijk is. De aanwezigheid van de tablet in de auto wordt door 43%

van de respondenten als (zeer) hinderlijk ervaren en door 44% als (helemaal) niet gebruiksvriendelijk.



Figuur 29: Beoordeling aanwezigheid (links) en gebruikersvriendelijkheid (rechts) OBU en tablet.

Een groot gedeelte van de respondenten heeft aangegeven problemen te hebben ervaren met de OBU en/of de tablet. Een groot gedeelte van deze problemen zijn doorgegeven aan de helpdesk. De kwaliteit van de OBU en tablet is gedurende de loop van het project, mede dankzij de feedback van de deelnemers, sterk verbeterd. Van de respondenten geeft 79% aan problemen gehad te hebben met de apparatuur. Hiervan heeft ongeveer de helft dit ook doorgegeven aan de helpdesk. Technische problemen waar de helpdesk niet direct een antwoord op kon geven, zijn doorgegeven aan de consortiumpartners.

Meest ervaren problemen betreft de werking van de OBU en tablet zijn: opstarten van de navigatie duurt te lang (trage GPS-fix), foutmeldingen en andere problemen tijdens het opstarten van de apparatuur, traagheid van de apparatuur en de stabiliteit van de tablet. Andere veelgemaakte opmerkingen zijn: de tablet is te groot voor op de voorruit, het batterijverbruik van de tablet is aan de hoge kant, en het is lastig te begrijpen wat alle getallen en waarden op de OBU betekenen.

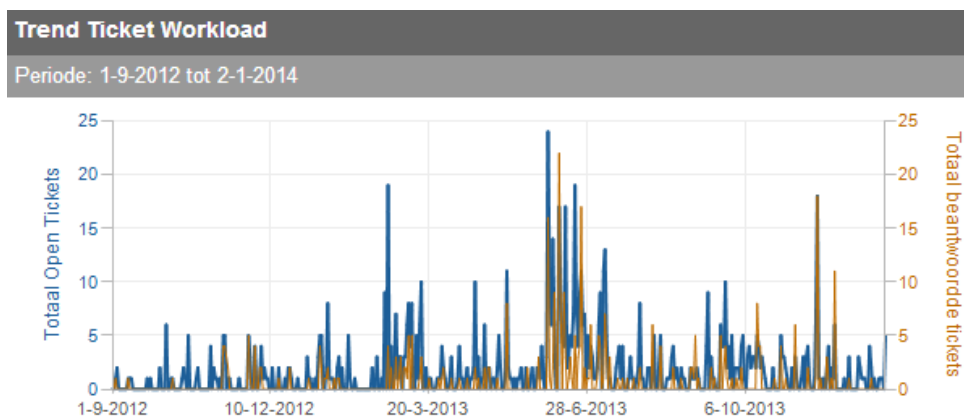
#### 4.4 Communicatie

Communicatie met deelnemers, geïnteresseerden, pers, de buitenwereld, etc. heeft op vele manieren plaatsgevonden. In deze paragraaf een overzicht van de communicatie-uitingen.

##### 4.4.1 Helpdesk

Er is een helpdesk ingericht om de deelnemers aan het experiment te ondersteunen. Deelnemers met vragen over het experiment, met technische problemen met hun in-car apparatuur of met andere vragen of problemen konden de helpdesk bereiken via de e-mail en telefoon. Ook is de helpdesk ingezet om vragen te beantwoorden omtrent de belangrijke events van het experiment, zoals de inbouw, de uitrol van de diensten en de uitbouw.

Over de gehele looptijd van het experiment zijn 631 e-mails ontvangen. Hiervan konden er 271 direct door de helpdesk beantwoord worden. Voor de overige e-mails was het noodzakelijk om informatie in te winnen bij consortiumpartners. In Figuur 30 staat een overzicht van hoe de e-mails (tickets) over de tijd zijn afgehandeld. De blauwe lijn geeft aan hoeveel tickets er zijn ontvangen en de oranje lijn geeft aan hoeveel tickets er zijn beantwoord. Er zijn pieken te zien in het figuur bij de werving, inbouw en uitbouw.



Figuur 30: Afhandeling van tickets (e-mails) helpdesk over de tijd (blauwe lijn: ontvangst van tickets, oranje lijn: afhandeling van tickets).

Daarnaast is de helpdesk vaak telefonisch benaderd. Dit is in totaal 832 keer gebeurd over de looptijd van het experiment. Hiervan konden 512 vragen direct afgehandeld worden. De totale "calltijd" van deze vragen was 52 uur met een gemiddelde gesprektijd van 6 minuten. Om de overige 298 vragen te beantwoorden, was het noodzakelijk om terug te bellen. De totale gesprektijd voor deze vragen was 49 uur met een gemiddelde gesprektijd van een kleine 10 minuten.

De meest voorkomende onderwerpen waarover vragen werden gesteld waren:

#### 4.4.2 Website

Op 22 augustus 2012 is de website van Sensor City Mobility ([www.sensorcitymobility.nl](http://www.sensorcitymobility.nl)) live gegaan. Zie Figuur 31 voor een screenshot van de website.

Inloggen

Welkom

Welkom op de site van het experiment Sensor City Mobility! In 2013 wordt in Aasen, de 'Sensor City', een grootschalig praktijkexperiment uitgevoerd. Honderden reizigers in Aasen en daarbuiten krijgen de kans om de diensten van de toekomst te testen.

Een groep reizigers test momenteel nieuwe diensten testen via een On Board Unit en tablet in de auto. Daarnaast test een andere groep reizigers [de handige ReisAlarm app](#) voor op de smartphone.

Vanaf 2010 werken veertien [partijen](#) uit overheid en bedrijfsleven in Nederland samen aan het ontwikkelen van innovatieve mobiliteitsdiensten op het vlak van reisinformatie en verkeersmanagement. Sensor City Mobility is gericht op de ondersteuning van de individuele reiziger en tegelijkertijd op het bijdragen aan collectieve mobiliteitsdoelen, zoals de bevordering van de doorstroming op de weg, het verbeteren van de verkeersveiligheid en het verminderen van de verkeersultstoot.

Slimmer omgaan met informatie afkomstig van sensoren; dat is de ambitie van het innovatieve onderzoeksproject Sensor City Mobility. Met als doel dat reizigers in de toekomst gemakkelijker, slimmer en optimaler reiskeuzes kunnen maken via een persoonlijk reisadvies. Op deze website vindt u meer informatie over het project, de partners en het experiment. Bij vragen, nodigen wij u uit [contact](#) met ons op te nemen.

Mijn persoonlijke pagina

Gebruikersnaam

Wachtwoord

Inloggen

Wachtwoord vergeten

Sensor City Mobility

Sensor City

Multimodaal reizen

Sensor City

© 2013 Sensor City Mobility | Eigenaars: voornamelijk

TNO innovation for life

NXP

PARKINGWARE

ELEVATION

mobuy

Magiclic

TOMTOM

Sensor City

Imtech

PEEK

Quest

92

Gemeente Aisem

dysi

Goodappel Coffeng

Figuur 31: Screenshot van [www.sensorcitymobility.nl](http://www.sensorcitymobility.nl).

De website is gebruikt voor het verstrekken van algemene informatie over het project aan geïnteresseerden. De volgende zaken zijn op de website te vinden:

- Welkom: algemene informatie over het project.
- Nieuws: een of meerdere keren per maand een nieuwsbericht, bijvoorbeeld over de werving, starten einde van het experiment, in- en uitbouwen van de apparatuur en persberichten.
- Over Sensor City Mobility: uitgebreidere informatie over het project – deelnemers, diensten en apps, het experiment, link met andere projecten, verkeersmanagement.
- Projectpartners: korte informatie over de projectpartners met mogelijkheid om door te klikken naar meer informatie.
- Contact: een telefoonnummer en e-mailadres voor vragen en meer informatie, en een contactpersoon voor pers.
- Veelgestelde vragen: antwoord op veel gestelde vragen over het project en het experiment.

- Inloggen: voor deelnemers aan het experiment is er de mogelijkheid om in te loggen op de website.

Een voorbeeld van een nieuwsbericht op de website staat in Figuur 32.

**21-6-2013 Inbouw Deelnemers voltooid**

Afgelopen dagen zijn bij ongeveer 90 deelnemers van Sensor City Mobility OBU en Tablets in hun auto geïnstalleerd. De inbouwronde was daarmee een succes!

Voor deelnemers die helaas niet in staat waren om deel te nemen met deze inbouwronde zal er na de zomervakantie een tweede moment ingepland worden. Deelnemers die later waren ingestroomd, of zich in de zomerperiode aanmelden, zullen worden uitgenodigd om van dit tweede inbouwmoment gebruik te maken.

Figuur 32: Voorbeeld nieuwsbericht website.

Tenslotte zijn op de homepage van de website twee filmpjes te zien, die ook op YouTube staan: een algemeen filmpje over het project in het Engels met Nederlandse ondertiteling (<https://www.youtube.com/watch?v=FLhqlB6qjY>), en een filmpje over multimodaal reizen in het Nederlands ([https://www.youtube.com/watch?v=4IUUV\\_hJVJBs](https://www.youtube.com/watch?v=4IUUV_hJVJBs)). Screenshots van de filmpjes zijn te zien in Figuur 33 en Figuur 34.



Figuur 33: Screenshot algemene filmpje over Sensor City Mobility.





Figuur 34: Screenshot filmpje multimodaal reizen.

#### 4.4.3 *Persberichten*

Tijdens het project zijn twee persberichten verschenen. De tekst van de persberichten staat hieronder.

##### **05-09-2012 Persbericht: Testers beproeven netwerk Sensor City**

**ASSEN – Sensor City Assen werft de komende maanden reizigers uit Assen en omgeving voor een groots opgezet experiment. Doel is beter inzicht te krijgen in het reisgedrag van automobilisten. Daarnaast worden in het experiment nieuwe reisinformatie en verkeersmanagementdiensten getest. Voor het experiment zullen in eerste instantie 50 en later enkele honderden deelnemers als testers worden gezocht.**

De Drentse gedeputeerde Ard van der Tuuk en de Asser wethouder Henk Matthijssen verrichtten vandaag de aftrap voor de start van de werving tijdens een bijeenkomst in het stadhuis van Assen. Naar verwachting duurt het experiment enkele maanden.

##### **28-02-2013 Persbericht: Eerste testrijders Sensor City Mobility krijgen apparatuur in auto geïnstalleerd**

**ASSEN - Sensor City, Sensor City Mobility en het Drenthe College willen u graag uitnodigen voor de officiële start van het experiment Sensor City Mobility op het TT-circuit op 5 maart a.s. Binnen het experiment gaan reizigers allerlei reisinformatiediensten testen. Door gebruik te maken van die diensten kunnen ze onder andere sneller en veiliger van a naar b reizen en worden opgebroken straten vermeden. Dat gebeurt met behulp van sensortechnologie.**

Automobilisten krijgen een zogeheten On Board Unit (een slim grijs kastje) en een tablet in hun auto geplaatst. Het grijze kastje praat als het ware met het in Assen gerealiseerde sensornetwerk en geeft vervolgens reisinformatie door aan de tablet. Door het sensornetwerk te benutten, dat voortdurend de verkeersdrukke in de stad meet, kunnen automobilisten via andere routes langs opstoppingen worden geleid en hoeven zij niet te wachten voor een openstaande brug. Daarnaast krijgen ze met de apparatuur aan boord inzicht in hun eigen rijgedrag. Door thuis in te loggen op hun persoonlijke pagina op de projectwebsite kunnen ze in detail de afgelegde ritten analyseren, bijvoorbeeld of de maximumsnelheid overal even goed nageleefd is.

De apparatuur wordt geplaatst door studenten van het Drenthe College. Dat gebeurt op 5 en 7 maart in een aantal pitboxen van het TT-circuit bij enkele tientallen testdeelnemers. Ze zijn werkzaam bij de Rabobank Assen-Beilen en zorginstelling Van Boeijen. Zij testen of alle systemen naar behoren functioneren en halen zodoende dus voor de deelnemers de kinderziektes eruit. Naast testdeelnemers die de diensten in de auto testen, is er ook een groep testdeelnemers die het functioneren van innovatieve apps op hun Android smartphone testen; uiteraard zijn er ook deelnemers die beide testen. Bij een succesvolle test onder de testdeelnemers, start dit voorjaar het grote experiment waaraan enkele honderden Assenaren of forensen kunnen deelnemen. Hoe, daarover worden zij binnenkort geïnformeerd in een brief die 2 maart huis-aan-huis wordt verspreid bij 12.000 huishoudens.

U bent van harte uitgenodigd om de installatie van de apparatuur in de eerste auto bij te wonen. Dat moment staat gepland voor 11.00 uur. Vertegenwoordigers van Sensor City, Sensor City Mobility en het Drenthe College zijn beschikbaar voor een nadere toelichting.

#### 4.4.4 *Nieuwsbrieven en e-mails*

Tijdens het experiment zijn er nieuwsbrieven via de e-mail naar de deelnemers verzonden, bijvoorbeeld om deelnemers informatie te geven over de in- en uitbouw, en om ze te vragen de enquête in te vullen. Deze zogeheten 'Buzz' nieuwsbrieven zijn vanuit de helpdesk verzonden. In totaal zijn er 403 nieuwsbrieven verzonden. Een voorbeeld van een nieuwsbrief is te zien in Figuur 35.



Figuur 35: Voorbeeld nieuwsbrief.

#### 4.4.5 Twitter

Om op een laagdrempelige manier te communiceren over het project, links te kunnen plaatsen naar persberichten en nieuwsberichten, en foto's te kunnen delen is een Twitter-account aangemaakt: <https://twitter.com/SensorCity>. Ook andere twitteraars kunnen reageren door toevoeging van #sensorcity. In Figuur 36 is een screenshot te zien van het Twitter account. Er zijn op de tijdlijn in totaal 137 berichten geplaatst, variërend van enkele tot meer dan 30 per maand. Het account heeft 462 volgers.

**Tweets** >  
 Volgend >  
 Volgers >  
 Favorieten >  
 Lijsten >

**Sensor City Assen volgen**

Volledige naam   
 E-mailadres   
 Wachtwoord   
 Registreren

**Foto's en video's** >

**Wereldwijde trends** - wijzigen

- #SanaUmlanNg
- #SmileForRojee
- #NTYIKINIYORUM
- #BestrenanSaru
- #KapagSingleKa
- Talha Başaran UmursamaazAdam
- EXO - Let Out The Beast
- Josh McEachran
- AmatırHakemlerİnİ GALATASARAYdanUzak...
- Ortega Cano

© 2014 Twitter Over Help Voorwaarden Privacy Cookies Advertentie-informatie Merk Blog Status Applicaties Vacatures Adverteren Media Ontwikkelaars Overzicht

**Sensor City Assen** @SensorCity  
 Test nu: persoonlijk reisadvies van de toekomst hier in Assen! Leuke gadgets en apps testen? Geef je op via [sensorcitytest.nu](http://sensorcitytest.nu)  
 Assen Drenthe The Netherlands · [sensorcitytest.nu](http://sensorcitytest.nu)

TWEETS 137 VOLGEND 218 VOLGERS 462 [Volgen](#)

**Tweets**

**Sensor City Assen** @SensorCity · 17 jan.  
 Mooie en fijne samenwerking, dank @DrentheCollege #3dagen #uitbouw #TTHall  
 Openen [Beantwoorden](#) [Retweeten](#) [Favoriet](#) [Meer](#)

**Sensor City Assen** @SensorCity · 15 jan.  
 Respect voor studenten @DrentheCollege #autotechniek Uitbouw in de TT-Hall #ijskoud pic.twitter.com/qcLZ7QazJS  
 Openen [Beantwoorden](#) [Retweeten](#) [Favoriet](#) [Meer](#)

Retweet door Sensor City Assen

**Teun Jan** @teunjan · 15 jan.  
 Uitbouw tablet ihkv @sensorcity Assen. De "on-board-unit" blijft nog even zitten ivm vervolg-experiment. #sensorcity 4sq.com/1m6o0oQ  
[Details weergeven](#) [Beantwoorden](#) [Retweeten](#) [Favoriet](#) [Meer](#)

**Sensor City Assen** @SensorCity · 14 jan.  
 Dat was een zeer nuttige informatiebijeenkomst speciaal ook voor MKB-ers, er is 70+ miljard Euro's beschikbaar #horizon2020  
 Openen [Beantwoorden](#) [Retweeten](#) [Favoriet](#) [Meer](#)

**Sensor City Assen** @SensorCity · 10 dec.  
 Antigeluid werkt! Reductie van 10 dB dmv slimme sensor [sensorcity.nl/nieuws.php?id=...](http://sensorcity.nl/nieuws.php?id=...)  
 Openen [Beantwoorden](#) [Retweeten](#) [Favoriet](#) [Meer](#)

**Sensor City Assen** @SensorCity · 6 dec.  
 Intussen bij ons op kantoor: de kick-off van Dynamic Sound Control, gesubsidieerd door @HetSNN [sensorcity.nl/nieuws.php?id=...](http://sensorcity.nl/nieuws.php?id=...)  
 Openen [Beantwoorden](#) [Retweeten](#) [Favoriet](#) [Meer](#)

**Sensor City Assen** @SensorCity · 5 dec.  
 Samenwerking met @OpenDagDCAssen @DrentheCollege succes. Dat gaan we meer doen in de toekomst belooft directeur Reitsma #livinglab  
 Openen [Beantwoorden](#) [Retweeten](#) [Favoriet](#) [Meer](#)

Figuur 36: Screenshot Twitter account Sensor City.

#### 4.4.6 Wordvoerder

Voor het contact met de pers is een woordvoerder aangesteld: Jan Burgmeijer, programmamanager Sensor City Mobility. Zijn gegevens zijn te vinden op de website. Bij de persmomenten was de woordvoerder vanzelfsprekend aanwezig. In Figuur 37 is een foto te zien van een van de persmomenten.



Figuur 37: Een van de persmomenten van Sensor City Mobility. Jan Burgmeijer (staand) spreekt met Wethouder Henk Matthijsse (zittend achter het stuur)

#### 4.4.7 *Enquêtes*

Om de deelnemers te vragen naar hun ervaringen met het project, de apparatuur (en inbouw daarvan), de helpdesk en de diensten, zijn de deelnemers uitgenodigd om vragenlijsten in te vullen. Er zijn twee vragenlijsten uitgestuurd. Een over de Rijstijlmonitor en ervaringen met de OBU en tablet (inbouw, navigatie), en een met vragen over ReisAlarm, Slimmer reizen, Navigatie plus en ervaringen met het project (communicatie, helpdesk, website, etc.). Deelnemers die de eerste enquête niet hadden ingevuld, hebben deze vragen bij de tweede enquête erbij gekregen. Aanvullend aan de vragen over het project zijn enkele vragen gesteld met betrekking tot demografische kenmerken (geslacht, leeftijd, etc.).

#### 4.4.8 *Symposium*

Als afsluiting van het project is er een symposium georganiseerd. Het hoofddoel van het symposium is het delen van resultaten en leerervaringen. De boodschap die hierbij is, is: "Maak gebruik van wat er al is". De doelgroep voor het evenement bestaat uit financiers van het consortium, partners van het consortium, klanten van partners, regio's en gemeenten die zich met Intelligente Transport Systemen (ITS) bezig houden, marktpartijen die ITS diensten ontwikkelen en vervoers- en mobiliteitsaanbieders. De doelgroep betreft zowel inhoudelijke experts als beleidsmakers. Het symposium zal bestaan uit plenaire bijeenkomsten en parallelle interactieve sessies. Interactieve sessies worden georganiseerd zowel rondom de diensten als rondom inhoudelijke onderwerpen (zoals inwinning en verwerking van data). Tijdens de interactieve sessies zal feedback aan aanwezigen worden gevraagd. De datum van het symposium is 17 april 2014.

