



TrafficQuest
CENTRE FOR EXPERTISE ON TRAFFIC MANAGEMENT

TrafficQuest rapport

Impact van C-ITS use cases

Verslag challenge, Den Haag, 11 juni 2019



Colofon

Auteurs Paco Hamers (TNO)
Aroen Soekroella (TNO)
Henk Taale (Rijkswaterstaat & TU Delft)

Datum 22 augustus 2019

Versienummer 1.0

Uitgegeven door TrafficQuest
Postbus 2232
3500 GE UTRECHT

Informatie Henk Taale

Telefoon +31 88 798 24 98

TrafficQuest is een samenwerkingsverband van





TrafficQuest
CENTRE FOR EXPERTISE ON TRAFFIC MANAGEMENT

Impact van C-ITS use cases

Verlag challenge

Den Haag, 11 juni 2019

22 augustus 2019

Inhoudsopgave

Voorwoord.....	4
Samenvatting	5
1. Inleiding	8
1.1. Achtergrond	8
1.2. Opzet van de workshop	8
1.3. Kansrijke C-ITS diensten	8
1.4. Kwantificeren van effecten	9
1.5. Leeswijzer	10
2. Filestaartbeveiliging met in-vehicle signage	11
2.1. Beschrijving van de use case.....	11
2.2. Effecten op doorstroming.....	11
2.3. Effecten op veiligheid	12
2.4. Neveneffecten en randvoorwaarden	13
3. In-vehicle waarschuwing noodsituaties met PVD	14
3.1. Beschrijving van de use case.....	14
3.2. Effecten op doorstroming.....	14
3.3. Effecten op veiligheid	15
3.4. Neveneffecten en randvoorwaarden	15
4. In-vehicle waarschuwingen bij bruggen en tunnels.....	17
4.1. Beschrijving van de use case.....	17
4.2. Effecten op doorstroming.....	18
4.3. Effecten op veiligheid	18
4.4. Neveneffecten en randvoorwaarden	18
5. Eco-routes met prioriteit voor vrachtverkeer.....	20
5.1. Beschrijving van de use case.....	20
5.2. Effecten op doorstroming.....	20
5.3. Effecten op duurzaamheid.....	21
5.4. Neveneffecten en randvoorwaarden	21
6. Actuele parkeerbezettinginformatie vrachtwagens.....	22
6.1. Beschrijving van de use case.....	22
6.2. Effecten op veiligheid	22
6.3. Neveneffecten en randvoorwaarden	23
7. Conclusies.....	24
7.1. Impact van de diensten	24
7.2. Randvoorwaarden.....	24
7.3. Opzet van use cases	25
Referenties.....	26
Bijlage A: Vergelijking signalering met dagelijkse files	27
Bijlage B: Lijst van deelnemers aan de workshop	29

Voorwoord

De activiteiten van TrafficQuest beperken zich al een paar jaar tot het uitgeven van het welbekende boekje 'Verkeer in Nederland' en tot het uitvoeren van challenges. Een challenge is een quick scan analyse door experts met een korte doorlooptijd en ze zijn bedoeld om specifieke onderwerpen die met verkeersmanagement te maken hebben op te pakken en nader uit te werken. Dit rapport bevat het verslag van de derde challenge. Na de challenge 'Vervanging wegkantsystemen door in-car-systemen'¹ in 2017, is in 2018 de challenge 'Verkeersmanagement en verkeersveiligheid'² uitgevoerd. Dit jaar hebben we ons, op verzoek van Rijkswaterstaat, gericht op het bekijken van de effecten van een aantal C-ITS use cases. De use cases waren al eerder door Rijkswaterstaat geselecteerd als kansrijk om binnen een termijn van twee jaar uitgerold te worden. In een workshop zijn met experts van Rijkswaterstaat en TNO deze use cases besproken en is een inschatting gemaakt van de effecten op doorstroming, veiligheid en leefbaarheid. Deze inschatting is veelal kwalitatief, maar soms was het mogelijk een kwantitatieve uitspraak te doen. Dit rapport bevat het verslag van deze workshop.

De auteurs.

¹ http://www.traffic-quest.nl/images/stories/documents/Challenges/verslag_challenge_wegkantsystemen_v1.0.pdf

² https://www.traffic-quest.nl/images/stories/documents/Challenges/rapport_challenge_vm_en_verkeersveiligheid_v1.0.pdf

Samenvatting

Coöperatieve intelligente transportsystemen (C-ITS) zijn volop in ontwikkeling. Dit kan een grote impact hebben op het Nederlandse wegennet. Rijkswaterstaat (RWS) werkt binnen het programma C-ITS Next aan opschaling en uitrol van kansrijke C-ITS diensten. Hierbij onderzoekt Rijkswaterstaat welke mogelijkheden er zijn om toepassingen binnen een periode van twee jaar te realiseren en welke effecten dit kan hebben. In het kader hiervan is een workshop gehouden waarbij experts van Rijkswaterstaat samen met een aantal experts van TNO op het gebied van C-ITS samengekomen zijn om vijf diensten te bespreken en een eerste inschatting van de effecten te maken, als opzet voor verder onderzoek. Het ging daarbij om een inschatting van de effecten op doorstroming, veiligheid en duurzaamheid en om een inventarisatie van de randvoorwaarden en neveneffecten.

De vijf C-ITS diensten, die door RWS zijn gekozen en tijdens de workshop zijn behandeld, zijn:

1. Filestaartbeveiliging met in-vehicle signage
2. In-vehicle waarschuwing voor noodsituaties door middel van probe vehicle data
3. In-vehicle waarschuwingen bij bruggen en tunnels
4. Eco-routes met prioriteit voor vrachtverkeer
5. Actuele parkeerbezettinginformatie voor vrachtwagens

Filestaartbeveiliging door in-vehicle signage

In de workshop is ingeschat dat filestaartbeveiliging met in-vehicle signage (IVS) potentieel dezelfde voordelen kan bieden als het huidige systeem van signalering met matrixborden. Hiervan is uit eerder onderzoek gebleken dat tot een vijfde van de ongevallen voorkomen kan worden [1]. De hoogst haalbare effecten van filestaartbeveiliging met IVS op de verkeersveiligheid buiten gesignaleerd gebied ligt volgens de experts in dezelfde orde grootte. Daarnaast heeft de dienst ook voordelen voor de doorstroming, omdat de capaciteit van de weg waarschijnlijk omhoog gaat.

Wel moet bij de ontwikkeling van filestaartbeveiliging met IVS goed rekening gehouden worden met de timing van de waarschuwing. Wanneer de timing van de IVS substantieel verschilt van de timing van de bestaande filestaartbeveiliging met matrixborden, bestaat het gevaar dat de filewaarschuwing óf te laat komt óf te vroeg, met als gevolg dat er snelheidsverschillen ontstaan tussen weggebruikers met en zonder IVS. Met name op wegen met signalering zou dit een aandachtspunt kunnen zijn, waar gebruikers zonder IVS rekenen op de timing van de filedetectie via de matrixborden. Wanneer de penetratiegraad van gebruikers voldoende hoog te krijgen is, zal deze dienst een van de meest kansrijke zijn om op korte termijn al ingezet te worden. Als de penetratiegraad te laag is, dan zal de dienst naar verwachting weinig effect hebben.

In-vehicle waarschuwing voor noodsituaties door middel van probe vehicle data

Bij in-vehicle waarschuwingen (in dit rapport afgekort met IVW) voor noodsituaties zijn hoge eisen aan betrouwbaarheid en de cybersecurity nodig om de dienst tot een succes te maken. Een van de issues op dit moment is dat een gestandaardiseerd informatiekanal ontbreekt. Een ander aan-

dachtspunt is het verder verbeteren van de nauwkeurigheid van de positiebepaling, om valse berichtgeving te voorkomen. Daarnaast is de verwachting van de experts dat het tientallen jaren zal duren tot de dienst optimaal gebruikt kan worden. Dit omdat de penetratiegraad van zendende voertuigen niet makkelijk te vergroten is. Er moet gewacht worden tot mensen nieuwe voertuigen kopen, waarin de benodigde sensoren ingebouwd zijn.