## 5 Resultaten

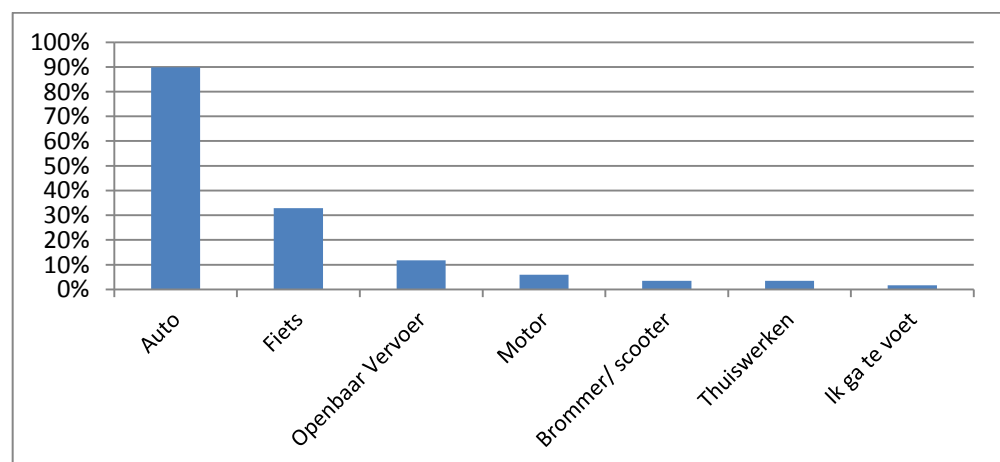
In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de ritten en reizen gemaakt met de Sensor City Mobility diensten (paragraaf 5.1), en worden de resultaten van de verschillende diensten gepresenteerd (paragraaf 5.2 tot en met 5.6).

### 5.1 Overall overzicht ritten/ reizen

#### 5.1.1 *Persoonskenmerken ingevulde enquêtes*

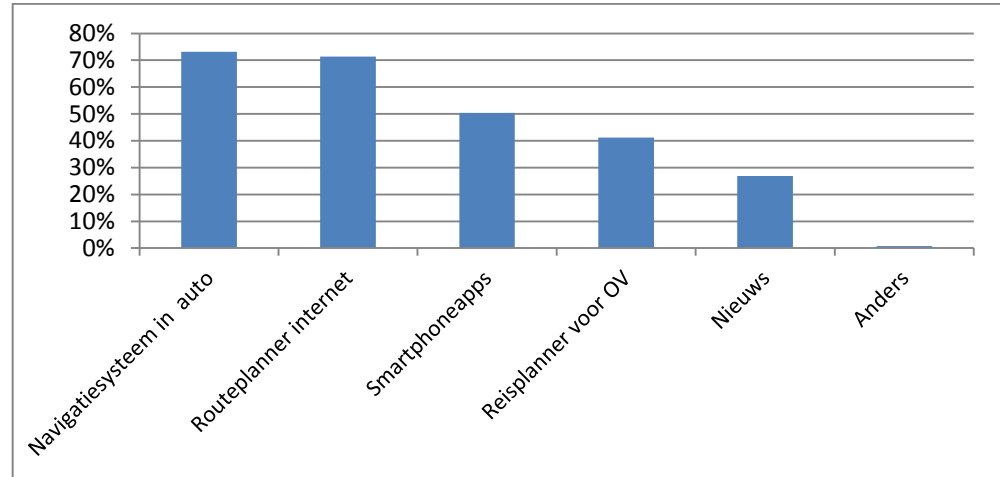
In totaal hebben de vragenlijsten 137 unieke respondenten opgeleverd, verdeeld over de twee uitgestuurde vragenlijsten. De eerste vragenlijst had een respons van 65 procent en de tweede vragenlijst een respons van 83 procent. Aan alle respondenten zijn persoonskenmerken gevraagd. Hieruit blijkt dat 75% van de respondenten man is en dat de gemiddelde leeftijd van de respondenten 47 jaar is. De jongste deelnemer was 21 jaar en de oudste deelnemer 73. De gemiddelde respondent is hoog opgeleid; 58% heeft een HBO of WO opleiding afgerond. Daarnaast is 52% van de respondenten gehuwd of samenwonend mét thuiswonende kinderen en 31% zonder thuiswonende kinderen. 86% van de respondenten heeft een deeltijd of voltijd baan. De respondenten zijn niet representatief voor de gemiddelde Nederlandse bevolking: veel mannen, relatief hoge leeftijd, relatief hoog opgeleid.

Aan de groep respondenten met een deeltijd of voltijd baan (119) is gevraagd naar de meest gebruikte vervoermiddelen. 90% van de respondenten geeft aan gebruik te maken van een auto. Op de tweede plaats komt de fiets, die door 33% van de respondenten gebruikt wordt. Figuur 38 geeft aan hoe vaak de overige vervoermiddelen gebruikt worden door de respondenten. Dit suggereert dat respondenten erg afhankelijk zijn van de auto. Echter, 42% van de respondenten is het (helemaal) oneens met de stelling: 'Ik reis altijd met de auto, alleen als het echt niet anders kan reis in op een andere manier'. 44% was het wel (helemaal) eens met deze stelling.



Figuur 38: Frequentie van gebruikte vervoermiddelen.

Daarnaast zijn 91% van de respondenten (helemaal) bekend met de wegen in Assen en omgeving. Figuur 39 geeft aan welke reisinformatiediensten deze groep gebruikt. Het navigatiesysteem in de auto is het meest populair, gevolgd door de route- en reisplanner op internet en apps voor de smartphone.



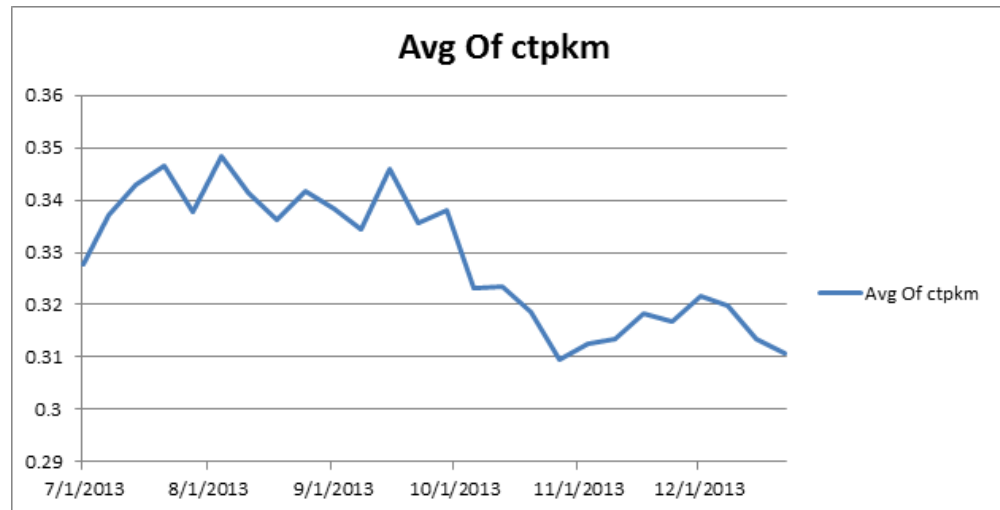
Figuur 39: Frequentie van gebruikte reisinformatiediensten.

Ook is er gevraagd naar de flexibiliteit van alle respondenten betreft de werktijden en werklocaties. Hierop gaf 57% van de respondenten aan dat ze hier (heel) flexibel mee om kunnen gaan. Ten slotte is gevraagd naar de interesse van nieuwste technologische gadgets. 50% van de respondenten is het (helemaal) eens met de stelling 'Ik ben altijd op de hoogte van de nieuwste technologische gadgets', en 36% van de respondenten antwoorde hierop neutraal.

## 5.2 Rijstijlmonitor

### 5.2.1 Objectieve resultaten

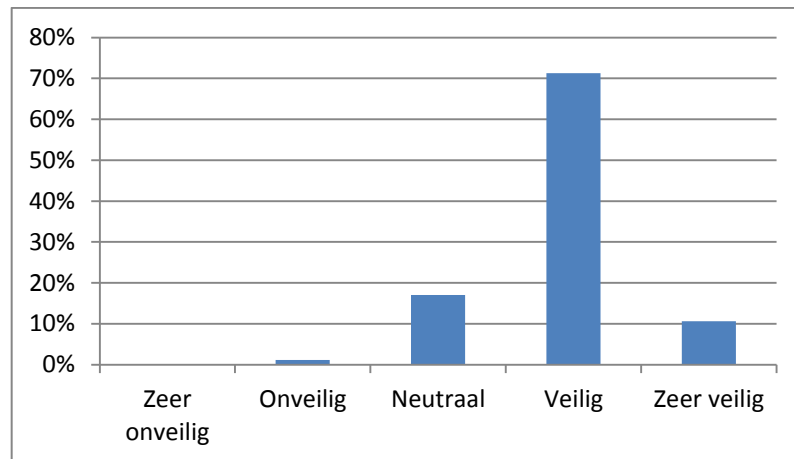
Voor elke deelnemer is wekelijks een gerealiseerde kilometerprijs berekend. Onderzocht is of de gemiddelde lijn (over alle deelnemers) een neerwaartse trend vertoont. Om dit te doen is de kilometerprijs achteraf (na het experiment) berekend ten opzichte van een zelfde referentiewaarde. Tijdens het experiment is de referentiewaarde meegegroeid met de data acquisitie, dus deze getallen zijn niet te gebruiken om de trend te bepalen. In totaal zijn tijdens enkele tienduizenden trips data verzameld. De resultaten zijn te zien in Figuur 40. Tijdens de nulmeting kregen de gebruikers geen real-time terugkoppeling op de kilometerprijs, daarna wel. Te zien is dat na de nulmeting de gemiddelde kilometerprijs daalt. Blijkbaar zijn automobilisten bereid en in staat om hun rijgedrag aan te passen als ze daar feedback over krijgen.



Figuur 40: Gemiddelde kilometerprijs (over alle deelnemers) Rijstijlmonitor per week, van juli tot en met december 2013.

### 5.2.2 Resultaten enquête

Het doel van de Rijstijlmonitor is om deelnemers feedback te geven over hun rijstijl. In de vragenlijst die is ingevuld door deelnemers met een OBU en Tablet is gevraagd naar hun ervaringen met de feedback van de Rijstijlmonitor. De vragenlijst is ingevuld door 96 deelnemers. Eerst is gevraagd naar de eigen rijstijl, zie Figuur 41. Deze wordt door 82% van de respondenten als (zeer) veilig gewaardeerd, en slechts door 1% (één respondent) als onveilig.

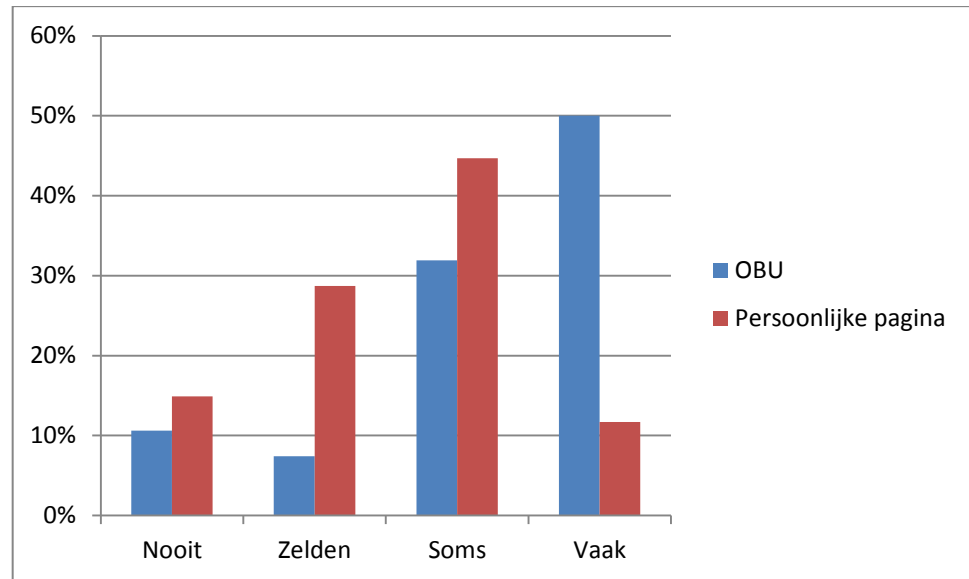


Figuur 41: Beoordeling eigen rijstijl.

De Rijstijlmonitor geeft feedback op de rijstijl via de OBU en op de persoonlijke pagina. Op de OBU wordt er tijdens het rijden weergegeven wat de kilometerprijs is, en op de persoonlijke pagina kan achteraf worden bekeken hoe de rijstijl was (per gereden rit). De feedback op de OBU wordt door de respondenten vaker bekeken dan die op de persoonlijke pagina, zie Figuur 42. 82% van de respondenten geeft aan de Rijstijlmonitor soms of vaak te bekijken en 57% geeft aan de persoonlijke pagina soms of vaak te bekijken. De respondenten die nooit op de OBU of persoonlijke pagina kijken, is gevraagd wat hier de reden voor is. Hieruit blijkt dat



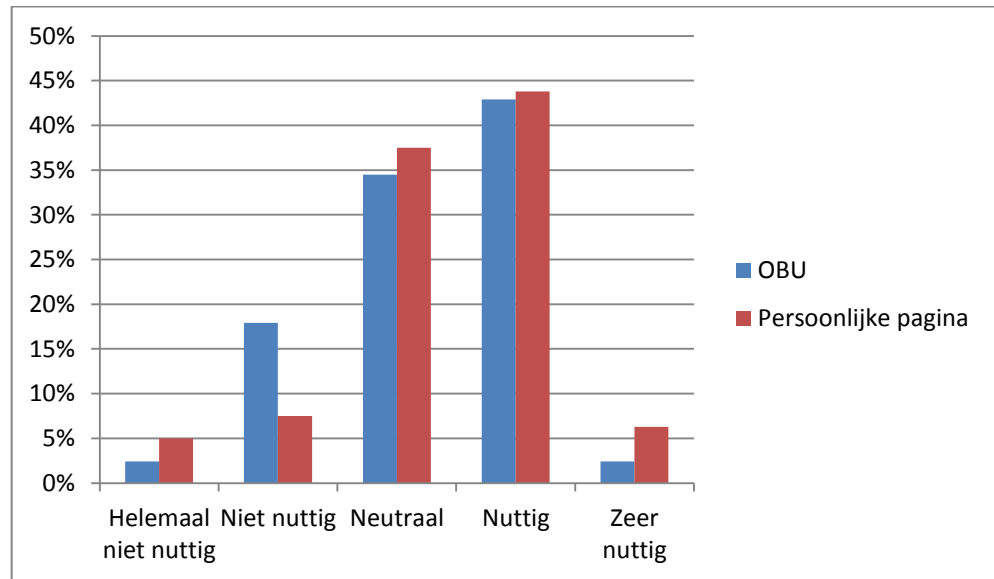
de feedback op de OBU niet door alle respondenten is begrepen of opgevallen. Daarnaast wisten niet alle respondenten dat de feedback ook op de persoonlijke pagina werd weergegeven.



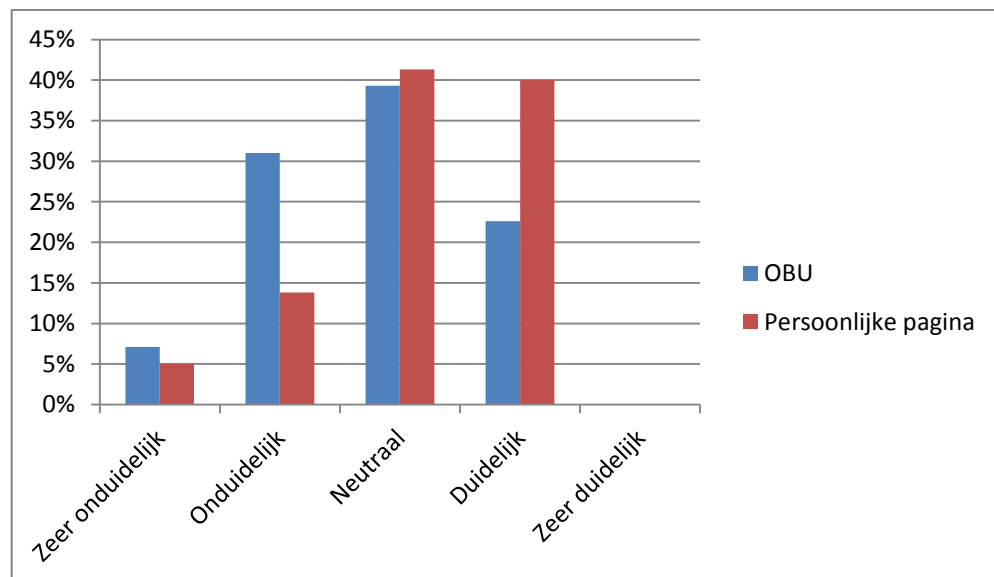
Figuur 42: Frequentie van bekijken van de Rijstijlmonitor.

Aan de respondenten die de feedback van de Rijstijlmonitor op de OBU (N=84) en/of op de persoonlijke pagina (N=80) wel eens hebben bekeken, is gevraagd of de feedback duidelijk (zie Figuur 44) en nuttig (zie Figuur 43) is. Hieruit blijkt dat ongeveer de helft van de respondenten de Rijstijlmonitor op de OBU (45%) en de persoonlijke pagina (50%) (zeer) nuttig vindt. Hiertegenover staat dat 20% van de respondenten de Rijstijlmonitor op de OBU en 13% de Rijstijlmonitor op de persoonlijke pagina niet nuttig vindt.

De informatie op de OBU wordt door 38% van de respondenten als (zeer) onduidelijk ervaren. Dit geldt niet voor de informatie op de persoonlijke pagina; deze wordt door 40% van de respondenten als (zeer) duidelijk ervaren, en door 19% als (zeer) onduidelijk.

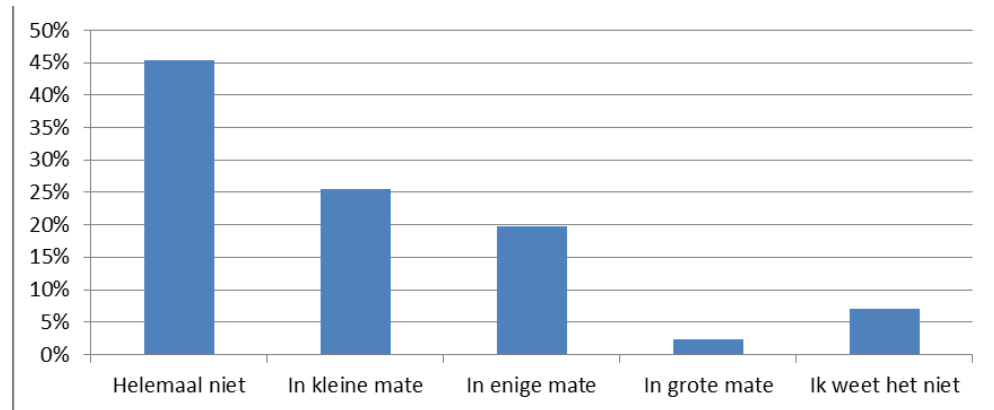


Figuur 43: Beoordeling van nut Rijstijlmonitor.



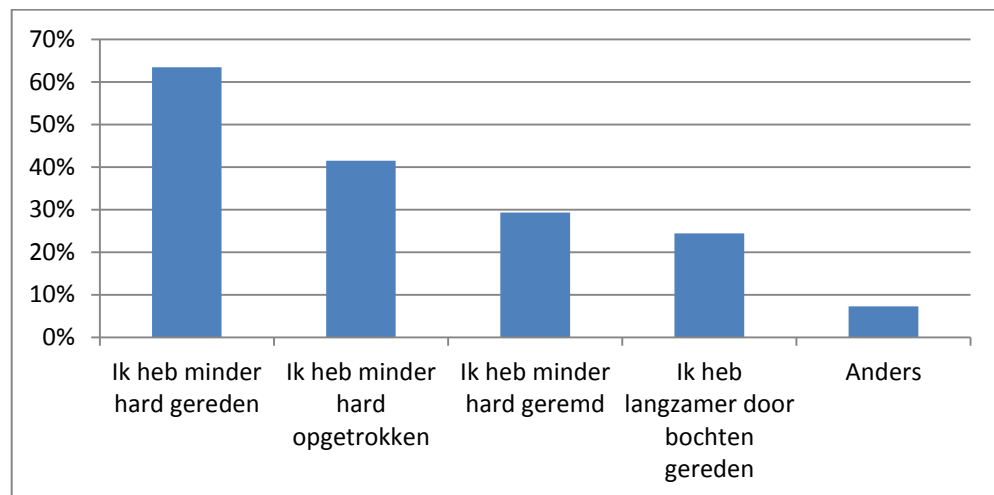
Figuur 44: Beoordeling van duidelijkheid Rijstijlmonitor.

Aan deelnemers die hebben aangegeven de Rijstijlmonitor te gebruiken is gevraagd of ze hun rijstijl hebben aangepast naar aanleiding van de ontvangen feedback, zie Figuur 45. 45% van de respondenten geeft aan hun rijstijl helemaal niet aangepast te hebben. 46% geeft aan dat dit in kleine of enige mate is gebeurd.



Figuur 45: Aanpassing rijstijl naar aanleiding van feedback Rijstijlmonitor.

Deelnemers die hebben aangegeven hun rijstijl in kleine mate of meer hebben aangepast is gevraagd op welke manier de rijstijl is aangepast, zie Figuur 46. Van de respondenten geeft 63% aan minder hard te hebben gereden, 41% minder hard te hebben opgetrokken, 29% minder hard te hebben geremd, en 24% langzamer door de bochten te hebben gereden. Het was mogelijk meerdere antwoorden op deze vraag te geven.



Figuur 46: Manier van aanpassen rijstijl.

Deelnemers die hebben aangegeven hun rijstijl helemaal niet hebben aangepast is gevraagd naar de reden hiervoor. 38% van de respondenten geeft aan dat hun huidige rijstijl al veilig genoeg is, waardoor aanpassen niet nodig is. Daarnaast geeft 33% aan geen behoefte te hebben aan een verandering in rijstijl.

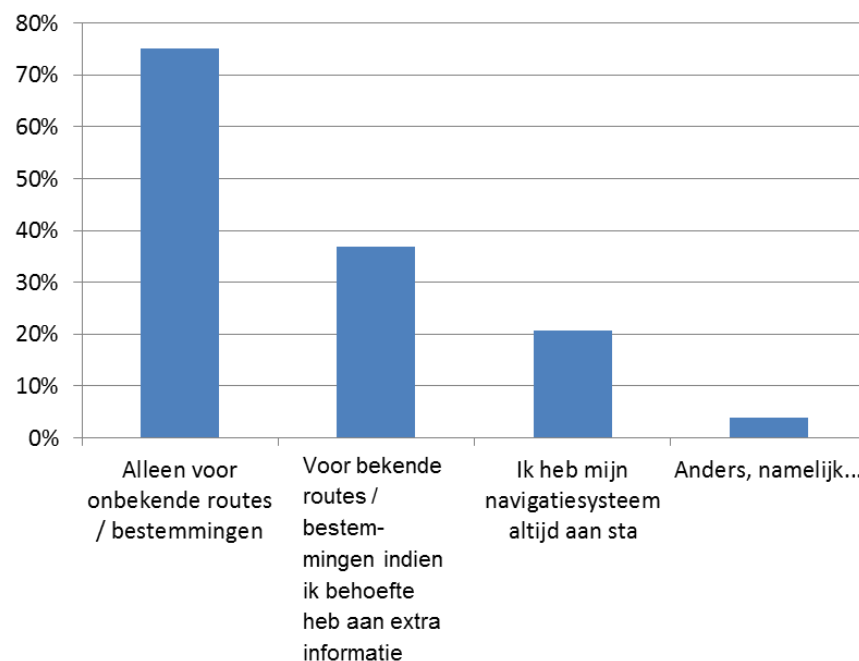
De informatieverschaffing over de Rijstijlmonitor is door 35% van de respondenten als goed ervaren en door 53% als neutraal. Voor 55% van de respondenten was de communicatie over het doel van de Rijstijlmonitor toereikend geweest om de interesse te wekken. Tenslotte geeft 42% van de respondenten aan de Rijstijlmonitor (zeker) aan te raden aan anderen.

### 5.3 Navigatie plus

Onderzocht is of deelnemers met deze dienst sneller en gemakkelijker naar hun eindbestemming in de stad reizen. Navigatie plus houdt rekening met de verkeersdrukke in de gehele regio en baseert de routes hierop zodat het verkeer beter wordt verdeeld over de stad en alle weggebruikers samen sneller op hun bestemming komen.

#### 5.3.1 Smart Routing resultaten

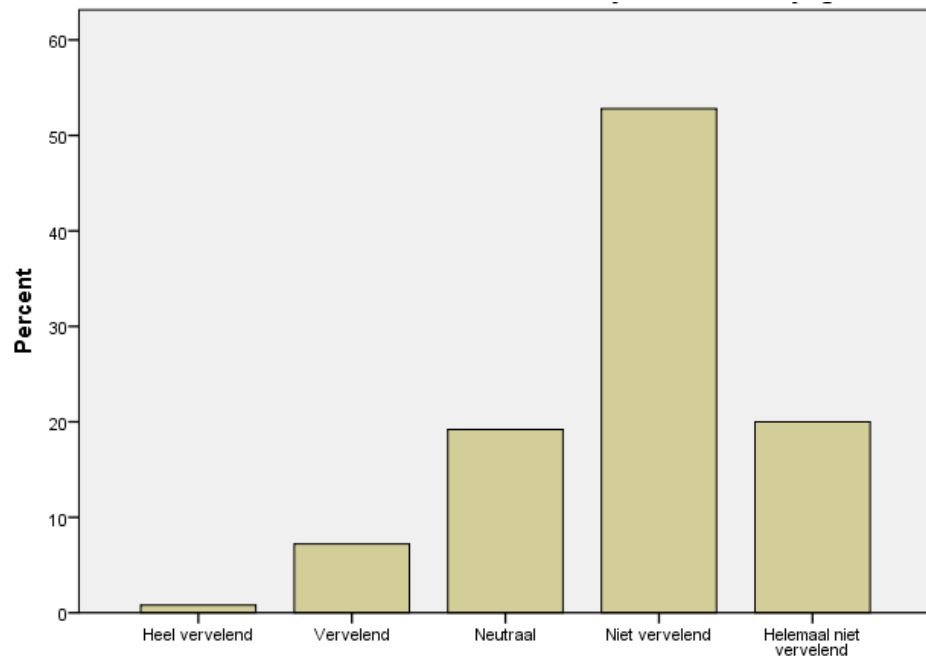
Er is aan de respondenten gevraagd in welke situaties zij gebruik maken van navigatie, zie Figuur 47 voor de resultaten. Hierbij waren meerdere antwoorden mogelijk waardoor de percentages optellen tot 137%. Driekwart van de respondenten gebruikt de navigatie alleen voor onbekende routes en bestemmingen (75%), 37% gebruikt de navigatie (ook) voor bekende routes en bestemmingen indien zij behoefte hebben aan extra informatie (zoals snelheidslimiet of reistijd) die het navigatiesysteem geeft, 21% van de respondenten heeft zijn navigatiesysteem altijd aan staan en 4% heeft andere redenen genoemd om een navigatiesysteem te gebruiken. Deze redenen zijn assistentie bij wegomleidingen, een indicatie van de aankomsttijd, routing om files heen, inzicht in het verloop van de weg bij slecht zicht en informatie over flitsers.



Figuur 47: Situaties waarin navigatie gebruikt wordt.

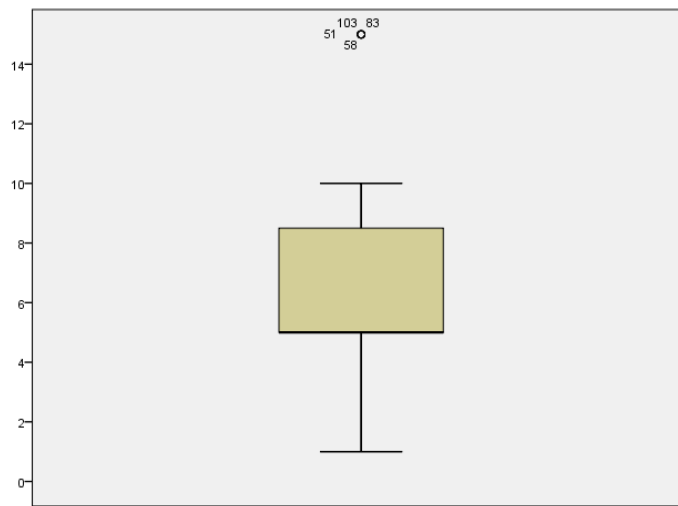
Smart Routing kan de routes van automobilisten tijdens de reis wijzigen doordat het rekening houdt met gewijzigde, actuele, verkeerssituaties. Er is respondenten gevraagd hoe vervelend zij het vinden als hun routeadvies tijdens de reis wijzigt. Deze vraag was niet specifiek gerelateerd aan het concept Smart Routing. Ook bij de huidige navigatiesystemen kan het voorkomen dat er een route wordt aangepast tijdens de reis, bijvoorbeeld op basis van de actuele verkeerssituatie. De resultaten van deze enquêtevraag zijn te vinden in Figuur 48. Het blijkt dat de meerderheid het (helemaal) niet vervelend vindt als de route tijdens de reis wijzigt (73%). 8% Vindt

dit wel vervelend. Daarnaast is gevraagd of respondenten het vervelend zouden vinden als een navigatiesysteem andere routes adviseert dan ze gewend zijn voor reizen die respondenten regelmatig maken. Ook hieruit blijkt dat de meerderheid (58%) dit (helemaal) niet vervelend vindt, 30% staat hier neutraal tegenover en 14% vindt dit (heel) vervelend.



Figuur 48: Houding ten aanzien van wijziging route tijdens de reis.

Een ander belangrijk onderdeel van het Smart Routing is de routeselectie waarin het collectieve belang meegewogen kan worden. Er is onderzocht wat de deelnemers van dit principe vinden. Er is gevraagd om een inschatting te geven: voor een reis van ongeveer 30 minuten, hoeveel extra minuten reistijd mag de reis langer duren als hiermee de reistijd van alle weggebruikers verbetert? Van de 125 respondenten die deze vraag hebben beantwoord, geeft 25% aan altijd de voorkeur te geven aan de voor hem of haar snelste route, 68% van de respondenten is bereid enkele minuten extra reistijd te hebben als dit voor het collectief beter is en 7% weet het niet. Figuur 49 geeft een overzicht van hoeveel extra reistijd die respondenten bereid zijn te aanvaarden ten bate van het collectief voor een reis van 30 minuten. Gemiddeld zijn de respondenten bereid om 6 minuten extra reistijd te aanvaarden. Het meest gegeven antwoord was 5 minuten, gevolgd door 10 minuten en 3 minuten. Vier respondenten geven aan 15 minuten te aanvaarden. De bereidheid varieert dus behoorlijk. Er bestaat de mogelijkheid dat respondenten deze inschatting te positief hebben gemaakt en dat zij in de praktijk een lagere bereidheid hebben. Dit resultaat laat in ieder geval zien dat er een groep reizigers is die bereid is om meer reistijd te aanvaarden als dit de reistijd van alle weggebruikers verbetert. In vervolgprojecten kan worden onderzocht waar automobilisten in de praktijk de grens trekken en wat de variaties zijn bij reizen van verschillende lengte.



Figuur 49: Extra reistijd (in minuten) die respondenten bereid zijn te aanvaarden ten bate van het collectief voor een reis van 30 minuten.

### 5.3.2 Resultaten parkeren simulaties

Om het potentieel van Smart Parking voor de stad Assen te bepalen, is een onderzoek uitgevoerd naar parkeergedrag en een parkeersimulatiemodel ontwikkeld. Het idee van Smart Parking is dat een gebruiker een applicatie heeft waarmee hij voorafgaand aan de start van zijn rit een parkeerplaats kan reserveren in de buurt van zijn eindbestemming. De applicatie navigeert de gebruiker ook via de snelste route naar deze parkeerplaats. Hierdoor heeft de gebruiker een kortere reistijd. Zoekverkeer en wachttijden bij parkeergarages worden verminderd, waardoor ook de totale hoeveelheid vertraging in het netwerk omlaag gaat. Hoewel het doel was om deze applicatie in het echte verkeer in Assen te testen, is ze in de praktijk niet volledig geïmplementeerd en getest. Bovendien zou een beperkt aantal testpersoon geen substantieel effect op het totale verkeersbeeld kunnen bereiken. Daarom is een simulatiemodel ontwikkeld dat het potentiële effect kan laten zien voor verschillende hoeveelheden gebruikers (penetratiegraden).

In de literatuur is weinig informatie beschikbaar over parkeergedrag. Beschikbare studies zijn meestal verouderd en niet in de context van een Nederlandse stad. Ook zijn er geen gestructureerde parkeergedragsmodellen beschikbaar die rechtstreeks toegepast kunnen worden in een verkeerssimulatiemodel en die onderscheid maken naar bestuurders die bekend en onbekend zijn in de omgeving. Daarom is er voor dit onderzoek een survey naar individueel parkeergedrag uitgevoerd en is een nieuw parkeergedragsmodel ontwikkeld. Dit model bevat drie niveaus: het strategische niveau met beslissingen die voor de rit genomen worden, zoals de parkeerlocatie, de keuze voor vervoersmodus en de routekeuze, het operationele niveau wanneer de bestemming bereikt wordt en te maken heeft met de actuele verkeers- en parkeerdynamiek en het tactische niveau zoals de keuze voor een andere route of parkeergarage tijdens de rit.

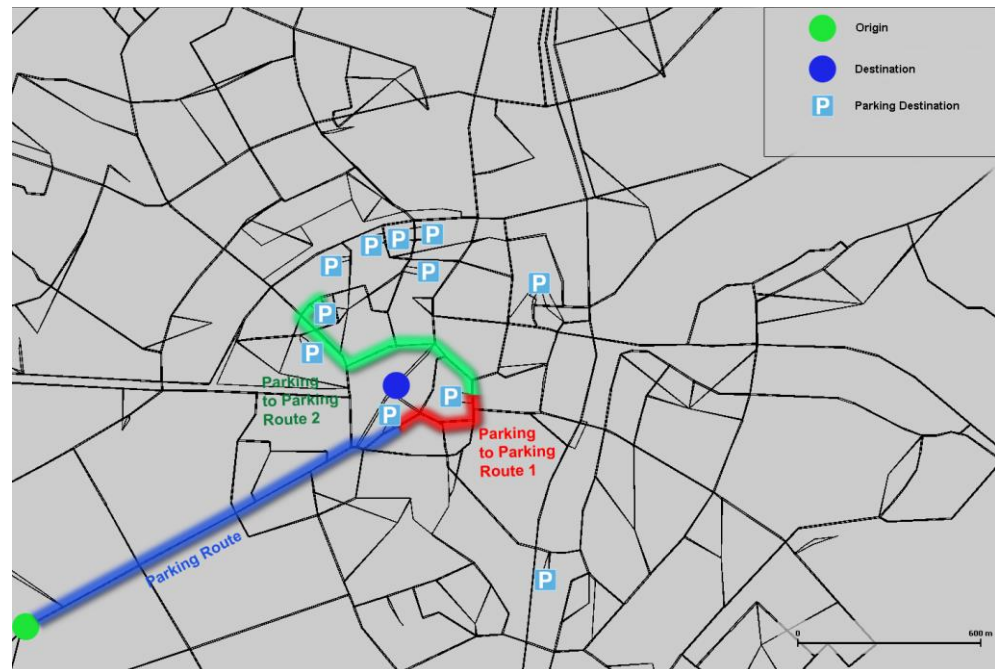
Het model is gebaseerd op discrete keuzetheorie; individuen kiezen voor het alternatief dat de utility (het nut) maximaliseert. De belangrijkste kenmerken die in de literatuur zijn geïdentificeerd zijn parkeertarief, loopafstand tot de bestemming, reistijd naar de parkeerplaats, type parkeerplaats (langs de weg of parkeergarage), zoektijd en kans om een lege parkeerplaats te vinden. De parameterwaardes in het

model zijn initieel afgeleid uit de literatuur en gefinetuned aan de hand van een Stated Preference survey. Deze survey is stapsgewijs uitgevoerd om het ontwerp van de vragen te kunnen optimaliseren om zoveel mogelijk nuttige informatie te kunnen verzamelen. Eerst zijn twee kleinschalige pilot surveys uitgevoerd (11 en 35 deelnemers), gevolgd door een grootschalige survey onder een random selectie van personen (uitgevoerd door respondentendatabase.nl) die 425 volledig ingevulde vragenlijsten heeft opgeleverd. Er zijn grote verschillen in individueel parkeergedrag gevonden. 51% van de respondenten rijdt eerst naar de bestemming en begint dan te zoeken naar een vrije parkeerplaats, terwijl 13% al op enige afstand voor de eindbestemming begint met zoeken en 35% vooraf informatie over parkeren bij de eindbestemming zoekt. Verder heeft 78% van de bestuurders die onbekend zijn met de eindbestemming een voorkeur om niet langs de kant van de weg maar in een parkeergarage dichtbij de eindbestemming te parkeren. Een van de uitkomsten van de survey was dat een belangrijke parameter de kans is dat er binnen enkele minuten een vrije parkeerplaats gevonden kan worden. Er is daarom een probabilistisch model ontwikkeld ('Parkability') dat de kans bepaalt om een vrije parkeerplaats te vinden, afhankelijk van de aankomsttijd en de zoektijd, met als input het aankomstproces, de parkeerduurverdeling en de maximale wachttijdverdeling.