IVW heeft wel een grote potentie om veiligheid te vergroten. De experts verwachten, op basis van vergelijkbare situaties uit de literatuur, dat deze dienst in drukke periodes kan zorgen dat de kans dat een voertuig betrokken raakt bij een ongeval 10% lager wordt. Daarnaast zou de dienst in staat kunnen zijn om gedurende rustige periodes secundaire ongevallen met 40% tot 50% te verlagen.

In-vehicle waarschuwingen bij bruggen en tunnels

Het doel van deze applicatie is om bestuurders, die een tunnel- of brugsluiting naderen, te waarschuwen met een stopsignaal. Door dit in-vehicle te doen is het bericht directer gericht naar de bestuurder dan via de wegkantsystemen. Voor deze dienst speelt de interface naar de bestuurder (HMI) de belangrijkste rol. Deze zou in staat moeten zijn de onoplettende bestuurder wakker te schudden en de agressieve chauffeur te waarschuwen voor zijn eigen gedrag. De verwachting van de experts in de workshop was dat de applicatie geen grote gedragsveranderingen teweeg zal brengen. Echter, een klein effect in gedrag kan al een groot effect op de doorstroming en veiligheid hebben. Dit omdat het kapotrijden van slagbomen lange files tot gevolg heeft en levensgevaarlijk is. In-vehicle waarschuwingen bij bruggen en tunnels zijn waardevol als toevoeging aan IVS. Een randvoorwaarde om van deze applicatie een succes te maken, is dat alle bruggen en tunnels in de Nederlandse rijkswegen in staat worden om een melding naar de gebruikers te sturen over brug- of tunnelsluitingen.

Eco-routes met prioriteit voor vrachtverkeer

Eco-routes met prioriteit voor vrachtverkeer, een use case die met intelligente verkeersregelinstanties (iVRI's) uitgevoerd kan worden, is een use case die volgens de experts in de workshop, en volgens de huidige use case beschrijving, geen grote voordelen zal hebben op de doorstroming. Wanneer het wordt toegepast, kan het leiden tot een winst in reistijd voor een specifieke groep, maar dat gaat ten koste van de reistijd voor een andere groep. Bij onderzoeken die tot nu toe gedaan zijn, is er geen netto positief effect voor de opgetelde reistijd van iedereen. Dit zou wel kunnen ontstaan, maar enkel als voertuigen die omrijden ervoor zorgen dat er geen file ontstaat op hun originele route.

Met betrekking tot duurzaamheid biedt de dienst wellicht wel een lokale oplossing om de emissies te reduceren, bijvoorbeeld in stadscentra. De use case zorgt ervoor dat het aantal voertuigen, dat moet afremmen om te stoppen en vervolgens weer moet optrekken vanuit stilstand bij een verkeerslicht, afneemt en daardoor ook de emissies bij dat kruispunt. Door de langere route ontstaan er wel extra emissies op die route. Netto zorgt de dienst voor een beperkte afname van de emissie.

Actuele parkeerbezettinginformatie voor vrachtwagens

Actuele parkeerinformatie voor vrachtwagens is voornamelijk een comfortdienst, maar het redt de chauffeur wel uit het dilemma tussen twee boetes. Dit zorgt ervoor dat vrachtwagenchauffeurs

minder geneigd zijn om ofwel te lang door te rijden, of verkeerd te parkeren. Zo kan het bijdragen aan de verkeersveiligheid.

De workshop was bedoeld als een eerste schot voor de boeg voor een kwantitatieve effectbepaling op basis van de inzichten van verschillende experts van Rijkswaterstaat en TNO. Van de vijf diensten die behandeld zijn in de workshop is filestaartbeveiliging met in-vehicle signage (IVS) de enige die nu al in gebruik genomen zou kunnen worden. Het resultaat van de inschattingen van de betrokken experts wijst uit dat deze dienst snel een grote impact kan hebben op de veiligheid en doorstroming. De dienst voor actuele parkeerbezettinginformatie voor vrachtwagens zou binnen afzienbare tijd ook kunnen uitgroeien tot een succesvolle dienst, wanneer het gebruik van de apps verder gestimuleerd gaat worden. Voor de overige diensten is de verwachting van de experts over het algemeen dat er slechts invloed is op een bepaalde situatie of slechts voor een bepaalde doelgroep. Hoe vaak die situatie voorkomt, of hoe groot die doelgroep is, is moeilijk in te schatten, maar zou met reeds bekende methodes zoals quick scans wel bepaald kunnen worden. Meer precieze effecten kunnen onderzocht worden met behulp van data-analyse, simulatiestudies of praktijkproeven.

1. Inleiding

1.1. Achtergrond

Coöperatieve intelligente transportsystemen (C-ITS) zijn volop in ontwikkeling. Dit kan een grote impact hebben op het Nederlandse wegennet. Rijkswaterstaat (RWS) werkt binnen het programma C-ITS Next aan opschaling en uitrol van kansrijke C-ITS diensten en onderzoekt welke mogelijkheden er zijn om toepassingen binnen een periode van twee jaar te realiseren en welke effecten dit kan hebben.

Om een inschatting van effecten te maken, heeft Rijkswaterstaat aan TNO gevraagd een workshop te organiseren met experts op het gebied van C-ITS van zowel Rijkswaterstaat als van TNO om vijf kansrijke diensten te bespreken en zo veel mogelijk een kwantitatieve inschatting van de effecten te maken. Het gaat daarbij om een inschatting van de effecten op doorstroming, veiligheid en duurzaamheid. Daarnaast zijn ook randvoorwaarden en neveneffecten behandeld die komen kijken bij de uitrol van de diensten.

1.2. Opzet van de workshop

Bij de workshop waren experts van Rijkswaterstaat op het gebied van verkeersmanagement, verkeerspsychologie en verkeersveiligheid aanwezig. Daarnaast waren een aantal experts op het gebied van mobiliteit en netwerken vanuit TNO bij de workshop aanwezig (in Bijlage B is een lijst met namen van de deelnemers opgenomen). In groepen van vier is in een tijdsbestek van twee uur gebrainstormd over de kwantitatieve effecten van elk van de vijf diensten. Dit is gebeurd door te kijken naar vergelijkbare bestaande (C-)ITS diensten en bekende effecten hiervan uit de literatuur. Op basis van expertopinie is binnen elke groep een kwantitatieve schatting gemaakt van de effecten van elke dienst op de drie gebieden doorstroming, veiligheid en duurzaamheid. Daarnaast is ook vanuit ieders expertise aandacht besteed aan de randvoorwaarden en neveneffecten die komen kijken bij de implementatie van de C-ITS diensten. Na afloop van de groepsdiscussies zijn de resultaten van de afzonderlijke groepen met elkaar geïntegreerd, waarna er per effectgebied kwantitatieve impactcijfers overeengekomen zijn.

1.3. Kansrijke C-ITS diensten

De vijf kansrijke C-ITS diensten die door Rijkswaterstaat zijn geïdentificeerd en tijdens de workshop zijn besproken zijn:

1. Filestaartbeveiliging met in-vehicle signage
2. In-vehicle waarschuwing voor noodsituaties door middel van probe vehicle data

3. In-vehicle waarschuwingen bij bruggen en tunnels
4. Eco-routes met prioriteit voor vrachtverkeer
5. Actuele parkeerbezettinginformatie voor vrachtwagens

Deze vijf diensten zijn naar verwachting het eerst op de markt in vergelijking met andere C-ITS diensten. Voor elk van de vijf diensten is een use case geformuleerd die beschreven wordt in de afzonderlijke hoofdstukken verderop waarin de effect inschatting per dienst beschreven wordt. Een use case beschrijft een specifiek scenario met keuzes omtrent communicatieplatform en reikwijdte van de werking van een dienst. Er is voor de workshop gekozen voor specifieke use cases om de discussie te focussen op de impact van de dienst en niet over de definitie van de dienst zelf.