Het model is geïmplementeerd in het microsimulatiemodel ITS Modeller (ontwikkeld door TNO). Met dit model kunnen individuele bestuurders gemodelleerd worden in een netwerk en kunnen gedragsmodellen toegevoegd worden om de gevolgen van bijvoorbeeld verkeersmanagementmaatregelen of individuele ITS toepassingen te bepalen. De basis van het model is het netwerk van Assen en directe omgeving met verkeersvraag gebaseerd op het real-time verkeersmodel dat in het project is ontwikkeld door Goudappel Coffeng. Om het model in een microsimulatieomgeving werkbaar te maken, zijn diverse aanpassingen uitgevoerd, zoals het maken van een uitsnede uit het grotere netwerk en het samenvoegen van zones met erg lage verkeersvraag. Ook zijn in de kern van de ITS Modeller diverse softwareverbeteringen uitgevoerd om de parkeermodellering mogelijk te maken. Aan dit simulatiemodel is het parkeermodel toegevoegd. Dit model combineert op iteratieve wijze een stochastische toedeling met een toedeling aan parkeerplaatsen. Ook is er een zoekmodel geïmplementeerd in het geval er geen vrije parkeerplaats wordt gevonden op de gekozen parkeerlocatie. Het model onderscheidt twee gebruikersklassen zoals gevonden in de survey: degenen die eerst naar de eindbestemming rijden en dan gaan zoeken, en degenen die al eerder beginnen te zoeken. Daarnaast is een deel van de bestuurders uitgerust met de Smart Parking applicatie; deze bestuurders rijden direct naar een gereserveerde vrije parkeerplaats.

Tenslotte is een impact studie uitgevoerd met diverse scenario's met verschillende penetratiegraden en verschillende percentages bestuurders die niet bekend zijn bij de eindbestemming, voor een hoge verkeersdruk in de stad Assen met hoge parkeerdruk in het centrum. Hoewel dit niet de normale situatie is in Assen, is hiervoor gekozen om de potentiële effecten van de Smart Parking applicatie beter in beeld te kunnen brengen. De verkeerseffecten zijn bepaald aan de hand van indicatoren zoals gemiddelde reistijd. Voor een scenario waarin 20% van de bestuurders de Smart Parking applicatie gebruikt, en 15% van de bestuurders onbekend in Assen wordt verondersteld, leidt de Smart Parking applicatie tot een verbetering van de gemiddelde reistijd van alle voertuigen van 7%.

Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader van een afstudeeronderzoek, zie voor meer informatie Bijlage A. Meer resultaten en achtergrond worden op korte termijn gepubliceerd in een afstudeerrapportage.



Figuur 50: Afbeelding parkeren in Assen.

#### *Bluetooth reistijden*

In het Sensor City Mobility project is gepoogd de waarnemingen van de Bluetooth sensoren te gebruiken als input voor het Smart Routing algoritme. Er is hiertoe een applicatie ontwikkeld die iedere 5 minuten real-time reistijden tussen paren Bluetooth sensoren uitleest uit de database met gefuseerde verkeersgegevens (zoals ontwikkeld door Dysi), en deze omzet naar geschatte reistijden per link van het TeleAtlas netwerk. Voor alle links waar deze snelheid uitkomt onder een bepaalde drempelwaarde, werd dit opgeslagen en real-time doorgegeven aan het Smart Routing algoritme.

Hoewel de applicatie beschikbaar en real-time werkend is, bleek helaas na nadere analyse dat de kwaliteit van de reistijden bepaald uit de Bluetooth waarnemingen onvoldoende was om als input te kunnen dienen voor het Smart Routing algoritme.

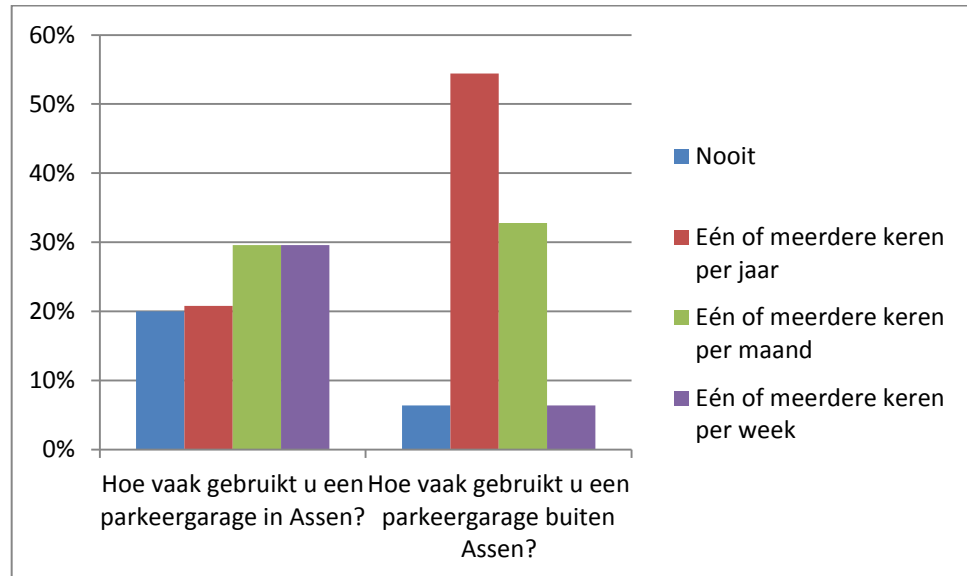
#### 5.3.3 *Resultaten parkeren potentie enquête*

Omdat de parkeerdienst niet beschikbaar is gemaakt voor deelnemers kan er niet gevraagd worden naar de ervaringen met de dienst. Om inzicht in het potentieel van de parkeerdienst te krijgen, zijn er enkele vragen over parkeren in parkeergarages in de vragenlijst opgenomen.

Als eerste is gevraagd naar frequentie waarmee parkeergarages binnen Assen gebruikt worden door de respondenten. 20% geeft aan nooit gebruik te maken te maken van een parkeergarage, onder meer doordat er altijd plek op straat beschikbaar is, of doordat de auto niet gebruikt wordt voor een rit naar het centrum van Assen. Van de overige respondenten geeft 30% aan één of meerdere keren per week, 30% één of meerdere keren per maand en 21% één of meerdere keren per jaar gebruik te maken van een parkeergarage in Assen.

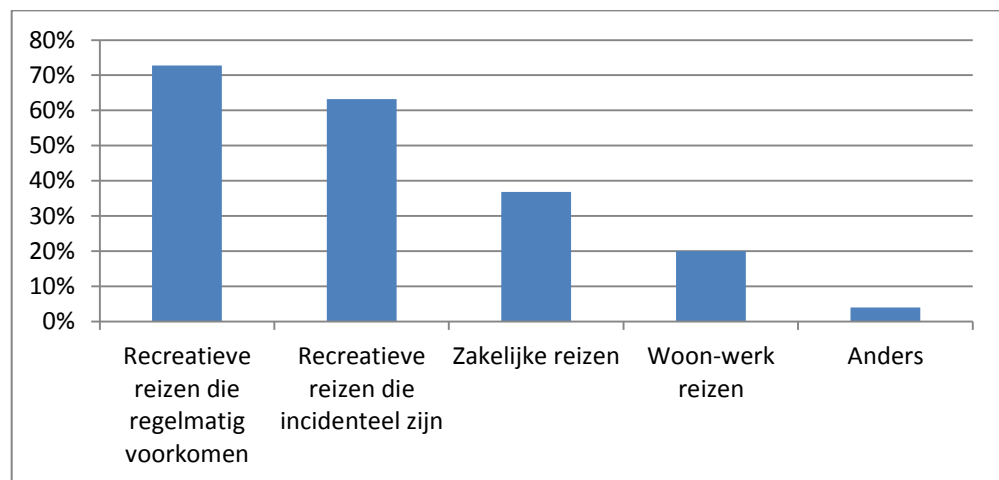


Dezelfde vraag is gesteld voor parkeergarages buiten Assen. Hieruit blijkt dat parkeergarages binnen Assen vaker gebruikt worden door de respondenten. Parkeergarages buiten Assen worden door het merendeel van de respondenten één of meerdere keren per jaar gebruikt. Figuur 51 geeft een overzicht van het gebruik van parkeergarages binnen en buiten Assen.



Figuur 51: Gebruik van parkeergarages binnen en buiten Assen.

Tenslotte is gevraagd naar de motivatie om parkeergarages te gebruiken. Hieruit blijkt dat parkeergarages het meest gebruikt worden voor recreatieve reizen (die regelmatig of incidenteel voorkomen). Voor zakelijke reizen of woon-werk reizen worden parkeergarages minder gebruikt. Zie Figuur 52 voor de resultaten.

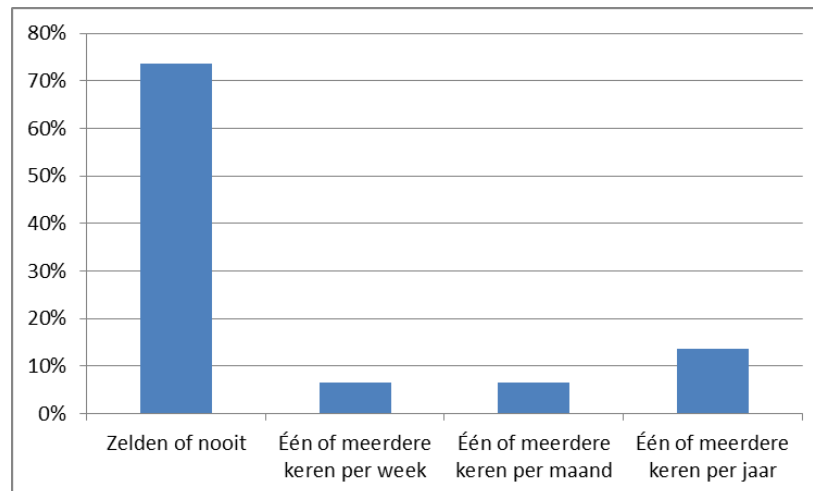


Figuur 52: Gebruik van parkeergarages voor verschillende soorten reizen.

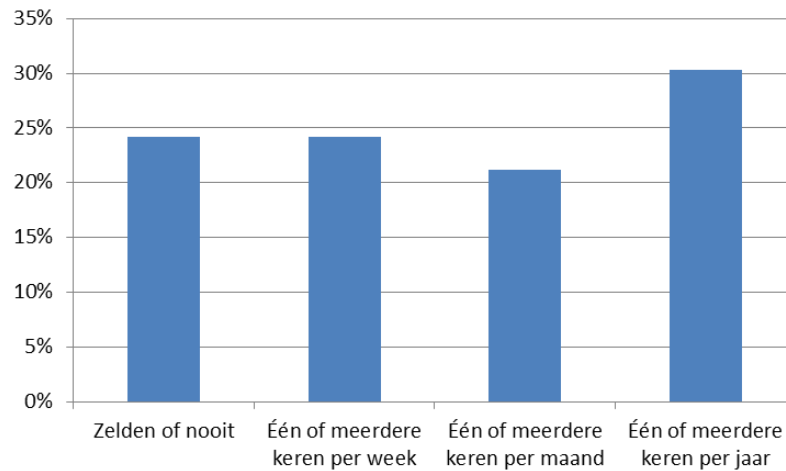
#### 5.4 Slimmer reizen (Multimodale reisassistent)

Via de tablet krijgt de gebruiker multimodaal reisadvies. Wanneer relevant wordt de gebruiker geïnformeerd over opties om over te stappen op het openbaar vervoer via een P+R. Onderzocht is of dit advies invloed heeft op de keuze om met de auto of het openbaar vervoer te reizen en hoe vaak gebruikers ervoor kiezen om over te stappen.

In de enquête zijn deelnemers gevraagd naar hun ervaringen met de dienst Slimmer Reizen. De dienst Slimmer Reizen was vanaf half november 2013 beschikbaar voor de deelnemers. Deze dienst gaf via de tablet de suggestie om over te stappen op het openbaar vervoer wanneer dit tijdswinst kon opleveren voor de reiziger. Respondenten zijn eerst gevraagd naar hun ervaringen met multimodale reizen en het gebruik van P+R locaties, zie Figuur 53. 74% van de respondenten geeft aan zelden of nooit de auto en het openbaar vervoer te combineren in één reis. Overige respondenten geven aan dit een of meerdere keren per week (6%), per maand (6%) of per jaar (14%) te doen. De meerderheid van de respondenten maken zelden of nooit een multimodale reis. In totaal hebben 33 van de 125 respondenten ervaring met multimodaal reizen. De ervaring met P+R locaties van deze 33 respondenten is erg verdeeld, zie Figuur 54. 24% geeft aan zelden of nooit gebruik te maken van een P+R locatie. De overige respondenten geven aan dit een of meerdere keren per week (24%), per maand (21%) of per jaar (30%) te doen.



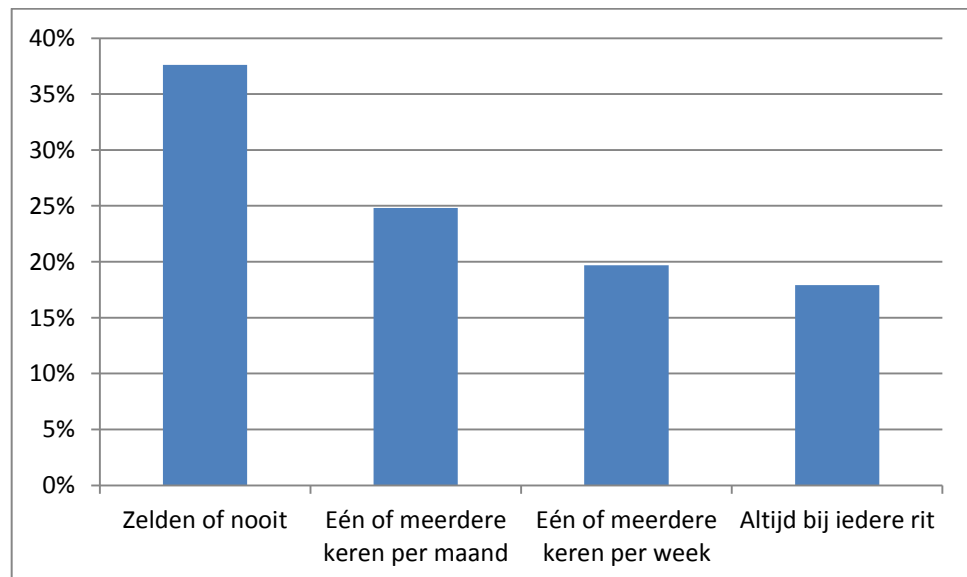
Figuur 53: Frequentie waarmee respondenten de auto en het OV in één reis combineren (n=125).



Figuur 54: Frequentie waarmee respondenten gebruik maken van een P+R locatie (n=33).

Vervolgens is gevraagd of de respondenten navigatie in de auto gebruiken, hierbij waren meerdere antwoorden mogelijk. Slechts 2% van de respondenten geeft aan helemaal geen gebruik te maken van navigatie in de auto. De overige respondenten geven aan een ingebouwde navigatie (30%), een losse navigatie (58%) of navigatie op de smartphone (43%) te gebruiken.

Deelnemers van het experiment kunnen alleen een multimodaal reisadvies ontvangen wanneer ze beschikken over de OBU en de tablet en tijdens de reis de tablet ook hebben aangezet (de OBU staat standaard aan). Uit de enquêteresultaten blijkt dat 6% van de respondenten niet beschikt over een OBU en tablet in de auto, dit zijn deelnemers aan het experiment die alleen de ReisAlarm app testen. Van de overige respondenten heeft 62% de tablet vaker dan één keer per maand aangesloten (zie Figuur 55).



Figuur 55: Frequentie waarmee deelnemers de tablet in de auto aansluiten.

Dit is de groep respondenten die de mogelijkheid heeft gehad om een multimodaal reisadvies te ontvangen via de tablet. Dit betekent nog niet dat deze groep respondenten ook allen tijdens één of meerdere reizen een multimodaal reisadvies heeft ontvangen. Er wordt namelijk alleen een advies aangeboden indien dit reistijdwinst voor de deelnemers kan opleveren (zie paragraaf 3.3).

Er is aan de respondenten, die de mogelijkheid hebben gehad om een multimodaal reisadvies te ontvangen via de tablet, gevraagd of zij via de tablet wel eens de suggestie hebben gekregen om over te stappen op het openbaar vervoer. Van deze 73 respondenten, geven acht respondenten aan dat zij wel eens een advies hebben gekregen om over te stappen op het openbaar vervoer.

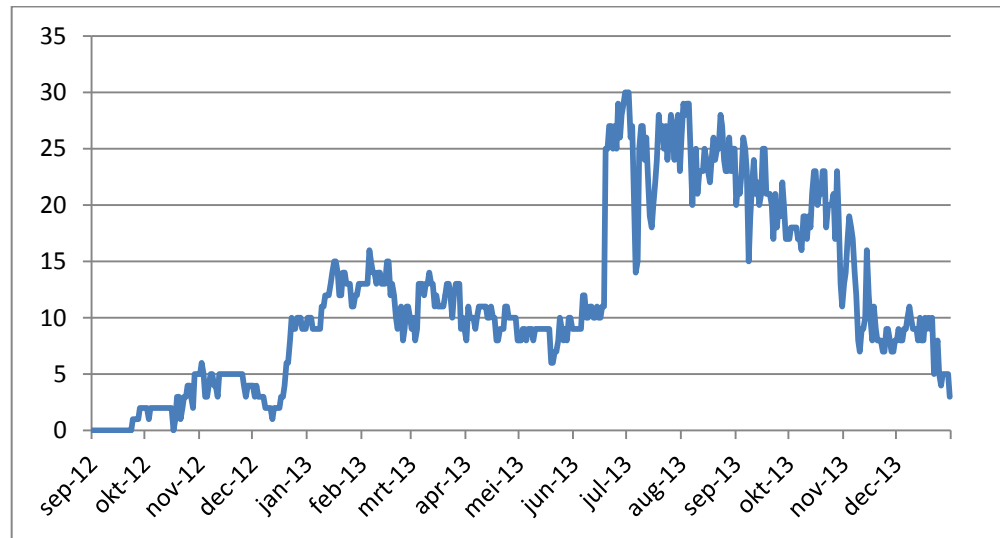
Aan deze acht respondenten is gevraagd wat ze van het reisadvies vonden. Het merendeel van de respondenten geeft aan dat de suggestie (zeer) duidelijk wordt weergegeven en dat ze de dienst aan anderen zouden aanbevelen. De eerste signalen over deze dienst zijn dus positief maar er is onderzoek onder een grotere groep (potentiële) gebruikers nodig om vast te stellen wat het potentieel van een multimodaal reisadvies is (bijvoorbeeld in termen van het aantal overstappen) en op welke aspecten de dienst verder ontwikkeld kan worden (bijvoorbeeld de wijze van presenteren en de informatiecomponenten). Uit de opmerkingen van de respondenten lijkt het erop dat het moment waarop het advies wordt gegeven (bijvoorbeeld de heen- of de terugreis) of de reisomstandigheden (bijvoorbeeld wel of geen carpoolers) van invloed kunnen zijn op de keuze van respondenten om het advies wel of niet op te volgen. Deze aspecten kunnen in vervolgonderzoek meegenomen worden.

## 5.5 ReisAlarm

De app ReisAlarm is geëvalueerd door middel van online enquêtes die zijn uitgestuurd naar de deelnemers (zie paragraaf 3.4). De enquêtes die tijdens het project zijn uitgestuurd over ReisAlarm, zijn gebruikt om de app te verbeteren. Deze paragraaf bevat de resultaten uit deze enquêtes. Aanvullend zijn de ervaringen van het technische testen van de enquêtemodule binnen de app ReisAlarm opgenomen. Deze paragraaf sluit af met een aantal technische bevindingen over de ReisAlarm app.

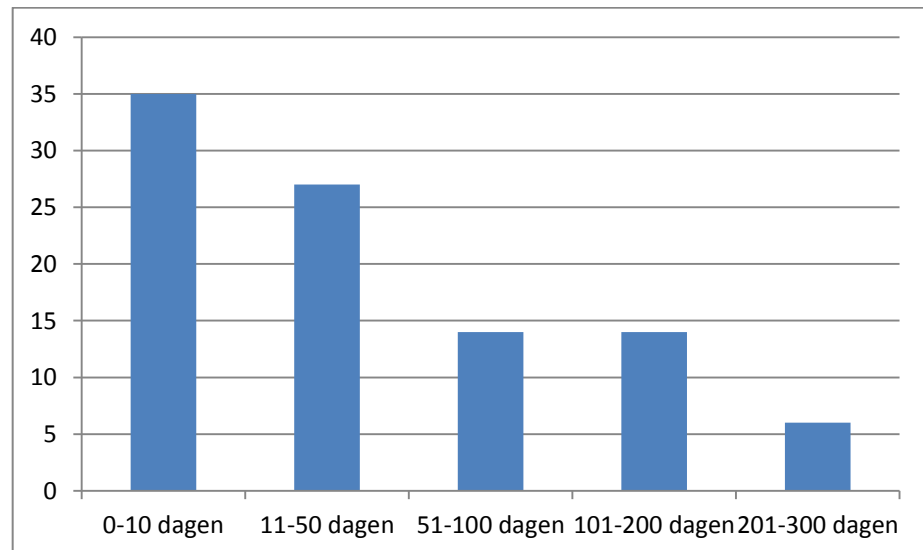
### 5.5.1 *Deelnemers en gebruik ReisAlarm*

De eerste versie van de app ReisAlarm is gelanceerd in september 2012. Sinds die tijd zijn er bijna honderd unieke deelnemers geweest die de app hebben getest. Iemand wordt een deelnemer genoemd als er data zijn ontvangen op een van de dagen waarop de app is geïnstalleerd. Er komt data binnen als iemand de app op zijn smartphone heeft staan (monitoren reisgedrag), dit betekent niet dat de deelnemer de app ook actief gebruikt (eventuele beïnvloeding door reisadvies). Deze Figuur 56 geeft aan hoeveel actieve deelnemers met ReisAlarm er zijn geweest over de looptijd van het experiment. De stijging in juni 2013 komt door de wervingsacties die in deze periode zijn uitgevoerd. Tegen het einde van het project heeft de app enkele technische problemen gehad bij een nieuwe release waardoor het aantal deelnemers is teruggelopen.



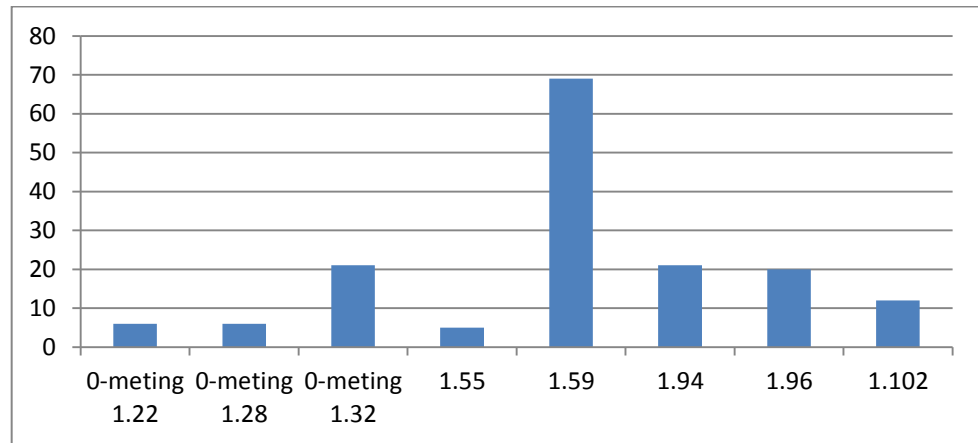
Figuur 56: Aantal actieve deelnemers met ReisAlarm per dag.

In Figuur 57 geeft een overzicht van het aantal deelnemers, gegroepeerd naar het aantal dagen waarop er van die deelnemers data is gelogd. Er zijn 35 deelnemers die ReisAlarm niet langer dan tien dagen hebben getest. Dit kan zijn doordat deelnemers geen behoefte hadden aan de app of mogelijk technische problemen hebben ondervonden. Er zijn ook twintig deelnemers waarvan gedurende het gehele experiment de app op meer dan honderd dagen data heeft gelogd.



Figuur 57: Aantal dagen dat er data is gelogd van deelnemers.

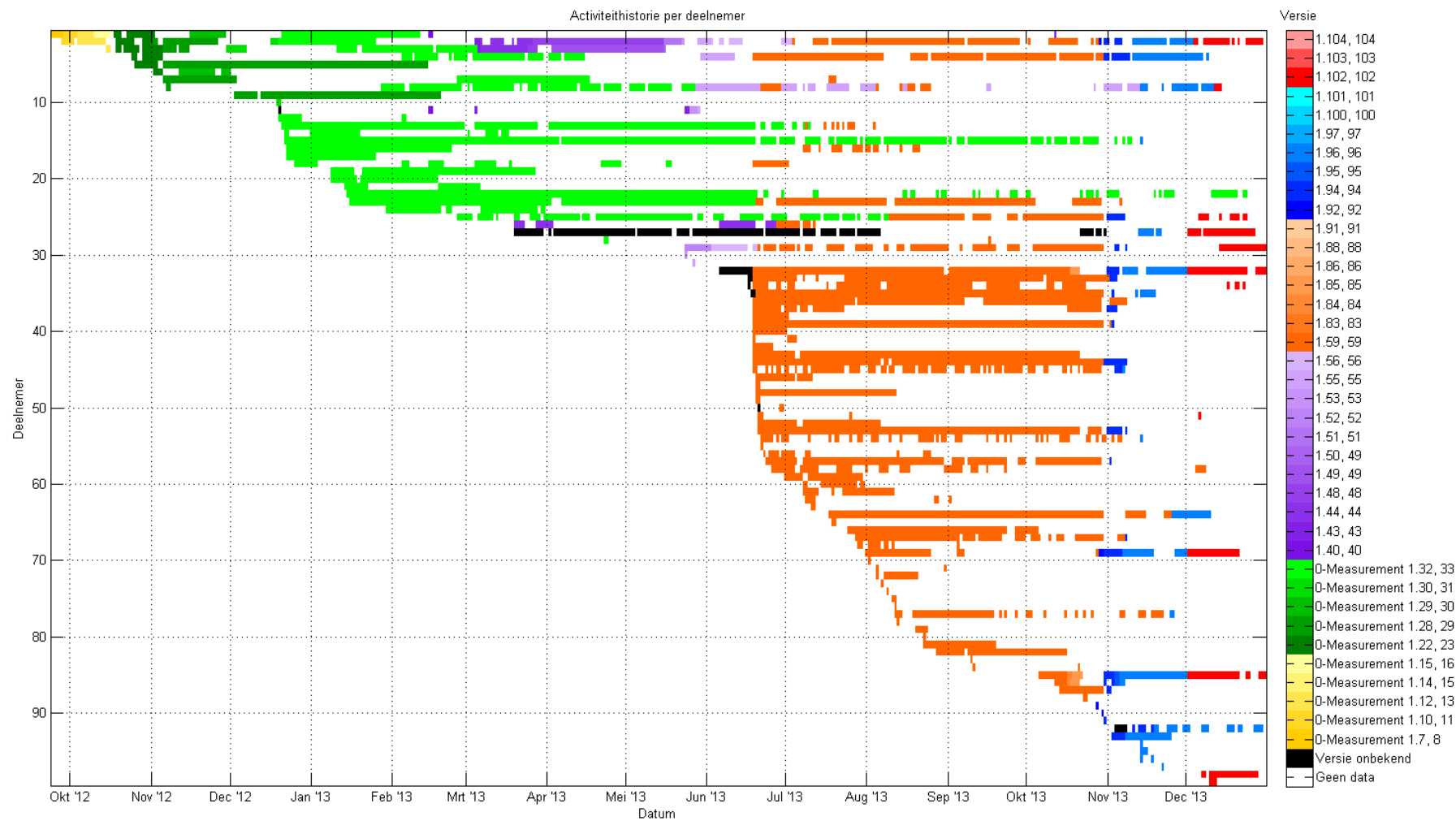
Gedurende de looptijd van het experiment zijn er verschillende versies van ReisAlarm uitgebracht. Figuur 58 geeft weer welke versies door meer dan vijf deelnemers zijn gebruikt. Versie 1.59 is de meest geteste versie van de app.



Figuur 58: Aantal deelnemers ReisAlarm per versie.

In Figuur 59 is het gebruik van ReisAlarm versies per deelnemer over de tijd te zien. Bij de start van het experiment was voorzien dat het effect van het reisadvies van ReisAlarm zou worden onderzocht door het reisgedrag tijdens een nulmeting (zonder reisadviezen) en tijdens de effectmeting (met reisadviezen) met elkaar te vergelijken. De eerste groep deelnemers (zie paragraaf 4.2) is daarom eerst uitgerust met de nulmetingversie van de app ReisAlarm. Deze app gaf geen reisadviezen maar hiermee werd wel het reisgedrag van de deelnemers in kaart gebracht. De nulmetingversie van de app is in Figuur 59 weergegeven in groen. Uit de feedback van de testdeelnemers bleek het teveel gevraagd van deelnemers om eerst een periode een app te installeren die voor hen geen nuttige functies bevat. Bovendien was het onzeker of het mogelijk was om significante verschillen in reisgedrag aan te tonen door ReisAlarm door de nulmeting met de effectmeting te vergelijken omdat er slechts bescheiden effecten op de reiskeuzes werden verwacht. De verwachting is namelijk dat het advies van ReisAlarm er aan bijdraagt dat reizigers hun vertrektijdstip optimaliseren en mogelijk zo af en toe voor een andere modaliteit kiezen. Er is daarom bij de uitrol naar de grote groep deelnemers voor gekozen om geen nulmeting uit te voeren.

In Figuur 58 en Figuur 59 is te zien dat de grootste groep deelnemers versie 1.59 heeft getest. Tijdens de periode dat versie 1.59 actief was, van eind juni tot eind oktober 2013, is per week bepaald hoe groot de groep deelnemers was die ReisAlarm heeft getest. Sommige deelnemers zijn na enkele dagen of weken gestopt met het testen van deze versie en er zijn in de loop van de tijd nog deelnemers bij gekomen. De samenstelling van de groep actieve deelnemers varieerde dus door de tijd heen. Het is gebleken dat de aanwas van nieuwe deelnemers onvoldoende was om te compenseren van het aantal deelnemers dat stopte met het testen van de app. In de periode van juli tot en met oktober is de omvang van de groep deelnemers die ReisAlarm testte gehalveerd (van 24 naar 12 deelnemers). Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de deelnemers geen behoefte hadden aan deze app (zie paragraaf 5.5.2). Een andere verklaring is dat een aantal deelnemers de app mogelijk heeft verwijderd toen zij op vakantie gingen. Het was namelijk niet erg eenvoudig om de datalogging van de app uit te zetten. Deelnemers die op vakantie gingen naar het buitenland en geen kosten voor roaming wilden betalen, hebben wellicht daarom de app verwijderd.



Figuur 59: Gebruik ReisAlarm versies per deelnemer over de tijd.

Verder is te zien dat versie 1.92, die begin november is uitgerold, ertoe heeft geleid dat veel deelnemers de app niet langer hebben getest. In die versie waren meerdere beoogde verbeteringen doorgevoerd waarbij bleek dat er technische problemen optraden. Achteraf gezien was de nieuwe versie nog niet stabiel genoeg en had deze versie beter later uitgerold kunnen worden.

### 5.5.2 *Ervaringen ReisAlarm*

Tijdens het experiment is er een enquête uitgevoerd onder de gebruikers van de app. Begin juli hadden 22 respondenten de app geïnstalleerd. Zeven respondenten hebben in de enquête aangegeven dat ze de app weer hebben verwijderd. Drie respondenten noemden als reden om de app weer te verwijderen het feit dat het ReisAlarm logo continu in de notificatiebalk aanwezig was. Ook was er iemand die was overgestapt op iPhone en één respondent gaf aan het batterijverbruik te hoog te vinden.

Er waren gedurende het gehele experiment voldoende deelnemers om de app technisch te testen en verder te ontwikkelen. Hierbij is in verschillende iteraties dankbaar gebruik gemaakt van de feedback van de deelnemers. Het aantal deelnemers kwam overeen met de verwachtingen. De app was tijdens het experiment nog volop in ontwikkeling en er waren diverse technische problemen die van invloed zijn geweest op het totaal aantal deelnemers dat de app heeft getest. Daarnaast bleek de verwachting dat de behoefte aan een app als ReisAlarm in Assen en omgeving bescheiden zou zijn, te kloppen. Doordat er in Assen en omgeving, vergeleken met de Randstad, relatief weinig files zijn, is er in deze regio minder behoefte aan een app die advies geeft op welk tijdstip iemand het beste kan vertrekken omdat de invloed van het vertrektijdstip op de totale reistijd minder groot is (zie ook paragraaf 5.5.3).

Van de 22 respondenten die de app ReisAlarm hadden geïnstalleerd, gaf 91% aan dat de installatie zonder problemen was verlopen. De installatie was voor 83% van de respondenten gelukt zonder de handleiding te raadplegen. 70% van de respondenten gaf aan dat hun algemene indruk van de app gemiddeld tot goed is en 74% beoordeelde de gebruiksvriendelijkheid van de app als gemiddeld tot goed. De aantallen deelnemers die de app hebben getest waren in dit experiment te laag om te bepalen of de app daadwerkelijk invloed heeft gehad op de reiskeuzes van de deelnemers.

Er is een aantal factoren dat van invloed is op het totaal aantal deelnemers dat de app ReisAlarm kan en wil gebruiken. Hieronder worden de factoren besproken die van invloed zijn op het totaal aantal deelnemers dat de app *kan* gebruiken (zie Figuur 60). De factoren die van invloed zijn op of een deelnemer de app ReisAlarm *wil* gebruiken (de behoefte voor deze app), worden besproken in paragraaf 5.5.3.





Figuur 60: Inzicht in de reizigers die kunnen krijgen van de app ReisAlarm.

De app ReisAlarm is getest door deelnemers uit Assen en omgeving. Het betrof auto-, OV en multimodale reizigers. Voorwaarde voor deelname was dat de deelnemers de beschikking moesten hebben over een Android smartphone versie 2.3 of hoger met data-abonnement. Ongeveer de helft van de deelnemers had geen smartphone of een smartphone zonder data-abonnement. Van de 100 deelnemers met een smartphone en een data-abonnement, beschikten 62 deelnemers over een Android smartphone, 32 over een iPhone, 3 over een Blackberry en 3 over een andere smartphone. Van de deelnemers met een Android smartphone beschikte 94% over een smartphone met versie 2.3 of hoger.

Van alle deelnemers met de ReisAlarm app zijn alle reizen gelogd. Voor deze logging maakte het niet uit of de deelnemers de app ook daadwerkelijk gebruiken of alleen op hun smartphone hadden geïnstalleerd. Uit de technische evaluatie is gebleken dat gemiddeld 30% van alle deelnemers (5 van de 18) waarvan de reisdata gelogd zijn (gemiddelden voor de periode juli-oktober), de agenda heeft gekoppeld. Deze deelnemers konden dus in potentie reisadvies ontvangen. Vervolgens zijn alleen reisadviezen gegeven voor de afspraken waarbij ook de locatiegegevens waren ingevuld in de agenda.

Er is een aantal belangrijke lessen geleerd voor het verder ontwikkelen van ReisAlarm en de onderliggende technologie:

- Een app zonder nuttige functies voor de gebruiker (nulmetingversie) kan eraan bijdragen dat deelnemers voortijdig stoppen met het experiment. Uit de enquêtevragen over reisinformatie apps in het algemeen (zie paragraaf 5.5.3) blijkt wel dat er mogelijk kansen liggen voor een app die alleen reisgedrag meet zonder dat deze nuttige functies voor gebruikers bevat. Hoe de app binnen een experiment wordt gepositioneerd (communicatie) is hierbij cruciaal.
- Doordat de app gebruikt kan worden door auto-, OV en multimodale reizigers is er in potentie een grote doelgroep. Veel apps zijn nog unimodaal.
- De app is laagdrempelig omdat steeds meer mensen over een smartphone beschikken, de app makkelijk in gebruik is en gratis ter beschikking werd gesteld.

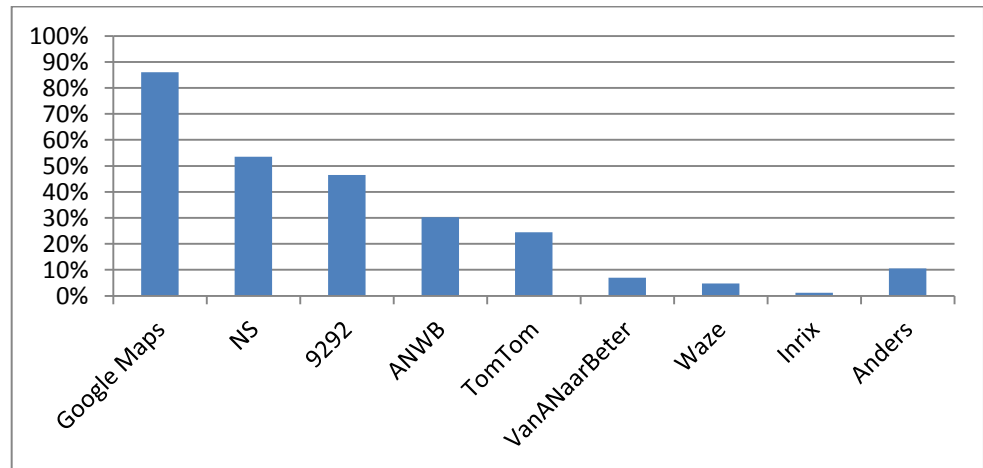
- Vrijwel alle mensen met de Android smartphone beschikken over een smartphone met versie 2.3 of hoger en een data-abonnement. Het wordt aanbevolen om ook in vervolgprojecten alleen de nieuwste en meest gangbare toestellen te ondersteunen in plaats van alle toestellen – hier dient een afweging gemaakt te worden tussen de moeite om de app compatibel te maken met oudere versies en de hoeveelheid reizigers die deze versies gebruikt.
- Er wordt aanbevolen om in vervolgprojecten een app ook beschikbaar te maken voor iOS.
- Doordat er meerdere manieren zijn gebruikt om locaties te meten (GPS, wifi etc.), kon het reisgedrag goed in kaart worden gebracht.
- Het koppelen van de agenda en het beschikbaar stellen van de volledige locatie informatie bij afspraken als voorwaarden om een reisadvies te krijgen bleek een barrière (zie ook de resultaten in paragraaf 5.5.3). In vervolgprojecten kan worden bekeken aan welke functionaliteiten de reiziger het meeste behoefte heeft.
- Zorg bij een nieuwe release dat deze meer dan voldoende goed getest is, een niet goed werkende versie betekent direct een daling in aantal (actieve) deelnemers. Software wordt verwijderd in tegenstelling tot hardware (in bijvoorbeeld de auto) dat altijd in het bezit blijft en dus makkelijk weer gebruikt wordt bij tijdelijk niet functioneren.