1.4. Kwantificeren van effecten

Doorstroming kan op twee manieren benaderd worden. Enerzijds kan doorstroming gemeten worden via de verwachte reistijd indien (een deel van de) bestuurders geconfronteerd wordt met de use case. Daarnaast kan doorstroming bekeken worden als het effect op de wegcapaciteit indien de use case geïmplementeerd wordt. Beiden zullen voor de use cases aan bod komen.

Het effect op veiligheid is moeilijker te kwantificeren. Enerzijds kan het gezien worden als het aantal ongevallen dat voorkomen wordt door een dienst. Vaak is dit een klein effect ten opzichte van alle ongevallen in Nederland. Daarom wordt per dienst geïdentificeerd wat de verwachting is over welk type ongevallen voorkomen kunnen worden en hoe groot het effect is op dergelijke ongevallen. Veiligheidseffecten kunnen ook leiden tot impact op doorstroming, bijvoorbeeld door het voorkomen van ongevallen waardoor de wegcapaciteit beperkt wordt. Daarnaast is er een meer kwalitatieve kant van veiligheid. Zo kan het voor komen dat er gevaarlijke situaties ontstaan door bijvoorbeeld grote snelheidsverschillen. Dit effect is echter niet meteen terug te leiden naar ongevalsgegevens. In zo'n geval is een kwantitatief oordeel vaak niet mogelijk en is het slechts mogelijk om een kwalitatief oordeel te formuleren.

Duurzaamheid is in deze context opgevat als beperking van de emissie van schadelijke stoffen gedurende de levensduur van een voertuig. Zo betekent brandstofbesparing direct dat er sprake is van minder emissie. En ook hier geldt dat veiligheid impact kan hebben op duurzaamheid; in geval dat een ongeval kan worden voorkomen, betekent dit dat de levensduur van een voertuig langer wordt en hoeven er minder nieuwe voertuigen gefabriceerd te worden.

Uit de workshop is gebleken dat, op één dienst na (Eco-routes met prioriteit voor vrachtverkeer), de effecten op duurzaamheid minimaal zijn. Voornamelijk omdat de diensten enkel binnen bepaalde use cases effect hebben. Een use case is maar een klein stukje van de rit. Bijvoorbeeld 5% brandstofbesparing tijdens het aansluiten in een file levert een brandstofbesparing van nihil op de gehele reis van de bestuurder. Om deze reden wordt duurzaamheid niet verder uitgelicht bij de diensten waarop deze niet van toepassing is.

1.5. Leeswijzer

Voor elke dienst is in dit rapport een apart hoofdstuk beschreven. In elk hoofdstuk wordt beschreven wat het doel van de dienst is samen met een technische beschrijving van de dienst en een formulering van de use case. Dit is een set aan keuzes voor bepaalde omgevings- of technische variabelen om de discussie ingekaderd te houden, en kan opgevat worden als een scenario voor de implementatie van de dienst. Ook wordt ingegaan op de door de experts geschatte effecten op doorstroming, veiligheid, en eventueel duurzaamheid. In een aantal gevallen is een beperkte literatuurstudie verricht naar de effecten van bestaande diensten en verkeerscijfers. Vervolgens worden ook de neveneffecten en randvoorwaarden van elke dienst beschreven. Ten slotte volgt een hoofdstuk met conclusies aangaande alle behandelde diensten.

2. Filestaartbeveiliging met in-vehicle signage

In Nederland zijn reeds vele kilometers aan snelweg voorzien van signalering. Dat houdt in dat deze wegen op geregelde afstand zijn uitgerust met portalen met matrixborden boven elke rijstrook. Hiermee kunnen onder andere snelheidsadviezen gegeven worden, die bedoeld zijn als waarschuwing om kop-staart botsingen te voorkomen. Dit is de huidige vorm van filestaartbeveiliging. Het doel van de dienst filestaartbeveiliging door in-vehicle signage (IVS) is om bestuurders ook filewaarschuwingen te kunnen geven, maar dan via een medium in het voertuig in plaats van via een wegkantstelsel.

Voor deze dienst is in de workshop uitgegaan van een IVS die gegenereerd wordt voor filestaartbeveiliging door een app op mobiele telefoons. Voor het communicatieplatform wordt verder uitgegaan van 3G of 4G communicatie via het telefoonnetwerk. Informatie wordt verzameld doordat de app die de waarschuwing genereert ook data doorgeeft aan een server. De server berekent op basis van deze data een snelheidsadvies, identificeert welke gebruikers er bovenstrooms zijn en stuurt hen de waarschuwing. De informatiestroom staat beschreven in Tabel 1. Een verdere inbederking van de dienst is beschreven in de use case beschrijving.

Tabel 1 : Informatiestroom filestaartbeveiliging door IVS

Bron:	Mobiele telefoons in voertuigen
Kanaal:	3G / 4G -> server -> 3G / 4G
Medium:	App op de mobiele telefoon, of eventueel als dashboard functie

2.1. Beschrijving van de use case

De use case is als volgt geformuleerd: tien tot twintig procent van de bestuurders gebruikt een app met filestaartbeveiliging door IVS. Wanneer gebruikers op een file afrijden krijgen zij een waarschuwing in de vorm van een beeld- en een geluidssignaal. De app is functioneel op alle A-wegen en N-wegen in Nederland en functioneert naast de filestaartbeveiliging via matrixborden.

2.2. Effecten op doorstroming

De effecten op doorstroming zijn tijdens de workshop sterk afhankelijk bevonden van de timing van de waarschuwing. De experts zijn overeengekomen dat deze zodanig moet zijn, dat voertuigen op het juiste moment snelheid gaan minderen. Indien het te vroeg gegeven wordt, bestaat het risico dat men te vroeg zal remmen of de waarschuwing zal negeren. Indien de timing goed is, kan het voor een deel van het verkeer de snelheid waarmee automobilisten op de filestaart afrijden verlagen. Door het voorkomen van sterke remacties worden mogelijke optredende schokgolven minder hevig en zou een betere doorstroming behaald kunnen worden.

Een andere uitkomst van de workshop is dat het mogelijk is dat verkeer dat gebruik maakt van filestaartbeveiliging door IVS via hun rijgedrag invloed heeft op het andere verkeer. Dit betekent dat het percentage voertuigen dat nut heeft van de dienst hoger is dan het percentage voertuigen dat de dienst gebruikt.

Uiteindelijk is de verwachting dat de effecten op doorstroming voornamelijk zullen optreden op locaties waar nog geen signalering is, omdat het waarschijnlijk de effecten van de signalering via matrixborden kan evenaren. Afhankelijk van een voldoende hoge penetratiegraad wordt dit effect gehaald. Een verhoging van de wegcapaciteit en een toename van de intensiteit bij congestie is te verwachten, met eenzelfde orde grootte als bekend uit eerder onderzoek [1].