Aan de hand van de resultaten van de tussentijdse enquête is de app verbeterd. ReisAlarm is makkelijker en sneller in gebruik gemaakt, en de 'look en feel' (en logo) zijn geheel vernieuwd. Ook is er in de app zelf een tutorial opgenomen over het gebruik van de app. Daarnaast zijn er nieuwe opties toegevoegd. Het is makkelijker gemaakt om locaties van afspraken aan te passen, en het is mogelijk gemaakt voor een gebruiker om aan te geven dat hij/zij via een P+R locatie wil reizen. Ook een direct reisadvies naar een parkeergarage in de buurt van bestemming is nu mogelijk.

### 5.5.3 Resultaten potentie ReisAlarm

In de vorige paragraaf is besproken dat er verschillende factoren zijn die bepalen of reizigers de ReisAlarm kunnen gebruiken. Vanwege de beperkte omvang van de groep deelnemers die de app ReisAlarm heeft getest, was het niet mogelijk om op basis van de ervaringen van die deelnemers de potentie van ReisAlarm voor volgende projecten te bepalen. In de enquête zijn daarom aan alle deelnemers (ook de deelnemers die alleen de diensten op de OBU en tablet hebben getest) enkele vragen over reisinformatie apps voor smartphones in het algemeen opgenomen. De twintig respondenten die aangegeven hebben geen beschikking te hebben over een smartphone met data abonnement hebben deze vragen niet gekregen. De vragen zijn beantwoord door 105 deelnemers.

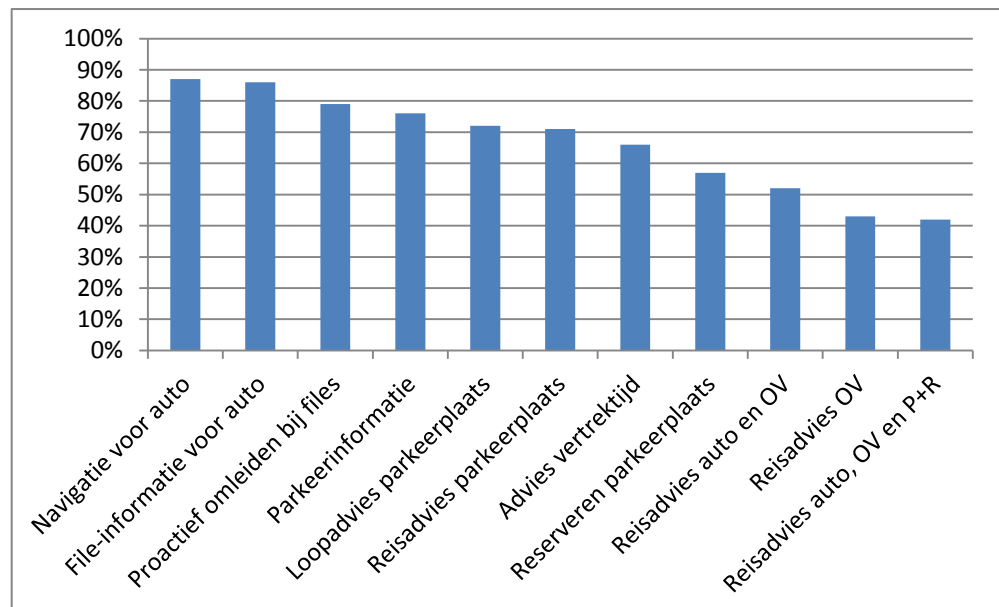
Een grote meerderheid van 82% van de respondenten gebruikt wel eens een reisinformatie app op de smartphone. De top drie van meest gebruikte apps is: (1) Google Maps, (2) NS en (3) 9292. Figuur 61 geeft aan wat de verdeling is over de beschikbare reisinformatie apps.



Figuur 61: Percentage van de respondenten dat een bepaalde reis informatie app gebruikt.

Van de respondenten die wel eens reis informatie apps gebruiken (n=86) vindt 88% de gebruikte app(s) (zeer) nuttig. 33% van de respondenten geeft aan één of meerdere keren per week de app te gebruiken, 52% één of meerdere keren per maand en 15% één of meerdere keren per jaar.

Voor verschillende functionaliteiten van reis informatie apps is de deelnemers gevraagd of zij die zouden gebruiken. Hier komt een soort waardering uit voor bepaalde functionaliteiten. De functionaliteiten die het meest gebruikt (zouden) worden zijn (1) navigatie voor reizen met de auto, (2) file informatie voor reizen met de auto en (3) proactief omleiden bij files. Figuur 62 geeft de volledige resultaten van deze vraag weer.

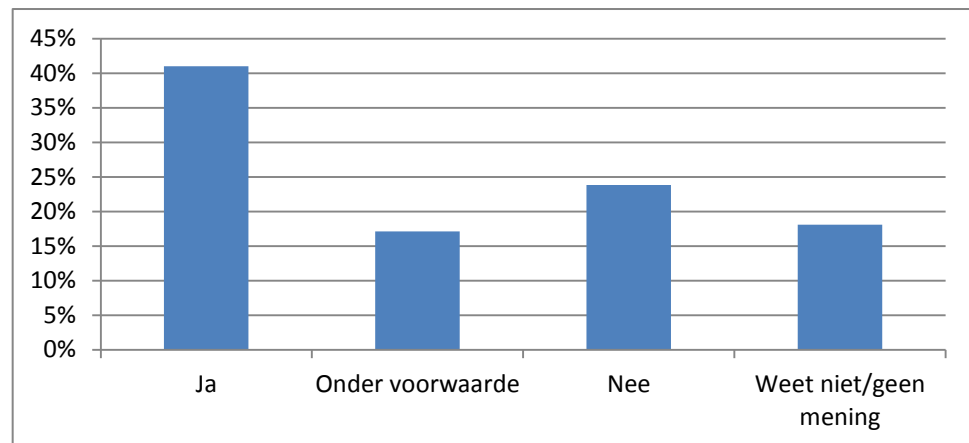


Figuur 62: Percentage respondenten dat functionaliteit reis informatie apps zeker/waarschijnlijk wel gebruikt of zou gebruiken.

Om ReisAlarm goed te laten werken op een smartphone is het belangrijk dat de agenda van de gebruiker is gekoppeld aan ReisAlarm. Daarvoor is het noodzakelijk dat de agenda beschikbaar is gemaakt op de smartphone. Dit kan op verschillende manieren gedaan worden, bijvoorbeeld door de standaard agenda app van de smartphone te gebruiken of door hiervoor een app te installeren. Van de respondenten geeft 45% aan voor de agenda de standaard app op de smartphone te gebruiken, 37% heeft een andere app geïnstalleerd en 18% heeft geen agenda gekoppeld.

Om goed reisadvies te geven is het daarnaast belangrijk dat de afspraken in de agenda een locatie hebben. Aan de deelnemers is gevraagd of ze het handig zouden vinden om voor alle afspraken in hun agenda een automatisch reisadvies te ontvangen. 22% van de respondenten geeft aan hier geen behoefte aan te hebben of het niet te weten. 14% van de respondenten geeft aan dat ze dit reisadvies voor elke afspraak handig zouden vinden en 64% geeft aan dat ze dit voor sommige afspraken zouden willen.

Ten slotte is de deelnemers gevraagd naar de bereidheid om een app te installeren die locatiegegevens bijhoudt zonder verdere functionaliteiten te hebben. Zie Figuur 63 voor de resultaten. 41% van de respondenten geeft aan hiertoe bereid te zijn en 17% onder bepaalde voorwaarden. Als voorwaarden worden vooral zaken gerelateerd aan privacy en anonimiteit genoemd. Dit geeft aan dat privacy een belangrijk issue is bij het aanbieden van diensten die gegevenslocaties van reizigers opslaan. Ook geeft een aantal respondenten aan dat ze een dergelijke app alleen voor een bepaalde periode zouden gebruiken.



Figuur 63: Bereidheid een app te installeren die locatiegegevens bijhoudt en verder geen functionaliteiten heeft.

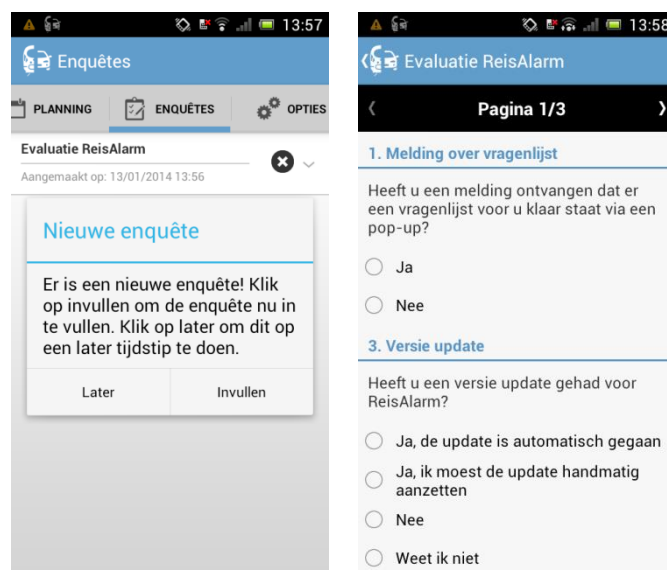
#### 5.5.4 Resultaten technische test enquêtemodule ReisAlarm

De ReisAlarm smartphone applicatie bevat een functie om gebruikers van de app een enquête voor te leggen die via de app kan worden ingevuld. Tijdens het experiment is geen gebruik gemaakt van deze functionaliteit. Echter, aan het eind van het experiment is getest of deze functionaliteit werkt.

Hiertoe is via de applicatie een enquête uitgestuurd naar enkele deelnemers van het experiment. De enquête werd vanuit een centrale back office 'over the air' gepusht naar veertien deelnemers. Vijf van de veertien deelnemers hebben de

volledige enquête ingevuld en opgestuurd. Het responspercentage ligt hiermee op 35,7%.

Uit deze technische test is gebleken dat alle verstuurdde enquêtes ook zijn aangekomen bij de deelnemers. Zij kregen een pop-up op hun smartphone dat er een enquête beschikbaar was. De gegevens uit de enquête worden verstuurd naar de back office als de deelnemers de enquête volledig afgerond hebben. Gedeeltelijk ingevulde enquêtes blijven voor deelnemers beschikbaar maar worden niet automatisch doorgestuurd naar de backoffice.



Figuur 64: Screenshots uit enquêtemodule ReisAlarm app.

De enquête die via de enquêtemodule is afgenomen bevatte een aantal vragen over deze module en een aantal vragen over het gebruik van en ervaring met de laatste versie van de ReisAlarm app. Op basis van vijf respondenten kunnen een aantal eerste indicaties worden afgeleid over de enquêtemodule. De resultaten over hun ervaring met ReisAlarm komen overeen met de resultaten zoals gepresenteerd in paragraaf 5.5.2. De vijf respondenten hebben allen aangegeven een melding op hun smartphone te hebben ontvangen dat er een enquête beschikbaar was. Deze melding werd door één respondent als storend ervaren (zie Figuur 64). De enquête was erop ontworpen dat het niet langer dan 2 minuten hoeft te duren om de enquête in te vullen. Alle respondenten waren over het invullen van de enquête via de app positief. Ook vonden alle respondenten de lengte van de enquête acceptabel.

Samenvattend wordt geconcludeerd dat de enquêtemodule, als onderdeel van de ReisAlarm applicatie, beschikbaar is en in volgende projecten breder kan worden ingezet.

#### 5.5.5 Resultaten technische evaluatie batterijverbruik ReisAlarm

Bij het ontwikkelen van reisinformatie apps voor smartphones is het batterijverbruik één van de uitdagingen. Over het algemeen geldt dat hoe frequenter er reisdata worden verzameld en hoe gedetailleerder die reisdata zijn, hoe hoger het

batterijverbruik is. Er is onderzocht hoe er zo goed mogelijk met deze trade-off omgegaan kan worden.

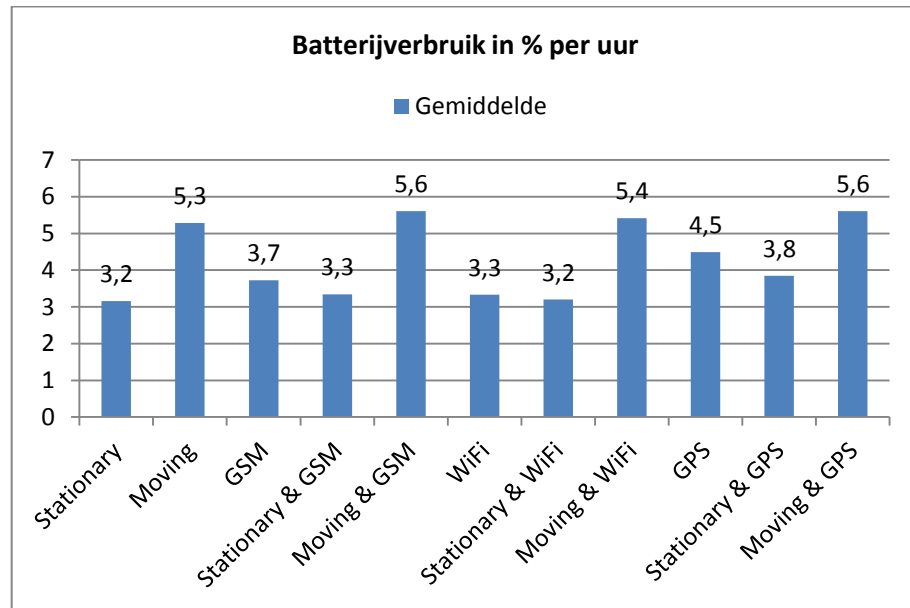
In de deelnemersenquête is in juli 2013 gevraagd naar de ervaring van deelnemers (in totaal 22 respondenten) met het batterijverbruik. De helft van de respondenten gaf aan het batterijverbruik van ReisAlarm neutraal of acceptabel te vinden. Ongeveer dertig procent vond het batterijverbruik (zeer) onacceptabel en ruim twintig procent heeft hier geen mening over. Dit resultaat was mede aanleiding om het batterijverbruik verder te onderzoeken en de app op dit vlak te verbeteren. Bij de nieuwere versies van ReisAlarm, is het batterijverbruik verbeterd (batterijverbruik is minder groot).

Naast de ervaringen van de deelnemers is het daadwerkelijke batterijverbruik van de smartphones van de deelnemers onderzocht (objectieve metingen als aanvulling op de subjectieve beleving van deelnemers) en welke parameters het meeste invloed hebben op het batterijverbruik.

Het blijkt dat het batterijverbruik behoorlijk kan variëren per type smartphone en per gebruiker. Het bleek lastig om het batterijverbruik van de ReisAlarm app te bepalen omdat dit sterk afhankelijk is van het type smartphone waar de app op staat, hoeveel andere apps op de smartphone staan die interactie met de ReisAlarm app kunnen hebben (omdat andere apps bijvoorbeeld ook GPS gebruiken) en hoe iemand zijn of haar smartphone gebruikt (veel of weinig bellen, internetten, etc.).

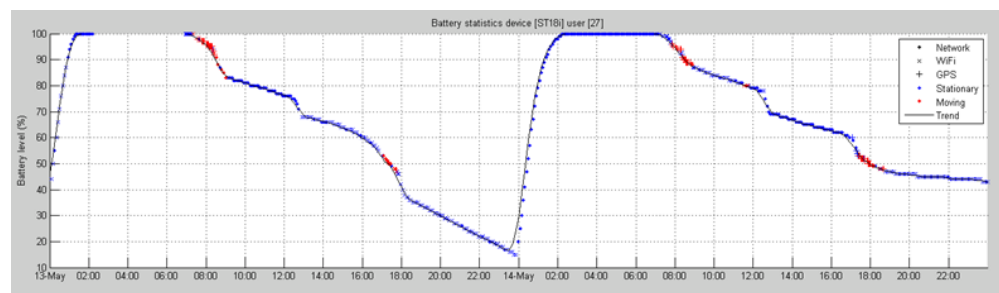
De app ReisAlarm heeft het totale batterijniveau van de smartphones van de deelnemers gemeten. Hierdoor is een goed beeld ontstaan van het gemiddelde batterijverbruik bij een groep deelnemers die de app gebruiken. Het batterijverbruik wordt bepaald door de bronnen die worden gebruikt voor de locatiebepaling; GSM, Wifi en GPS. Afhankelijk van de bronnen die op dat moment beschikbaar zijn, kunnen combinaties van bronnen worden gebruikt. Daarnaast maakt het uit of een deelnemer reist (moving) of niet reist (stationary). De verschillende combinaties worden weergegeven in Figuur 65. Eerst wordt het gemiddelde batterijverbruik getoond als iemand niet reist (stationary) en als iemand reist (moving), zonder een onderscheid te maken naar de verschillende bronnen die zijn gebruikt (dit bevat dus een mix van bronnen). Vervolgens wordt dit per bron getoond.

Het blijkt dat zonder ReisAlarm het batterijverbruik er gemiddeld toe leidt dat smartphones tussen de 17 en 23 uur zonder oplader gebruikt kunnen worden. De app ReisAlarm verlaagt het batterijniveau (het precieze batterijverbruik varieert per toestel en gebruiker) maar gemiddeld is het verbruik is dusdanig beperkt dat deelnemers de gehele dagperiode hun smartphone normaal konden gebruiken, mits zij dagelijks hun smartphone enkele uren oplaadden. Inmiddels zijn verdere optimalisaties ten aanzien van het batterijverbruik doorgevoerd.

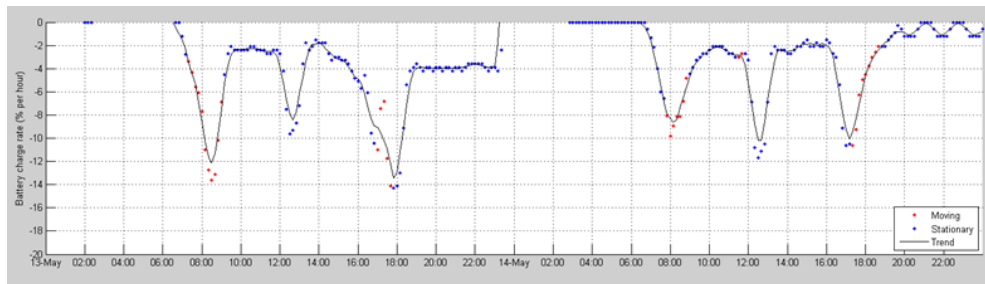


Figuur 65: Batterijverbruik in procenten (per uur) onder verschillende condities.

In Figuur 66: wordt ter illustratie het batterijverbruik van een willekeurige deelnemer op 13 en 14 mei 2013 getoond. Hierin is te zien dat deze deelnemer zijn smartphone rond twaalf uur 's nachts oplaadde op beide dagen en dat het batterijniveau vanaf acht uur 's ochtends gedurende de dag afneemt. In Figuur 67 wordt voor dezelfde periode getoond hoe snel het batterijniveau op elk moment afneemt. Hieruit is af te lezen dat in de perioden waarin er reizen worden gedetecteerd, in Figuur 66 aangegeven in rood (moving), het batterijniveau het snelst afneemt. Tijdens reizen neemt het batterijniveau met maximaal 10-12% af. Verder valt op dat er twee momenten zijn (13 mei rond 12.30 en 14 mei rond 12.30) dat het batterijverbruik ook een korte periode wat sneller daalt. Dit kan niet worden toegeschreven aan een reis. Waarschijnlijk zijn deze pieken in batterijverbruik niet door de app ReisAlarm maar door andere toepassingen veroorzaakt.



Figuur 66: Illustratie van het batterijverbruik van een smartphone van een deelnemer op 13 en 14 mei 2013.



Figuur 67: Illustratie van de snelheid waarmee het batterijniveau van een smartphone van een deelnemer afneemt op 13 en 14 mei 2013.

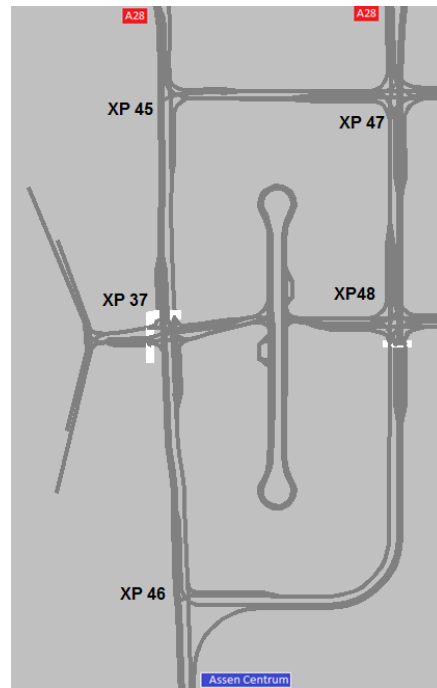
## 5.6 Adaptief verkeersmanagement

Om goed de verschillen tussen de huidige regeling op straat in Assen-Noord en een eventuele toekomstige netwerkregeling in kaart te brengen is een simulatiestudie uitgevoerd. Deze studie vergelijkt de huidige regeling op straat die met plansturing werkt met de netwerkregelingen Juno van TNO en Imflow van Imtech/Peek. In het vervolg van dit rapport zijn de regelingen geanonimiseerd, omdat het doel van de vergelijking niet was om de netwerkregelingen met elkaar te vergelijken maar vooral om de verschillen van een netwerkregeling in generieke zin met het huidige systeem in kaart te brengen.

In Figuur 68 is het simulatienetwerk afgebeeld met kruispuntnummering. De vier specifieke routes lopen van de beide op- en afritten van de A28 naar het centrum en vis versa. De route die over XP45–XP37–XP46 loopt heeft met 1390 voertuigen per uur de hoogste intensiteit in de avondspits. De route over XP47–XP48–XP46 is het kleinst van de vier met slechts 170 voertuigen per uur. De beide routes conflicteren echter wel met elkaar bij het kruispunt 46 en daar zal dus een beleidsafweging gemaakt moeten worden welke route het belangrijkste is.

Daarnaast valt in het netwerk ook op dat er slechts drie plaatsen zijn waar voetgangers en fietsers over kunnen steken, deze zijn in de figuur met wit aangegeven en bevinden zich bij kruispunt 37 en 48. Vooral de oost-west overstek over de hoofdrichting heeft in deze een grote invloed op de verkeersdoorstroming, zeker gezien de lange ontruimingstijd naar de drukste hoofdrichtingen toe.





Figuur 68: Netwerk voor simulatie, kruispuntnummers en belangrijke bestemmingen zijn toegevoegd. Witte wegen zijn voor voetgangers en fietsers.

#### Resultaten simulatie netwerkregeling

De resultaten op netwerkniveau zijn te vinden in Tabel 1.

Tabel 1: Resultaten op netwerkniveau.

Weggebruiker	Meting	Voorspellend regelen 1	Voorspellend regelen 2	Origineel	Half-Star in Imflow
Alle weggebruikers	Gemiddelde verliestijd per weggebruiker (s)	24.42	26.75	68.98	41.78
Alle weggebruikers	Gemiddeld aantal stops per voertuig (#)	0.83	0.92	2.87	1.03
Voetgangers	Gemiddelde verliestijd per voertuig (s)	18.03	20.98	47.37	34.45
Voetgangers	Gemiddeld aantal stops per voertuig (#)	0.83	0.91	1.32	0.94
Fiets	Gemiddelde verliestijd per voertuig (s)	17.07	15.78	15.02	26.41
Fiets	Gemiddeld aantal stops per voertuig (#)	0.89	0.76	0.72	0.88
Gemotoriseerd	Gemiddelde verliestijd per voertuig (s)	25.16	27.65	73.69	42.98
Gemotoriseerd	Gemiddeld aantal stops per voertuig (#)	0.82	0.93	3.09	1.05

De originele regeling scoort behalve bij de fietsers behoorlijk slechter. Wat ook opviel was dat de regeling bleef schakelen tussen het rustige en het drukke programma terwijl het verkeer precies zo was geconfigureerd als waarop het drukke programma was gebaseerd. De originele regeling is namelijk in 2005 op straat gegaan terwijl er in 2010 een aanzienlijke toename van verkeer verwacht werd. Daarom zijn er voor iedere klokperiode een rustig (situatie 2005) en een druk (verwachting 2010) programma gemaakt. Er wordt tussen deze twee programma's

geschakeld op basis van tellingen op belangrijke signaalgroepen in het netwerk. De enigen die echter van dit schakelen profiteerden waren de fietsers die dankzij een kortere cyclustijd bij het rustige programma minder lang hoefden te wachten. Voetgangers moesten vaak in het midden wachten door de kortere groentijden waardoor zij juist niet profiteerden van de korte cyclustijd. Dit schakelen tussen programma's kan ook een simulatieprobleem zijn en daarom zijn dezelfde plantijden ook ingevoerd als half-star programma in Imflow. Hier werd alleen het drukke programma in geprogrammeerd zodat er niet geschakeld kon worden. Dit gaf aanzienlijk betere resultaten dan het origineel, maar nog steeds waren de netwerkregelingen aanzienlijk beter. Tussen de twee netwerkregelingen onderling waren geen opvallende verschillen te zien, de een was gemiddeld genomen iets beter dan de ander. In Tabel 2 zijn de resultaten op routeniveau te zien.

Tabel 2: Resultaten op routeniveau

Route	Meting	Voorspellend regelen 1	Voorspellend regelen 2	Origineel	Half- Star in Imflow
Centrum naar Groningen	Verliestijd (s)	20.1	17.6	71.0	23.6
	Stops (#)	0.64	0.57	3.68	0.67
	Aantal voertuigen (#)	794	794	734	784
Centrum naar Hoogeveen	Verliestijd (s)	31.9	22.7	127.9	30.9
	Stops (#)	1.05	0.77	6.54	0.77
	Aantal voertuigen	514	512	459	517
Groningen naar Centrum	Verliestijd (s)	19.9	18.0	52.7	28.2
	Stops (#)	0.59	0.53	1.55	0.67
	Aantal voertuigen	1355	1356	1240	1353
Hoogeveen naar Centrum	Verliestijd (s)	39.3	51.5	129.0	130.6
	Stops (#)	1.52	2.02	4.39	2.65
	Aantal voertuigen	163	166	166	165

Bij de routes valt op dat de originele regeling ook daar slecht presteert, dat is voor een groot deel te wijten aan het feit dat het groen van de groene golven niet lang genoeg was voor de hoeveelheid verkeer. Bij de rijen in de tabel waar het aantal voertuigen staat is dat ook goed terug te zien, de capaciteit was simpelweg onvoldoende om de verkeersvraag af te handelen. Hierdoor bouwden files op bij alle routes wat voor extra stops en vertraging zorgde. Bij een gegarandeerde starre groene golf zou men minder stops verwachten, maar door de filevorming moesten voertuigen meerdere keren wachten voor het eerste licht op hun route. Daarna hoefde er meestal niet meer gestopt te worden.

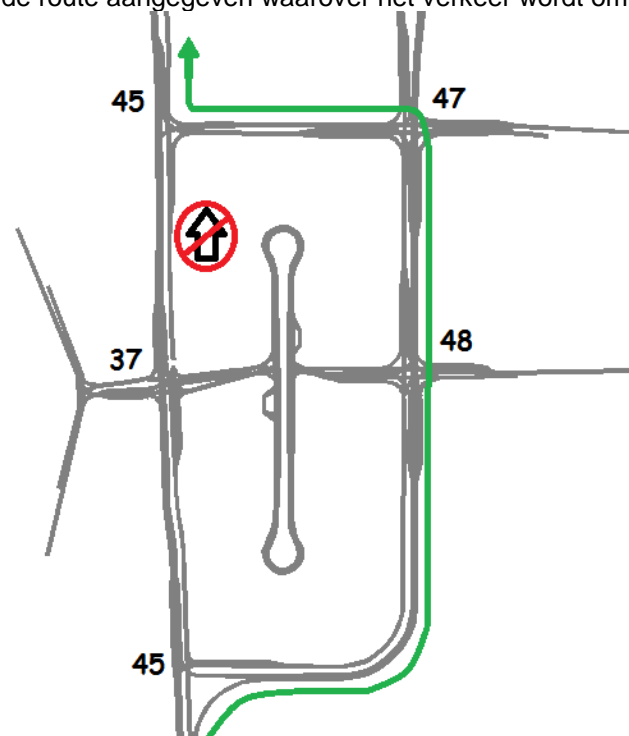
Dit principe van de gegarandeerde groene golf zagen we ook terug bij de half-starre regeling in Imflow. Behalve bij kruispunt 46, waar twee routes elkaar kruisen ontstond er daar geen file. Wel moesten voertuigen veel vaker stoppen aan het begin van de route, omdat het licht daar geen rekening hield met wanneer pelotons aankomen en zich strak aan de gesynchroniseerde planning houdt. De netwerkregelingen probeerden echter ook bij het eerste verkeerslicht op een route actief te voorkomen dat mensen moeten stoppen. Hierdoor zijn de netwerkregelingen op bijna alle routes beter dan het half-starre plan in Imflow,

zowel in aantal stops als in vertragingstijd. Alleen de route vanuit het centrum richting Hoogeveen is bij de eerste netwerkregeling iets slechter. Dat komt doordat deze conflicteert met de route van Hoogeveen naar het Centrum en de eerste netwerkregeling deze route juist weer veel beter bedient. Een kleine configuratiewijziging zou beide routes beter kunnen maken dan het origineel in Imflow.

Hetzelfde zien we ook als we de beide netwerkregelingen vergelijken met elkaar, regeling 2 is beter dan 1 op drie van de vier routes, maar doet het minder goed op de vierde. Ook het verkeer in de zijrichtingen blijft iets langer staan bij regeling 2, waardoor het gemiddelde over al het verkeer toch iets minder goed uitpakt. Dit lijken echter vooral "smaak" verschillen in configuratie en veel meer werk zal nodig zijn om hiervoor te compenseren en een goede vergelijking te doen.

#### *Resultaten adaptief verkeersmanagement*

Het werk op straat aan adaptief verkeersmanagement zal nog uitgevoerd worden. In simulatie zijn er echter al wel resultaten behaald. Om de effecten duidelijk zichtbaar te maken is een onverwacht een deel van het netwerk geblokkeerd om te zien hoe het systeem hierop reageert. In de onderstaande figuur is het netwerk afgebeeld en is aangegeven welk deel van het netwerk geblokkeerd is. Met de groene pijl wordt de route aangegeven waarover het verkeer wordt omgeleid.



Figuur 69: Vissim netwerk van Assen-Noord met geblokkeerd wegvak

De route die geblokkeerd is, heeft een verkeersaanbod van 500 voertuigen per uur, terwijl de alternatieve route al 790 voertuigen per uur had. Daarnaast is er ook nog lokaal verkeer van het kruispunt waar de blokkade start en eigenlijk in noordelijke richting wil gaan. Dit verkeer, zo'n 50 voertuigen per uur, zal echter eerst naar het zuiden moeten om vervolgens de alternatieve route op te pakken. Hierdoor wordt de alternatieve route dus aanmerkelijk drukker. In de situatie zonder adaptief verkeersmanagement wordt er actief op coördinatie gestuurd bij de vier

hoofdroutes; noord-zuid en zuid-noord op de kruisingen 47-48 en op 45-37-46. Coördinatie is echter niet voorzien voor de laatste 2 bewegingen op de alternatieve route: linksaf bij kruising 47 en rechtsaf bij kruising 45.

Wanneer er geen incidenten zijn, werkt de regeling het beste wanneer er alleen gestuurd wordt op coördinatie van de hoofdrichtingen, andere richtingen kunnen gecoördineerd worden, maar dat gaat ten koste van flexibiliteit en wordt dus afgeraden tenzij er beleidsmotieven voor zijn. De voordelen wegen niet op tegen de nadelen.

Echter in het geval van dit incident, detecteert het adaptief verkeersmanagement systeem een grote verkeersvraag voor linksaf bij kruising 47 en rechtsaf bij kruising 45. In de operationele fase zou deze informatie afkomstig van het Omnitrans model moeten zijn, in simulatie wordt aangenomen dat het model dit redelijk nauwkeurig kan aanleveren en dus wordt de verwachte verkeersvraag direct via configuratie aan het systeem doorgespeeld. De opvallende resultaten met en zonder adaptief verkeersmanagement zijn samengevat in onderstaande tabel:

Meting	Normaal	Met AVM	Half-star
Gemiddelde verliestijd netwerk	35.4	33.1	68.9
Gemiddeld aantal stops netwerk	0.91	0.84	1.65
Gemiddelde verliestijd alternatieve route	42.3	28.2	63.6
Gemiddeld aantal stops alternatieve route	1.11	0.79	1.58
Gemiddelde verliestijd 47 noord-zuid	18.1	26.2	31.1
Gemiddelde verliestijd 47 zuid-west	19.5	11.3	20.5

Tabel 3: Resultaten bij een blokkade van een wegsegment voor adaptief verkeersmanagement

De totale verliestijd neemt met 7% af en het aantal stops zelfs met 8%. Dit effect is puur bereikt door betere coördinatie, er is geen extra prioriteit op de alternatieve route gezet, aangezien het actieve beleid coördinatie op de drukste routes voorschrijft en geen extra prioriteit. In de uitgangssituatie zijn er ook geen files, de capaciteit is dus niet veranderd.

Door adaptief verkeersmanagement wijzigen de instellingen voor in totaal 3 signaal groepen. Linksaf op kruispunt 47 en rechtsaf op 45 maken deel uit van de alternatieve route en worden verbeterd door de coördinatie. Dit is duidelijk terug te zien in de resultaten met forse reducties in verliestijd en aantal stops tot wel 40%. Echter, de noord-zuid richting van kruispunt 47 naar 48 lijdt hieronder. Omdat de linksaf beweging van de alternatieve route (zuid-west) hiermee conflicteert, wordt er minder groen gegeven en gaat de verliestijd daar omhoog met 44%. Echter omdat er hier maar 188 voertuigen per uur rijden tegen 755 per uur die op de conflicterende linksaf beweging. Hierdoor is deze toename minder belangrijk voor de prestaties van het totale netwerk.

De originele half-starre regeling (zoals in Imflow geconfigureerd om onnodig schakelen te voorkomen) doet het erg slecht wanneer er een wegsegment geblokkeerd is. Dit komt omdat er nu regelmatig verkeer op kruispunt 45 linksaf slaat van noord naar oost. Dit conflicteert met de richting die ook in de situatie zonder blokkade eigenlijk ook al te weinig groen kreeg, waardoor daar nog minder groentijd komt en de gemiddelde vertraging oploopt tot meer dan 5 minuten. Op kruispunt 47, waar de grootste veranderingen zijn, komen er echter minder

problemen voor dan misschien verwacht zou worden, omdat er flexibiliteit in het half-starre programma zit voor die richting.

#### *Conclusie*

Voorspellend regelen (wat zowel Juno als Imflow doen) levert een duidelijke verbetering ten opzichte van het huidige plangestuurde programma in Assen-Noord (een op basis van half-starre regelingen gerealiseerde groene golf). Vanwege mogelijke simulatieproblemen met de oude regelingen is er ter controle ook een simulatie gedaan met het half-starre plan in Imflow zodat er met zekerheid gezegd kan worden dat een netwerk regeling de situatie fors zal verbeteren.

Observaties wezen uit dat als voertuigen bij een half-starre regeling eenmaal het eerste kruispunt op de route voorbij zijn, dat er daarna bijna nooit meer gestopt hoeft te worden, maar dat voordeel weegt niet op tegen de extra flexibiliteit van de voorspellende regelingen. Bij de eerste kruising moet er namelijk veel meer gestopt worden. De voorspellende regelingen houden namelijk het aantal stops op de belangrijke routes ver onder de 1.0 gemiddeld en in bijna alle gevallen lager dan de half-starre regeling in Imflow. Voor drie van de vier rijrichtingen neemt de verliestijd bij voorspellend regelen met gemiddeld ruim 65% procent af ten opzichte van de huidige regeling.

Daarnaast zijn voorspellende regelingen robuuster wanneer het verkeersaanbod verandert. Als een zijrichting door bijvoorbeeld vestiging van een nieuw groot bedrijf een stuk drukker zou worden, zal hiervoor niet het programma opnieuw geconfigureerd hoeven te worden. Ook wordt er per definitie beter geregeld in situaties die niet precies onder de verkeersvraag van ochtendspits, avondspits, dal, nacht of file vallen (dat zijn de programma's in het huidige systeem). Het huidige systeem was zelf sterk in het voordeel met deze simulaties, want het verkeersaanbod was gelijk aan het aanbod waarop het drukke programma was gebaseerd.

Er zijn verschillen door verschillende configuratie "smaken" tussen prioriteit voor verkeer op hoofdrichting of voor de zijrichting. Ook zijn er verschillen tussen de routes, waardoor er niet duidelijk te zeggen is of Juno of Imflow beter is. Daarvoor zou veel meer werk nodig zijn om de configuraties gelijk te trekken. De beoordeling zal ook gedetailleerder moeten, wat is bijvoorbeeld meer gewenst en in welke mate, is 1 seconde minder verliestijd op de drukke hoofdroutes meer waard dan 2 seconde minder wachttijd bij de zijrichtingen?

Wel is in ieder geval duidelijk dat beiden een zeer grote verbetering leveren tegenover het huidige systeem. Als daarbij wordt gevoegd dat het systeem ook veel robuuster is voor veranderende verkeersvraag, lijkt dit een goede keuze waarmee de gemeente zonder zorgen over het verkeer in Assen-noord de toekomst tegemoet kan zien!

## 6 Conclusies en aanbevelingen

### 6.1 Conclusies

In het project Sensor City Mobility zijn innovatieve verkeersinformatie- en verkeersmanagementdiensten ontwikkeld. Voor gepersonaliseerde, actuele reisinformatiediensten is gedetailleerde informatie van hoge kwaliteit nodig. In het project is aangetoond dat deze informatie kan worden verkregen door fusie van data uit verschillende bronnen waaronder bronnen die deel uitmaken van het sensornetwerk dat gerealiseerd is in Assen en door het gebruik van dynamische verkeersmodellen. Belangrijk voor het onderzoeken en ontwikkelen van de diensten was het praktijkexperiment wat in 2013 is uitgevoerd. Ruim honderdvijftig deelnemers hebben verschillende diensten getest. De deelnemers kregen hiervoor in hun auto een On Board Unit (OBU) en tablet geïnstalleerd en/of een app op hun smartphone. De deelnemers hebben, zonder dat daar een beloning tegenover stond, zeer enthousiast, betrokken en geïnteresseerd deelgenomen aan het project. Dit bleek onder andere uit een hoge response op enquêtes. Evaluatie van de diensten is op verschillende manieren gebeurd: onderzoek naar de technische prestaties van de diensten, en analyses op basis van objectieve data (bijvoorbeeld data uit de smartphone) en subjectieve data (bijvoorbeeld enquêtes). Hiermee is inzicht verkregen over het gebruik van de diensten, effect van de diensten op reiskeuzes, acceptatie, tevredenheid, etc.