2.3. Effecten op veiligheid

Het voorkomen van kop-staartbotsingen is een belangrijk onderdeel in het voorkomen van de verkeersdoden in het algemeen omdat een vijfde van alle dodelijke ongevallen het gevolg van een kop-staartbotsing is [2]. Het hoofddoel van filestaartbeveiliging met IVS is om het aantal kop-staartbotsingen buiten gesignaleerd gebied te verlagen. Tussen 2010 en 2018 is het aantal reizigerskilometers van automobilisten met 3,5 miljard toegenomen [3]. Dit levert extra filedruk op en heeft ervoor gezorgd dat er in de avond en/of ochtendspits structureel file staat op de A1, tussen Almelo en Enschede, de A7/N7/A28 nabij Groningen, de A50 tussen Oss en Nijmegen en de A59 tussen Oss en Raamsdonk [4] [5]. Op al deze locaties is geen signalering aanwezig. Een visualisatie van de files buiten gesignaleerd gebied is beschikbaar in Bijlage A. De verwachting is dat vooral op deze locaties, zonder signalering, filestaartbeveiliging met IVS de veiligheid aanzienlijk zou kunnen verbeteren.

Concreet betekent dit een afname van kop-staartbotsingen met tenminste 19% [1]. De onderzoeken waarop dit getal is gebaseerd zijn van voor 2000. Wanneer men naar de ongevalsdata kijkt uit 2016, dan blijkt dat van de dodelijke ongevallen er maar 2 van de 13 filegerelateerde kop-staartaanrijdingen plaatsgevonden hebben bij functionerende signalering [2a]. In 2017 was dat 1 van de 9 dodelijke, filegerelateerde kop-staart aanrijdingen [2b]. Aangezien gesignaleerd gebied over het algemeen betrekking heeft op wegen met hogere intensiteiten, wijst dit erop dat signalering een groot effect zou kunnen hebben op het voorkomen van verkeersdoden.

Een nadeel bij IVS, in tegenstelling tot de matrixborden, is dat niet alle gebruikers over deze informatie beschikken. Dit kan als gevolg hebben dat de snelheidsverschillen tussen de voertuigen die op de file afrijden groter worden. Als dit leidt tot extra rijstrookwisselingen vlak voor een filestaart, zou dit de verkeersveiligheid kunnen benadelen. Om deze reden is de inschatting dat het effect van filestaartbeveiliging met IVS op kop-staartbotsingen tussen de 5% toename en de eerdergenoemde 19% afname zit. Vanwege de grote bandbreedte en het risico op afname van de verkeersveiligheid is de verwachting dat pilots met deze technologie noodzakelijk zijn voordat het op de weg wordt ingezet.

2.4. Neveneffecten en randvoorwaarden

Waarschuwingen in plaats van snelheidsadviezen

Hoewel initieel het idee was om beelden zoals op de matrixborden in het voertuig te brengen, bleek uit de workshop dat de experts meer waarde zien in een generieke waarschuwing (icoon + audio-sigitaal). Er zijn een aantal voordelen aan het gebruiken van een waarschuwingsicoon. Ten eerste is het eenvoudiger te interpreteren en zorgt het voor minder afleiding bij de weggebruiker; "Wanneer men aan het kijken is welke snelheid er op de app staat, zouden ze eigenlijk naar buiten moeten kijken." Ten tweede is een waarschuwing minder gevoelig voor de timing. Als snelheidsadviezen vaak te vroeg zijn, bestaat het gevaar dat de bestuurders het advies niet meer serieus nemen. Waarschuwingen zijn meer generiek van aard en daarom wordt ingeschat dat bestuurders hier meer geduld mee hebben indien de waarschuwing te vroeg komt.

Werking binnen gesignaleerd gebied

Filestaartbeveiliging met IVS is ook toepasbaar binnen gesignaleerd gebied. Dit betekent dat het gaat 'concurreren' met de signalering. Dit kan zowel positief als negatief uitpakken. Positief, omdat weggebruikers leren hoe filestaartbeveiliging met IVS zich gedraagt ten opzichte van de reeds bekende signalering met matrixborden. Hierdoor leren zij hoe ze moeten reageren op waarschuwingen zodat ze dit buiten gesignaleerd gebied op de juiste manier kunnen toepassen. Maar er is ook een negatief effect, namelijk indien de bestuurders een van de twee systemen minder serieus gaan nemen omdat de ander altijd beter is. Uitdaging voor de wegbeheerder is om beide consistent met elkaar te krijgen.

Penetratiegraad

In de use case is een penetratiegraad van voertuigen die de data voor de dienst levert op minimaal tien tot twintig procent gesteld. Dit is gekozen omdat uit voorgaande onderzoeken naar gebruik van Floating Car Data (FCD) 10% het minimum is om de dienst goed functioneel te krijgen. Deze penetratiegraad is nodig om voldoende data te genereren om het algoritme dat de waarschuwing uitstuurt te voeden [6]. Daarnaast is het ook van belang dat de penetratiegraad van gebruikers hoog is. Immers, hoe meer gebruikers dezelfde informatie hebben, des te kleiner is de kans op snelheidsverschillen door afwijkende adviezen. De penetratiegraad zou zo hoog moeten zijn dat op alle rijstroken voldoende bestuurders zitten die de waarschuwing hebben ontvangen om op die manier de uitstroom richting de filestaart rustig te kunnen vertragen. De inschatting is dat dit voldoende kan vanaf circa 10%, maar hier bestaat meer onzekerheid over. Eventueel zouden gebruikers hun alarmlichten kunnen gebruiken om andere bestuurders te signaleren voor de komende file. Het is een methode om de gebruikerspenetratiegraad te verhogen indien 10% onvoldoende blijkt voor een wenselijk effect. Dit is echter een maatregel waar risico's aan zitten, aangezien alarmlichten ook tot verwarring kunnen leiden bij medeweggebruikers. Individuele aanbieders van in-car berichten hadden in 2017 al een penetratiegraad tot 8% connected probes, zoals blijkt uit databronnen over FCD [7]. De verwachting is dat ze op dit moment boven de 10% zitten. Dit lijkt dus voldoende te zijn om de dienst zoals beschreven in deze use case operationeel te krijgen.

3. In-vehicle waarschuwing noodsituaties met PVD

Nu onder meer ITS-G5 apparatuur beschikbaar is, is het mogelijk om V2X communicatie te gaan gebruiken. Het Europees parlement heeft ook veiligheidsvoorschriften aangenomen die per 2022 nieuwe voertuigen verplichten met elkaar te communiceren [8]. Een van de eerste applicaties die verwacht wordt voor V2X communicatie is het waarschuwen van andere bestuurders in noodsituaties. Het doel van in-vehicle waarschuwingen (IVW) voor noodsituaties is om deze V2X waarschuwing aan voertuigen bovenstrooms door te geven. Voor de discussie in de workshop is gekozen voor informatievoorziening via het dashboard, navigatiesysteem of telefoon waarmee bovenstroomse voertuigen deze waarschuwing te zien krijgen. De informatiestroom is beschreven in Tabel 2. Een verdere inkadering van de dienst is beschreven in de use case beschrijving.

Tabel 2 : Informatiestroom IVW voor noodsituaties door middel van probe vehicle data

Bron:	Communicatieve Voertuigen
Kanaal:	V2X (ITS G5) -> Onbekend
Medium:	App op de mobiele telefoon, of eventueel als dashboard functie

3.1. Beschrijving van de use case

De use case is als volgt geformuleerd: wanneer een voertuig hard remt of de airbags geactiveerd worden, dan stuurt dit voertuig een V2X bericht uit. Omringende bestuurders ontvangen dit bericht. Voertuigen kunnen dit bericht vanaf elke locatie versturen, dus niet enkel op specifiek wegtypen. Er is aangenomen dat deze dienst naast IVS werkzaam is.

3.2. Effecten op doorstroming

De grote kracht van IVW is het korte tijdsbestek waarin de waarschuwing bij de gebruiker terecht kan komen. Waar IVS een minuut neemt om alle voertuigen te waarschuwen, kan IVW het binnen een seconde. Dit voordeel zou ervoor kunnen zorgen dat veel secundaire ongevallen voorkomen kunnen worden. Door het beperken van de schade bij deze ongevallen zal het optreden van wegafzettingen voor een aanrijding ook minder vaak voor komen. Dit kan de doorstroom langs ongevallen verbeteren. De verwachting van de experts tijdens de workshop is dus dat een kleine verbetering van de doorstroming, voor de rijbaan waarin het ongeval heeft plaatsgevonden, mogelijk is.