De **Rijstijlmonitor** laat op de OBU zien aan de bestuurder van de auto een rijstijlindicator zien die een relatie heeft met hoe veilig hij of zij rijdt. Deze feedback op de rijstijl van automobilisten heeft in de praktijk daadwerkelijk geleid tot een aanpassing van het rijgedrag, en de dienst is door deelnemers positief gewaardeerd. Ongeveer de helft van de deelnemers heeft vaak naar de feedback in de auto gekeken en vond de informatie nuttig. De deelnemers die hebben aangegeven hun gedrag te hebben aangepast, geven aan vooral minder hard te zijn gaan rijden.

De dienst **Navigatie plus** bestaat uit parkeren en navigatie in Assen via de tablet (inclusief Smart Routing waarbij voor de geadviseerde routes rekening wordt gehouden met reistijdvoorspellingen, de verkeersdrukke in de gehele regio en de beschikbare en qua reistijd nagenoeg vergelijkbare routes). Deze dienst is technisch gerealiseerd maar niet in de praktijk getest door deelnemers, vanwege vertragingen in het project. Wel zijn er enquêtevragen over het concept gesteld. Smart Routing lijkt een dienst met potentie: er is een groep reizigers bereid om een kleine toename in reistijd te aanvaarden als dit de reistijd van alle weggebruikers verbetert. Ook de parkeerdienst heeft potentie; in simulaties is berekend dat voor een scenario waarin 20% van de bestuurders de Smart Parking applicatie gebruikt en 15% van de bestuurders onbekend in Assen wordt verondersteld, het gebruik van de Smart Parking applicatie leidt tot een verbetering van de gemiddelde reistijd in de stad van alle voertuigen van 7%.

Gebruikers van **Slimmer reizen** hebben een tablet met in-car navigatie dat multimodaal reisadvies biedt wanneer dat relevant is (dat wil zeggen dat er overstappen van auto op openbaar vervoer de totale reistijd reduceert); de gebruiker wordt dan geïnformeerd over de opties om over te stappen op het

openbaar vervoer via een P+R. Vanwege de verkeerssituatie in en rond Assen is het niet vaak voorgekomen dat de deelnemers aan het praktijkexperiment daadwerkelijk een advies hebben gekregen om over te stappen op het openbaar vervoer. De deelnemers die ervaring hebben opgedaan met deze dienst gaven aan dat de suggesties duidelijk werden weergegeven en dat ze de dienst ook aan anderen zouden aanbevelen.

**ReisAlarm** is een app voor op de smartphone waarmee het reisgedrag van reizigers wordt onderzocht en voorspeld (door monitoring van de locaties) en die reizigers vertelt wanneer zij het beste kunnen vertrekken om op tijd te komen voor hun afspraak. Daarnaast toont de app reisinformatie voor verschillende reismodalen (auto, openbaar vervoer of een combinatie daarvan, inclusief P+R). De meest actuele informatie wordt altijd getoond en er komt een melding als er iets is gewijzigd. De app ReisAlarm is getest door ongeveer honderd deelnemers. Het blijkt mogelijk om het reisgedrag van gebruikers nauwkeurig in kaart te brengen zoals de vertrektijdstoppen, de lengte van de reis en de duur van de reis. Ook is het technisch mogelijk om automatisch te detecteren of een reis met de auto of de trein is uitgevoerd. Tachtig procent van alle deelnemers met een smartphone gebruikt wel eens reisinformatie apps. Er blijkt vooral behoefte aan navigatie en fileinformatie en omleiden bij files.

Op het vlak van **Dynamisch verkeersmanagement** is allereerst gewerkt aan een beleidsvoorstel voor dynamisch verkeersmanagement in de gemeente Assen. Dit voorstel is nog niet overgenomen door de gemeente Assen. Daarnaast is een concept uitgewerkt voor het begrip netwerkmanagement, hetgeen heeft geleid tot een architectuur en bijbehorende systeemcomponenten van route georiënteerd verkeersmanagement. Ten slotte is er een online verkeersmodel ontwikkeld en operationeel gemaakt voor Assen en omgeving. In dit model wordt op basis van ingewonnen data door het sensornetwerk een schatting gemaakt van de actuele verkeerssituatie, en daarmee wordt een korte termijn verkeersverwachting gemaakt. Het online verkeersmodel is geschikt voor verkeersmanagement- en navigatiedoelstellingen, omdat op adaptieve wijze met verwachte verkeerssituaties om kan worden gegaan (in plaats van reactief reageren op ontstane situaties) en kan worden ingezet voor evaluatie- en monitoringsdoelstellingen.

**Adaptief verkeersmanagement** gaat om het bijsturen van verkeersregelinstanties aan de hand van actuele informatie. Testlocatie in Assen was het netwerk in Assen-Noord. In simulaties is aangetoond dat voorspellend regelen (dynamisch en adaptief) een duidelijke verbetering in de verkeersafwikkeling oplevert ten opzichte van het huidige plangestuurde (statische) programma in Assen-Noord. Zo nam bij voorspellend regelen op de 4 routes de gemiddelde verliestijd af met ongeveer 60% ten opzichte van het huidige programma. Daarnaast zijn voorspellende regelingen robuuster wanneer het verkeersaanbod verandert. Wanneer ook de configuratie met adaptief verkeersmanagement actief wordt bijgestuurd, dan is het netwerk nog robuuster bij onverwachte situaties, zoals bleek uit een simulatie waar een wegsegment was geblokkeerd.

Het project Sensor City Mobility is uitgevoerd door een consortium van veertien partijen uit overheid en bedrijfsleven, en hiernaast is een publiek-private samenwerking opgezocht door brede maatschappelijke samenwerking met onder andere diverse Assense werkgevers en het Drenthe college. De projectpartners

hebben tijdens een procesevaluatie van het project geconcludeerd dat er onder de projectpartners in het consortium voldoende expertise aanwezig was voor de uitvoering van het project, en dat het project voldoende heeft opgeleverd. Veel projectpartners willen zeker nog een keer samenwerken met meerdere andere partners uit het consortium. De projectpartners gaven aan dat het uitvoeren van dit project een leerzame ervaring is geweest waarvan ze zowel inhoudelijke als meer procesmatige inzichten meenemen naar volgende projecten. Voor vergelijkbare toekomstige projecten zijn een aantal aanbevelingen geformuleerd die zijn opgenomen in de volgende paragraaf.

## 6.2 Aanbevelingen

In deze paragraaf worden de belangrijkste aanbevelingen samengevat. De aanbevelingen zijn onderverdeeld in technische aanbevelingen, aanbevelingen voor de verdere ontwikkeling en toepassing van diensten, aanbevelingen voor een praktijkexperiment en aanbevelingen voor samenwerking in een ontwikkelingsproject.

### *Technische realisatie*

De technische realisatie steunt op drie pijlers; hardware/ software, integratieplatform en diensten. Het wordt aanbevolen om op het vlak van de technische architectuur in ieder geval één van de drie pijlers vast te zetten in termen van scope en ontwerp. Het is niet wenselijk wanneer alle drie de pijlers nog in ontwikkeling zijn. Beter is om hooguit twee van de drie pijlers te ontwikkelen in een innovatietraject.

Het eindbeeld van het project Sensor City Mobility was een gesloten keten van het meten van het gedrag van reizigers om dit gedrag vervolgens te beïnvloeden en vervolgens het aangepaste gedrag weer te meten etc. Doordat het sensornetwerk later is opgeleverd dan bij aanvang van het project was voorzien, is over een kortere periode data gefuseerd en konden niet alle diensten door deelnemers worden getest. Het eindbeeld van de gesloten keten is als proof of concept gerealiseerd. Het wordt aanbevolen om het concept van een gesloten keten in een vervolgpriject vollediger in de praktijk te toetsen met een groter aantal deelnemers (meer dan 150).

### *Diensten*

Voor de verdere ontwikkeling van de diensten zijn de volgende aanbevelingen geformuleerd:

- Om het effect van de **Rijstijlmonitor** nog verder te versterken wordt aanbevolen om de feedback die wordt gegeven aan de gebruikers eenvoudiger en makkelijker te interpreteren te maken en de gebruikers concrete handvatten te geven om de veiligheid van hun rijstijl te vergroten.
- Aangezien de proof of concept van de dienst **Navigatie plus** veelbelovend was, wordt aanbevolen om de dienst verder te testen onder gebruikers. Zo kan worden vastgesteld of de verwachte verbetering van de doorstroming door minder parkeerzoekverkeer ook in de praktijk optreedt. Daarnaast blijkt uit de enquête (stated preference) dat deelnemers bereid zijn een kleine toename in reistijd te aanvaarden als dit voor het collectief leidt tot een betere doorstroming. Ook hiervoor wordt aanbevolen om te onderzoeken of dit effect ook in een werkelijke situatie kan worden aangetoond.



- Voor de dienst **Slimmer Reizen**, waarbij gebruikers van een multimodaal reisadvies werden voorzien, wordt aanbevolen om te onderzoeken welke kenmerken de doelgroep (multimodale reiziger) heeft en hoe vaak deze doelgroep reizen maakt waarbij een multimodale reis winst oplevert ten opzichte van een unimodale reis, om zo beter zicht te krijgen op de potentie van deze dienst. Ook wordt aanbevolen interventies te ontwerpen die de doelgroep kunnen vergroten.
- Bij de ontwikkeling van apps gericht op een brede doelgroep, zoals **ReisAlarm**, wordt aanbevolen om de app voor zowel iOS als Android beschikbaar te maken en een koppeling met de agenda van de gebruiker niet leidend te laten zijn in het kunnen gebruiken van de app. Ook moet het voordeel van de app voor gebruikers duidelijker en specifiekere worden gemaakt. Voorbeelden van apps waarin deze aanbevelingen zijn opgepakt zijn de Feijenoord app en de Kom naar de kroning app.

#### *Experiment*

- Het werven van deelnemers is een expertise. Als in een project een groot praktijkexperiment met deelnemers is voorzien, wordt aanbevolen om deze taak expliciet te beleggen bij een partij met ervaring op het vlak van wervingcampagnes en er ook voldoende budget voor te reserveren.
- Persoonlijk contact met deelnemers aan een praktijkproef (zoals bij de in- en uitbouw van een On Board Unit) heeft een positieve bijdrage op de betrokkenheid van deelnemers. Wanneer deelnemers alleen een app testen is de kans dat deelnemers niet tot het einde van het experiment betrokken blijven veel groter.

#### *Samenwerking*

Bijzonder aan Sensor City Mobility was de samenwerking tussen marktpartijen, een overheidsorganisatie en een kennisinstelling. Op basis van de ervaringen uit dit project zijn tot slot de volgende aanbevelingen geformuleerd voor vergelijkbare toekomstige projecten:

- Het formuleren van een gezamenlijke visie en ambitie is een uitdaging als er veel verschillende partijen betrokken zijn; het loont de moeite om hier bij de start van het project voldoende in te investeren.
- Het belang van een system integrator die sturend kan optreden kan niet onderschat worden. Deze system integrator kan bepaalde technische keuzes (platform, technologie) afdwingen en ondersteunen. De system integrator is niet alleen van belang voor de technische realisatie van het project maar kan ook een belangrijke faciliterende rol in de samenwerking spelen.
- Voor een effectieve besturing van het project is het van belang dat de projectleider diverse maatregelen tot zijn beschikking heeft om consequenties te verbinden aan het niet nakomen van de planning of het gewenste inhoudelijke resultaat. In innovatieprojecten is een bepaalde mate van vrijheid nodig maar voor het behouden van tempo is het essentieel om over voldoende sturingsmogelijkheden te beschikken.
- Het vergt inlevingsvermogen van alle betrokken partijen om effectief te kunnen samenwerken wanneer de cultuurverschillen groot zijn. Het wordt aanbevolen om het principe van geven en nemen gedurende het gehele project hoog in het vaandel te houden.

### 6.3 Toekomstperspectief en spin off activiteiten

Het Sensor City Mobility project heeft een eerste goede stap gezet op weg naar het realiseren van een persoonlijk reisadvies wat actueel en slim is; gebaseerd op data uit verschillende sensorbronnen. De kracht en de potentie van het concept zijn in dit project duidelijk gedemonstreerd. De vraag is nu: hoe verder? Het concept en de diensten die in Sensor City Mobility zijn ontwikkeld en getest in Assen zijn ook inzetbaar in andere steden en regio's in Nederland, eventueel met wat aanpassingen voor het specifieke gebied. We zien nu dat diverse grote steden in Nederland waaronder Amsterdam en andere landen (tot aan de Chinese stad Shenzhen) het concept van Sensor City Mobility interessant vinden en het ook toepassen. Hierbij worden vaak andere databronnen gekozen, met andere modellen gewerkt, maar wel met vergelijkbare diensten. Partners uit het consortium participeren in nieuwe projecten en bouwen voort op de in Sensor City Mobility opgedane kennis en ervaring.

Een aantal partners heeft deze nieuwe activiteiten ondergebracht in nieuwe bedrijven of nieuwe producten. Enkele concrete voorbeelden:

- Magicview en Mobuy participeren in het project Viapass voor wegbeprizing in België. TNO participeert in het project PraktijkProef Amsterdam.
- TNO heeft haar mobiliteitsdata activiteiten ondergebracht in een TNO BV Prime Data.
- Goudappel Coffeng heeft haar mobiliteitsdata activiteiten en modellering ondergebracht in het nieuwe IT-bedrijf Dat.Mobility.
- Parkingware heeft haar productlijn rondom slim parkeren sterk kunnen uitbreiden met bijvoorbeeld nummerplaatherkenning en automatisch betalen.

Verder zijn de volgende samenwerkingen tot stand gebracht of versterkt:

- Verschillende partners (TNO, NXP, TomTom) werken met elkaar samen in het nationale publiek private samenwerkingsverband DITCM. Deze samenwerking richt zich als onderdeel van coöperatieve mobiliteit steeds meer ook op stedelijke mobiliteit. De Stichting Sensor City is in gesprek met DITCM om te bekijken of en hoe toetreding tot DITCM kan plaatsvinden.
- Interreg project rondom Beter Benutten Maastricht. Hierin werken 9292, Mobuy en Magicview samen.
- TNO en Imtech/Peek werken samen in het EU-project MobiNet waarin op vergelijkbare wijze aan databronnen, modellen en apps voor een persoonlijk reisadvies of voor traffic control wordt gewerkt.
- Stichting Sensor City is voornemens om met een aantal projectpartners te gaan participeren in Beter Benutten project van Noord-Nederland.
- Stichting Sensor City participeert met TNO in het Digitale Steden Agenda verband.

## Bijlage A Afstudeerders

<b>Naam student:</b>	S. van Weperen
<b>Afronding:</b>	Juli 2012- februari 2013
<b>Opleiding:</b>	Master Civil Engineering and Management, richting Verkeer, Vervoer en Ruimte aan de Universiteit Twente.
<b>Begeleiding door projectpartner(s):</b>	Quest TC en Goudappel Coffeng
<b>Titel rapport:</b>	Het herverdelen van verkeer over het netwerk door het sturen op relaties Een onderzoek naar de mogelijkheden en effecten van het herverdelen van verkeer binnen route georiënteerd verkeersmanagement.
<b>Opdracht:</b>	Simulatie van het concept route georiënteerd verkeersmanagement uitgevoerd in een verkeersmodel, resulterend in een werkend model en de bijbehorende verkeerskundige conclusies.
<b>Bron:</b>	<a href="http://www.utwente.nl/ctw/vvr/education/Master/finished_graduation_projects/afstudeerders_per_jaar_2/pdf/2013_03_08_SandervWeperen.pdf">http://www.utwente.nl/ctw/vvr/education/Master/finished_graduation_projects/afstudeerders_per_jaar_2/pdf/2013_03_08_SandervWeperen.pdf</a>

<b>Naam student:</b>	Emmanouil Chaniotakis
<b>Afronding:</b>	April 2013 - februari 2014
<b>Opleiding:</b>	Technische Universiteit Delft, master Transport & Planning
<b>Begeleiding door projectpartner(s):</b>	TNO (Gerdien Klunder en Martijn van Noort)
<b>Titel rapport:</b>	Parking Behavioural and Assignment Modelling Methodology and application for the evaluation of Smart Parking applications
<b>Opdracht:</b>	Ontwikkelen van een model om parkeergedrag te simuleren, inclusief een Smart Parking applicatie (zoals bedacht in het SensorCity project), en het bepalen van de potentiële verkeerskundige effecten. Parameters in het model zijn bepaald met een grootschalige survey. Model geïmplementeerd in en gesimuleerd met het microsimulatiemodel ITS Modeller.
<b>Bron:</b>	Meer resultaten en achtergrond zijn gepubliceerd in een afstudeerrapportage getiteld "Parking Behavioural and Assignment Modelling Methodology and application for the evaluation of Smart Parking applications" (Manos Chaniotakis, 2014).

<b>Naam student:</b>	Ernst Jan van Ark en Annelieke Bosch
<b>Afronding:</b>	
<b>Opleiding:</b>	

Vak 'Intelligente Transport Systemen' binnen de master 'Civil Engineering and Management' aan de Universiteit Twente
<b>Begeleiding door projectpartner(s):</b> TNO
<b>Titel rapport:</b>
Pay How You Drive
<b>Opdracht:</b>
<p>Er is onderzocht hoe de On-Board Unit binnen het Sensor City Mobility project kan worden toegepast om het veiligheidsaspect van het individuele rijgedrag te observeren en te analyseren. Daarnaast is gekeken hoe deze informatie gebruikt kan worden om deelnemers via feedback en prikkels te stimuleren zich verkeersveiliger te gedragen.</p> <p>In het eindrapport zijn belangrijkste ontwerpuitgangspunten beschreven en vergeleken. Vanuit een literatuuronderzoek rondom het monitoren van rijgedrag zijn de voor- en nadelen van het real-time monitoren en analyseren van (veilig) rijgedrag versus een proactieve aanpak, waarbij gebruikers op voorhand worden gewaarschuwd voor gebeurtenissen op hun route, beschreven. Ook is de timing van feedback en de toon waarop feedback gebracht kan worden ('belonen' of 'bestrafen') onderzocht.</p> <p>Bovenstaand onderzoek heeft geresulteerd in een eerste versie van een systeemarchitectuur waarbij het waargenomen rijgedrag wordt samengevat en gevisualiseerd in één enkele indicator. Deze systeemarchitectuur is aansluitend binnen het consortium gebruikt als theoretisch kader waarop de binnen het Sensor City Mobility project toegepaste Rijstijlmonitor is ontwikkeld.</p>
<b>Bron:</b>
Ark, E.J. van & Bosch, A. (2012). "Pay How You Drive" Enschede: University of Twente. Faculty of Engineering Technology, Centre for Transport Studies.