Echter, de ontvanger dient een locatie van de zender te ontvangen die altijd exact genoeg is. Bestuurders in de tegengestelde of parallelle rijbaan zouden anders ook waarschuwingen kunnen ontvangen. Dit kan weer leiden tot 'kijkersfiles' indien men schrikt van de waarschuwing en gas terugneemt. Als hier geen rekening mee wordt gehouden, zal deze dienst een netto negatief effect hebben op de doorstroming. Om deze reden zijn de experts het erover eens dat het ook belangrijk

is dat voor deze dienst regelgeving en richtlijnen worden ontwikkeld, zoals het verplicht meesturen van locatie en rijrichting.

3.3. Effecten op veiligheid

In eerste plaats is IVW een applicatie met als doel om de veiligheid te vergroten. Dit kan op twee manieren. Allereerst kan het verkeer direct bovenstrooms van een situatie gewaarschuwd worden voor de naderende schokgolf, mits er voldoende hoge verkeersintensiteit is waardoor het signaal overgebracht kan worden. Daarnaast is IVW in staat om, als het te rustig is voor een file, bestuurders te waarschuwen voor eventuele voertuigen die stilstaan op de weg of vluchtstrook.

In het geval van een hoge verkeersintensiteit kan IVW ongevalsschade beperken door de vorming van een kettingbotsing te voorkomen of te beperken. In ongevalsgegevens wordt helaas niet consistent bijgehouden of een ongeval bestaat uit een groot aantal voertuigen. Dit maakt het lastig om een inschatting te maken van de omvang van het probleem. Experts schatten in, dat wanneer mensen de waarschuwing krijgen, zij tot 10% minder kans hebben om betrokken te raken bij het ongeval.

In het geval van een lage verkeersintensiteit is wel een betere inschatting te maken. In gesignaleerd gebied worden de matrixborden namelijk gebruikt om aan te geven wanneer voertuigen op de rijbaan of vluchtstrook staan. Hierdoor is het aantal secundaire ongevallen met 40 tot 50% afgenomen [9]. De dienst IVW zou dat kunnen evenaren, maar het is de verwachting dat dit een lange tijd nodig zal hebben. De effectiviteit van deze applicatie is namelijk afhankelijk van de penetratiegraad van zendende voertuigen en de penetratiegraad van ontvangende voertuigen.

3.4. Neveneffecten en randvoorwaarden

Faciliteren van een informatiekanaal

Aangezien voor deze applicatie het informatiekanaal tussen zender en ontvanger nog niet gedefinieerd is, zijn de experts van mening dat er een kans ligt voor de wegbeheerder om dit vorm te geven. Het installeren van een wegkantsysteem dat bijvoorbeeld in staat is om ITS-G5 berichten voor voertuigen om te zetten naar berichten die te ontvangen zijn via de mobiele telefoon kan bijdragen om de penetratiegraad van de ontvangers een aanzienlijke impuls te geven.

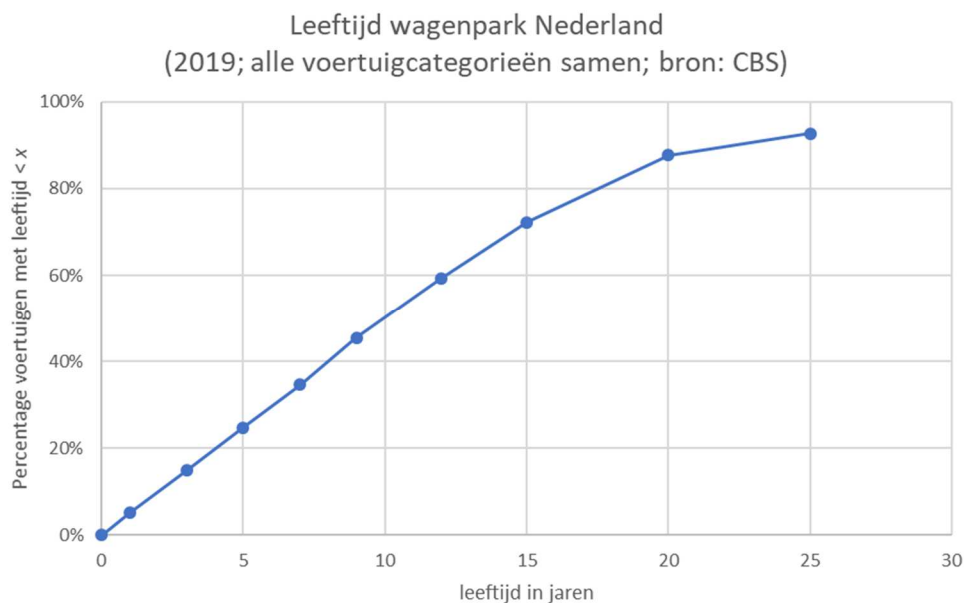
Betrouwbaarheid en cybersecurity

Een applicatie zoals IVS maakt gebruik van data van veel voertuigen. Hierdoor kan de server die de adviezen uitstuurt controleren of een bericht van een voertuig wel valide is. Bij IVW is dat echter anders; er is maar één zender, en hierdoor kan niet eenvoudig gecontroleerd worden of deze zender daadwerkelijk een voertuig met een probleem is. Het kan ook een voertuig met een defecte zender zijn of iemand aan de rand van de weg met zendapparatuur. Om deze applicatie

goed bruikbaar te krijgen, is een van de randvoorwaarden om te wachten tot de (veiligheids-) protocollen voor V2V beter gedefinieerd zijn.

Penetratiegraad

Zoals eerder al genoemd, is de penetratiegraad van zendende voertuigen een vitaal aspect van de effectiviteit van de dienst. Om een idee te krijgen hoe de penetratiegraad zou kunnen groeien over de jaren, wordt een vergelijking gemaakt met de leeftijd van het huidige wagenpark (zie Figuur 1). Als de vervangingstijd van een voertuig hetzelfde blijft als op dit moment, dan kost het 10 jaar om de helft van de vloot te vervangen [10].



Figuur 1: Leeftijd van het huidige wagenpark

Hoewel ontvangers wellicht snel een hoge penetratiegraad kunnen bereiken, is het voor zenders noodzakelijk dat deze weggebruikers over een auto beschikken waarin sensoren bij de airbag en remmen aanwezig zijn. In de nieuwere modellen is dit veelal het geval. Daarnaast is ITS-G5 zend-apparatuur nodig.

Overige applicaties van een IVW

De experts uit de workshop zijn van mening dat naast waarschuwingen die voertuigen onderling naar elkaar kunnen sturen, een IVW ook geschikt is voor speciale voertuigen. Zou zouden voertuigen van de wegbeheerder, aannemer of een convoi exceptioneel een zender kunnen meenemen. Voor een dergelijke use case is de effectiviteit niet meer afhankelijk van de penetratiegraad van de zenders, omdat vooraf bekend is wie er gaat zenden. Een dergelijke use case is waarschijnlijk sneller te implementeren dan de use case zoals beschreven in dit hoofdstuk.

4. In-vehicle waarschuwingen bij bruggen en tunnels

Schade aan bruggen of tunnels bij stremming van het wegverkeer is een veel voorkomend fenomeen. Elke brug is anders, maar sommige zijn gevoeliger voor schade. Zo heeft de Merwedeburg bij 20% van de sluitingen schade. Dit is een extreem geval, maar bruggen met 10 schadegevallen bij stremmingen per jaar zijn geen uitzondering. Daarom zou het gebruik van C-ITS een potentieel middel kunnen zijn bij het voorkomen van slagboom- en roodlichtnegaties. De dienst die bedacht is om dit probleem aan te pakken, is om de brug of tunnel een bericht te laten uitsturen dat weggebruikers op hun navigatiesysteem ontvangen. Het idee is dat men zich meer aangesproken voelt als naast de wegkantsystemen ook een medium in de auto de bestuurder erop wijst om te stoppen. Tijdens de workshop is gekozen voor het 3G of 4G telefoonnetwerk als informatiekanaal om de discussie te kanaliseren. De informatiestroom voor deze dienst staat beschreven in Tabel 3. In dit hoofdstuk wordt deze dienst aangeduid met in-vehicle waarschuwingen (IVW) bij bruggen en tunnels. Een verdere inkadering van de dienst is beschreven in de use case beschrijving.

Tabel 3 : Informatiestroom van IVW bij bruggen en tunnels

Bron:	Brug of tunnel
Kanaal:	Server -> 3G / 4G
Medium:	App op de mobiele telefoon, of eventueel als dashboard functie

4.1. Beschrijving van de use case

De use case is als volgt gedefinieerd: wanneer een brug of tunnel op het punt staat te sluiten, geeft deze dat door aan een server. Deze server stuurt berichten door aan de bestuurders. Wanneer vervolgens de waarschuwingslichten langs de weg aan gaan, ontvangen alle bestuurders op die weg ook een waarschuwingsbericht in het voertuig. In de workshop is als use case aangenomen dat alle bruggen en tunnels op de Nederlandse rijkwegen uitgerust zijn met deze dienst.

Uit de workshop blijkt dat de experts inschatten dat deze use case de minst grote impact gaat hebben. Het effect is erg afhankelijk van de hoeveelheid gebruikers en de exacte human-machine interface (HMI). Maar zelfs als beide heel goed/hoog zijn, dan is de verwachting dat er geen groot effect van de dienst uit gaat. Dit komt voornamelijk omdat de dienst geen extra informatie levert ten opzichte van de wegkantsystemen. Om deze reden zal de dienst enkel een specifieke doelgroep bereiken die enerzijds het wegkantsysteem niet ziet of hoort, of anderzijds zich niet aangesproken voelt door wegkantsystemen maar wel door in-vehicle systemen. Dat men zich meer aangesproken voelt door in-vehicle systemen is al eerder opgemerkt; een licht positief effect wordt dus wel verwacht [1].

4.2. Effecten op doorstroming

Indien er een slagboom bij een brug kapotgereden wordt – voor nu aangeduid met slagboomnegatie, naar analogie van roodlichtnegatie – dan is voor zowel de scheepvaart als het wegverkeer de doorgang gestremd. Dit kan in veel gevallen oplopen tot een totale stremming van 45 minuten. Omdat omrijden bij een grote brug vaak gepaard gaat met grote afstanden, heeft omrijden impact op een groot deel van het wegennet en bestaat een grotere kans dat dit congestie veroorzaakt. Helaas zijn er geen evaluatiestudies bekend van schade door slagboomnegatie, maar een schatting tijdens de workshop wijst uit dat het al snel oploopt tot honderden VVU's. Als er vanwege het omrijden congestie ontstaat op een nabijgelegen snelweg, dan zal het oplopen in de duizenden VVU's. Het voorkomen van het kapotrijden van één slagboom kan dus al een grote maatschappelijke en economische winst opleveren.

4.3. Effecten op veiligheid

Bij het openen van bruggen zijn er doorgaans drie type ongevallen die plaatsvinden; kopstaartbotsingen, aanrijdingen met de slagbomen of het activeren van de brug met verkeer op het beweegbare deel. Dat laatste komt nauwelijks meer voor, de andere twee echter wel. Ook hier geldt dat ongevalsgegevens niet op zo'n manier bijgehouden worden dat een brugopening de herleidbare oorzaak van het ongeval is. Wel is duidelijk dat brugopeningen gepaard gaan met aanzienlijke veiligheidsrisico, omdat bovengenoemde ongevallen een dodelijke afloop kunnen hebben. De dienst zou dus in staat zijn om levens te redden.

4.4. Neveneffecten en randvoorwaarden

HMI

Zoals eerder genoemd spreekt deze dienst zeer specifieke doelgroepen aan. Het zou in staat kunnen zijn om de onoplettende bestuurder wakker te schudden en de agressieve chauffeur te waarschuwen voor zijn eigen gedrag. Als neveneffect zou het voor kunnen komen dat andere bestuurders wellicht versnellen, om de brug- of tunnelsluiting toch te halen. Als randvoorwaarde bij het ontwikkelen van de HMI is het noodzakelijk dat er op zijn minst gehouden wordt aan de richtlijnen omtrent human factors voor in-vehicle HMI's [11].

Timing, betrouwbaarheid en cybersecurity

Het doel van deze dienst is niet om meer informatie te geven dan al bekend is bij de bestuurder. Indien men gewend is dat de dienst altijd laat is, dan zal men de waarschuwing wel erg serieus nemen, maar is het misschien te laat om het eerste voertuig direct stroomopwaarts van de slagbomen te bereiken. Als de dienst te vroeg is, dan leren bestuurders: "Doorrijden, dan haal je het nog". Timing op een schaal van secondes is daarom essentieel.

Daarnaast geldt ook voor deze dienst, dat het alleen serieus genomen wordt als het betrouwbaar is. Wanneer de dienst waarschuwt zonder dat de wegkantsystemen iets doen, dan is het voor de bestuurder een verwarrende situatie. Dit hoeft maar éénmaal te gebeuren en mensen zullen niet of nooit meer gebruik maken van de dienst. Dit benadrukt ook hoe belangrijk cybersecurity van wegkantinformatiesystemen is.

5. Eco-routes met prioriteit voor vrachtverkeer

Met de komst van intelligente verkeersregelininstallaties (iVRI's) ontstaat er een kans om netwerk-optimalisatie te doen aan de hand van onderlinge voertuig – infra communicatie. Een van de eerste applicaties die nu in de pilotfase zit, is prioriteit aanvragen bij het verkeerslicht en zo door kunnen rijden zonder te hoeven stoppen. Deze applicatie zou gebruikt kunnen worden in het beleid van een stad of provincie, om verkeer uit een bepaald gebied te verleiden een andere route te nemen waarbij ze prioriteit kunnen krijgen. De brondata en methode waarmee de dienst bepaalt 'wanneer' en 'voor wie' actief te zijn is afhankelijk van de specifieke situatie. De informatiestroom is beschreven in Tabel 4. Tijdens de workshop zijn de effecten gekwantificeerd voor de situatie waarin vrachtverkeer prioriteit krijgt bij iVRI's, met als doel een verlaging van de uitstoot van schadelijke stoffen op deze routes. Een verdere inkadering van de dienst is beschreven in de use case beschrijving.

Tabel 4 : Informatiestroom eco-routes met prioriteit voor vrachtverkeer

Bron:	<i>Variabel</i>
Kanaal:	<i>Variabel -> 3G / 4G</i>
Medium:	<i>App op de mobiele telefoon, of eventueel als dashboard functie</i>

5.1. Beschrijving van de use case

Ondanks het feit dat het effect wellicht groter had kunnen zijn als de dienst dynamisch wordt ingezet, is er gekozen om de use case te definiëren met een statische dienst. Dit houdt bijvoorbeeld in dat vrachtvoertuigen prioriteit krijgen op de rondweg van een stad, zodat vrachtverkeer minder vaak de stad doorsteekt en minder vaak stil hoeft te staan en weer op hoeft te trekken.

Omdat deze use case volgens de experts in de workshop vooral effect heeft op duurzaamheid, zal in dit hoofdstuk het kopje effecten op veiligheid door effecten op duurzaamheid vervangen worden.

5.2. Effecten op doorstroming

In de workshop waren de experts van mening dat doorstroming in dit geval het beste beschreven kan worden middels de reistijd. Dit kan zowel de reistijd van het individu dat besluit om te rijden zijn, als de opgetelde reistijd van iedereen in het netwerk. Voor beide indicatoren zijn er zowel positieve als negatieve effecten te noemen.

Voor het individu geldt dat dat de dienst een positief effect op de reistijd kan hebben, omdat er minder gestopt hoeft te worden. Op een stuk weg van 30 km met 15 verkeerslichten kan dit 12% tot 15% reistijdwinst opleveren, afhankelijk van de drukte [12]. Op wegen waar verkeerslichten dichter op elkaar zitten, kan een groter positief effect worden verwacht. Voor het individu kan er

ook een negatief effect zijn. De bestuurder zou wellicht moeten omrijden om op deze route te komen. De extra reistijd die gepaard gaat met het omrijden kan weer afgetrokken worden van het positieve effect. Uiteindelijk is de verwachting van de deelnemers aan de workshop dat in veel gevallen omrijden met prioriteit een netto reistijdwinst oplevert.

Voor het overige verkeer zijn er ook negatieve en positieve effecten. Wanneer het omrijden van een deel van het verkeer ervoor zorgt dat sommige wegen beter doorstromen, dan geldt er in dat gebied een kortere reistijd voor het andere deel van het verkeer dat daar blijft rijden. Aangenomen dat de omrijroute in een rustig gebied ligt, worden er op dat vlak geen negatieve effecten voor drukte verwacht. Toch is er voor het verkeer op de omrijroute wel een negatief effect. Vanwege de prioriteit van ander verkeer hebben zij een iets langere reistijd. Aangezien er vaak meer verkeer is zonder prioriteit dan met, loopt dit verlies snel op. Hoe de balans uitpakt is afhankelijk van de drukte, maar een inschatting van de experts in de workshop varieert tussen een heel klein negatief effect tot 16% meer VVU's (vergeleken met een weg met normale VRI's).

5.3. Effecten op duurzaamheid

Wanneer men prioriteit krijgt hoeft men minder vaak te stoppen. Het verminderen van acceleraties kan CO₂-uitstoot bij zwaar vrachtverkeer met maximaal 1,4% verlagen [12]. Voor personenvervoer is de verwachting dat de winst veel kleiner is. Indien er dus omgereden moet worden om deze winst te behalen, is er nagenoeg nooit een netto positief effect op de CO₂-uitstoot. Winst die echter wel te behalen is, is via luchtkwaliteit in de stad. Door verkeer elders (buiten de stad) emissies te laten uitstoten, kunnen lokale normen worden behaald.

5.4. Neveneffecten en randvoorwaarden

Opvolging

Hoe effectief deze dienst zal zijn, is erg afhankelijk van de opvolging van potentiële 'omrijders'. Indien het routeadvies gegeven wordt via informatieborden, dan wordt verwacht dat de opvolging kleiner is dan wanneer er individueel advies gegeven wordt. Het percentage opvolging bij omleidingen op het snelwegennet varieert sterk tussen 2% en 40%. In de stad is het bereik kleiner, tussen 2% en 15% [1].

Maatwerk

De winst voor doorstroming en/of luchtkwaliteit is iets dat specifiek voor een stad of regio bekeken moet worden. Vooral het 'omrijden' legt veel druk op de winst die te behalen valt met iVRI's. Deze dienst is niet zonder meer breed toepasbaar, maar is maatwerk dat in sommige situaties een uitweg kan bieden.

6. Actuele parkeerbezettinginformatie vrachtwagens

Vrachtwagenchauffeurs staan soms voor een dilemma. Wanneer ze een rustplaats oprijden die vol blijkt te zijn, dan hebben ze de keuze de vrachtwagen ergens op een verkeerde plaats te parkeren, met een risico op een boete van €90 tot €230. Of ze kunnen doorrijden naar de volgende parkeerhaven en de wettelijke bepalingen over rust- en rijtijden overtreden, met een risico op een boete van €110 tot €1100.

Om chauffeurs te helpen dit dilemma te ontlopen is door Rijkswaterstaat een dienst bedacht die bestuurders inzicht geeft in de hoeveelheid beschikbare plaatsen op parkeerterreinen. Het idee is, dat wanneer de parkeerplaats waar de chauffeurs eigenlijk op mikken dreigt vol te raken, zij een andere parkeerplaats kiezen. Om te meten of de parkeerplaatsen vol zijn, worden de rustplaatsen uitgerust met telsystemen of parkeersensoren. Voor deze dienst is in de workshop uitgegaan dat de informatievoorziening aan de chauffeurs plaatsvindt via een app op de mobiele telefoon, of eventueel ingebouwd in de dashboards van de vrachtauto's. De informatiestroom is beschreven in Tabel 5. Een verdere inkadering van de dienst is beschreven in de use case beschrijving.

Tabel 5 : Informatiestroom actuele parkeerbezettinginformatie voor vrachtwagens

Bron:	Parkeersensoren
Kanaal:	Server - > 3G / 4G
Medium:	App op de mobiele telefoon, of eventueel als dashboard functie

6.1. Beschrijving van de use case

De use case is als volgt gedefinieerd: alle rustplaatsen op de Nederlandse rijkswegen zijn uitgerust met sensoren die de beschikbaarheid van parkeerplaatsen monitoren. Deze informatie wordt beschikbaar gesteld via een app. Chauffeurs zijn vrij om de app te gebruiken.

Tijdens de workshop was een van de bevindingen dat deze use case weinig tot geen effect heeft op duurzaamheid en doorstroming. Daarom zal daar verder niet op ingegaan worden.

6.2. Effecten op veiligheid

Een deel van de vrachtwagenchauffeurs kan geen plek vinden op de rustplaats, wat er soms toe leidt dat hij/zij de vrachtwagen op de vluchtstrook parkeert. Het plaatsen van voertuigen op de vluchtstrook is een groot risico voor de veiligheid. In dit geval gaat het voornamelijk om de vluchtstrook langs de op- of afrit van de rustplaats. Deze locatie is weliswaar niet direct gelegen naast de hoofdstroom, maar deze situatie blijft nog steeds zorgelijk. Helaas is ongevalsdata niet zo gedetailleerd dat te herleiden valt of een geparkeerde vrachtwagen is aangereken, dus is de onveiligheid moeilijk te kwantificeren. Het parkeren, en vervolgens lopen over de vluchtstrook, leidt echter tot

een verhoogd risico om met dodelijke snelheid aangereden te worden. Als deze dienst parkeren op de vluchtstrook voorkomt, dan is het in staat dodelijke ongevallen te voorkomen.

6.3. Neveneffecten en randvoorwaarden

Bestaande apps

Op dit moment zijn twee typen truck-parkeerapps beschikbaar. Het eerste type gaat ervan uit dat vlootmanagers tegen betaling een parkeerplaats kunnen reserveren op een bewaakte parkeerlocatie. De bezettingsgraad is bekend en het zou de parkeerproblemen oplossen, maar bestaande pilots wijzen uit dat de betaaldrempel te hoog is voor veel bedrijven. Daarom wordt deze app relatief weinig gebruikt.

Een ander type app probeert op basis van data van de gebruikers een voorspelling te maken van de bezettingsgraad van de rustplekken. Deze app is ontwikkeld binnen het project Brabant In-car II. De resultaten uit dat project waren dat weliswaar het concept goed werkte, maar dat bestuurders niet bereid waren te betalen voor de dienst, ondanks de lage kosten [13].

Handhaving

Handhaving zal naar verwachting weinig tot geen zin hebben als er geen reële en betaalbare optie is voor chauffeurs. Maar zonder handhaving bestaat er een risico dat, ondanks dat de middelen wel beschikbaar zijn, chauffeurs geen gebruik maken van de app uit gemakzucht. Een randvoorwaarde voor deze dienst zou dus kunnen zijn om chauffeurs te motiveren de apps daadwerkelijk te gaan gebruiken.

7. Conclusies

7.1. Impact van de diensten

De uitkomsten van de workshop laten zien dat de experts inschatten dat veel van de use cases voornamelijk effect hebben op veiligheid. Elke use case richt zich echter op een ander type ongevallen, waardoor een directe vergelijking moeilijk te maken valt. Ook het duiden van hoe vaak een bepaald type ongeval voor komt is niet eenvoudig, omdat ongevalsdata niet een op een te matchen is met de classificatie van C-ITS diensten die in dit rapport is gemaakt. Om deze reden is het moeilijk inschatten welke problemen het grootst zijn. Wel is duidelijk dat diensten kunnen bijdragen aan het verminderen van bepaalde type ongevallen: filestaartbeveiliging door IVS kan kop-staartbotsingen voorkomen bij file, IVW door middel van probe vehicle data kan secundaire ongevallen tijdens rustige periodes en kettingbotsingen tijdens drukke periodes voorkomen, IVW bij bruggen en tunnels kunnen ongevallen met slagbomen en kop-staartbotsingen voorkomen en actuele parkeerbezettinginformatie voor vrachtwagens kan ongevallen met vrachtwagens op de vluchtstrook voorkomen.

De resultaten laten ook zien dat de verwachting van de workshopdeelnemers ten aanzien van verbetering van de duurzaamheid door middel van de use cases gering zal zijn. Effecten op doorstroming worden wel verwacht, met als grote koploper op de rest de filestaartbeveiliging met in-vehicle signage, en dan met name buiten het gesignaleerde gebied. Verwacht wordt dat een toename van de intensiteit bij file en een toename van de capaciteit haalbaar is in de orde grootte van een aantal procenten.

7.2. Randvoorwaarden

Elke dienst heeft specifieke randvoorwaardes, maar bij de ontwikkeling van C-ITS diensten zijn er een aantal die vaak terugkomen. Zo is de HMI zeer belangrijk voor de functionaliteit van een dienst. Het moet namelijk de minimale doch voldoende informatie bevatten en vooral niet afleiden van de weg. Ten tweede is timing van berichten belangrijk. Is deze te vroeg, dan neemt niemand het bericht serieus. Is deze te laat, dan valt de functionaliteit hiervan weg. Ten derde is penetratiegraad van zowel brondata als gebruikers een primaire factor in de functionaliteit van een dienst. Er moet rekening gehouden worden met het feit dat nooit iedereen de dienst gebruikt, maar er moet voldoende data zijn om goede service te leveren en er moeten voldoende bestuurders bereikt worden om impact te hebben. En ten slotte, de cybersecurity van berichten middels 3G of 4G, maar wellicht nog belangrijker via ITS-G5, moet integraal worden meegenomen bij het ontwikkelen van de diensten en de daarbij horende communicatieprotocollen. Er is nog onvoldoende visie hoe bestuurders beschermd kunnen worden voor valse berichten.

7.3. Opzet van use cases

Als in de toekomst vaker aan de hand van een workshop een inschatting van effecten gemaakt gaat worden, dan is het van belang dat use cases gedefinieerd worden in een breed toepasbaar domein.

Referenties

- [1] H. Taale, *Effecten van Benutting Nederland, Een overzicht van 210 praktijkevaluaties*, Rijkswaterstaat, 2018.
- [2a] R. J. Davidse, W.J.R. Louwerse en K. van Duijvenvoorde, *Dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen in 2016 - Analyse van ongevals- en letsel factoren en daaruit volgende aanknopingspunten voor maatregelen*. R-2018-9, SWOV, Den Haag, 2018.
- [2b] R. J. Davidse, W.J.R. Louwerse en K. van Duijvenvoorde, *Dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen in 2017 - Analyse van ongevals- en letsel factoren en daaruit volgende aanknopingspunten voor maatregelen*. R-2019-8, SWOV, Den Haag, 2019
- [3] P. Bakker, *Kerncijfers mobiliteit 2018*, KiM, 2018.
- [4] Google maps, Typical traffic, [Online]. Available: <https://www.google.nl/maps/dir///@51.8754821,5.1375702,8z/data=!4m2!4m1!3e0!5m1!1e1?hl=en>. [Geopend 20 juli 2019].
- [5] Rijkswaterstaat, Wegkantgegevens, [Online]. Available: https://www.rijkswaterstaat.nl/apps/geoservices/geodata/dmc/weggeg/geogegevens/shapefile/weggeg_wegvkniveau/. [Geopend 20 juli 2019].
- [6] G. Klunder, *Automatic Incident Detection using Floating Car Data instead of loop detectors - comparison based on measured traffic data*, rapport TNO R-11688, TNO, Delft, 2016.
- [7] F. van Waes en M. Barto, *Datafusie van floating car data en 'vaste' data*, NM-Magazine, 2017. [Online]. Available: <https://www.nm-magazine.nl/artikelen/datafusie-van-floating-car-data-en-vaste-data/>. [Geopend 29 juli 2019].
- [8] R. Gräfin von Thun und Hohenstein, *Type-approval requirements for motor vehicles and their trailers, and systems, components and separate technical units intended for such vehicles, as regards their general safety and the protection of vehicle occupants and vulnerable road users* (COM(2018), Europees Parlement, Brussel, 2019.
- [9] De Kroes, Donk en De Klein, *Evaluatie van de externe effecten van het verkeerssignaleringsysteem voor ASW*, Rijkswaterstaat, Dienst Verkeerskunde, 1983.
- [10] CBS, *Leeftijdsklassen voertuigen*, Den Haag: CBS, 2019.
- [11] E.C.M. Kroon, M.H. Martens, K.A. Brookhuis, M.P. Hagenzieker, J.W.A.M. Alferdinck, I.M. Harms and T. Hof, *Human factor guidelines for the design of safe in-car traffic information services*, Round Table Smart Mobility, [Online]. Available: https://smartmobilitycommunity.eu/sites/default/files/Human%20factor%20guidelines%20for%20the%20design%20of%20safe%20in-car%20traffic%20information%20services_31082016.pdf. [Geopend 30 juli 2019].
- [12] M. Willekens, *Prioriteit vrachtverkeer - Een simulatiestudie naar het effect van prioriteit verlening aan vrachtverkeer op de N279*, DTV consultants, 2018.
- [13] fot-net, Brabant In-Car II: ParckR, 2012. [Online]. Available: http://wiki.fot-net.eu/index.php/Brabant_In-Car_II:_ParckR. [Geopend 27 juli 2019].

Bijlage A: Vergelijking signalering met dagelijkse files



Figuur 2: Dagelijkse files in de ochtendspits (blauw is gesignaleerd gebied) [4] [5]



Figuur 3: Dagelijkse files in de ochtendspits (blauw is gesignaleerd gebied) [4] [5]

Bijlage B: Lijst van deelnemers aan de workshop

Deelnemers

Hans Bokma (Rijkswaterstaat)

Rino Brouwer (Rijkswaterstaat)

Paco Hamers (TNO)

Marleen de Klerk (Rijkswaterstaat)

Anke Mulder (Rijkswaterstaat)

Peter-Paul Schackmann (TNO)

Marco Schreuder (Rijkswaterstaat)

Henk Schuurman (Rijkswaterstaat)

Aroen Soekroella (TNO)

Henk Taale (Rijkswaterstaat)

Pieter van Vliet (Rijkswaterstaat)

Isabel Wilmink (TNO)

Workshopleider

Charlotte Smit-Rietveld (TNO)