



Delft University of Technology

Impact van C-ITS use cases

Taale, Henk; Hamers, Paco; Soekroella, A.M.G.

Publication date
2021

Document Version
Accepted author manuscript

Citation (APA)
Taale, H., Hamers, P., & Soekroella, A. M. G. (2021). *Impact van C-ITS use cases*. Paper presented at Nationaal Verkeerskundecongres 2020.

Important note
To cite this publication, please use the final published version (if applicable).
Please check the document version above.

Copyright
Other than for strictly personal use, it is not permitted to download, forward or distribute the text or part of it, without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license such as Creative Commons.

Takedown policy
Please contact us and provide details if you believe this document breaches copyrights.
We will remove access to the work immediately and investigate your claim.

*This work is downloaded from Delft University of Technology.
For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to a maximum of 10.*

Nationaal verkeerskundecongres 2020

Impact van C-ITS use cases

Presentatiepaper

Henk Taale
(Rijkswaterstaat en TU Delft)

Paco Hamers
(TNO)

Aroen Soekroella
(TNO, Rijkswaterstaat)

Samenvatting

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

Daartoe is een workshop gehouden waarbij experts op het gebied van C-ITS samengekomen zijn om vijf diensten te bespreken en een eerste inschatting van de effecten te maken. Het ging daarbij om een inschatting van de effecten op doorstroming, veiligheid en duurzaamheid en om een inventarisatie van de randvoorwaarden en neveneffecten. Deze vijf C-ITS diensten zijn filestaartbeveiliging met in-vehicle signage, in-vehicle waarschuwing voor noodsituaties door middel van probe vehicle data, in-vehicle waarschuwingen bij bruggen en tunnels, eco-routes met prioriteit voor vrachtverkeer en actuele parkeerbezettinginformatie voor vrachtwagens.

De uitkomsten laten zien 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. Het is duidelijk dat diensten kunnen bijdragen aan het verminderen van bepaalde type ongevallen. 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.

Inleiding

Coöperatieve intelligente transportsystemen (C-ITS) zijn volop in ontwikkeling. Dit kan een grote impact hebben op het Nederlandse wegennet. Rijkswaterstaat (RWS) werkt aan de 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, is een workshop georganiseerd met experts op het gebied van C-ITS 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.

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 waarin de effectinschatting 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.

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.

Veiligheid kan 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. 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.

In dit paper worden twee van de vijf use cases besproken. Voor de andere use cases wordt verwezen naar het verslag van de workshop (Taale, et al., 2019). Naast de beschrijving van de use cases worden de verwachte effecten gekwantificeerd en er is aandacht voor de randvoorwaarden waarbinnen de use

zou moeten functioneren. Aan het einde van het paper worden algemene conclusies getrokken uit alle in de workshop besproken use cases.

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 wegkantsysteem.

Use case

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.

Effecten op doorstroming

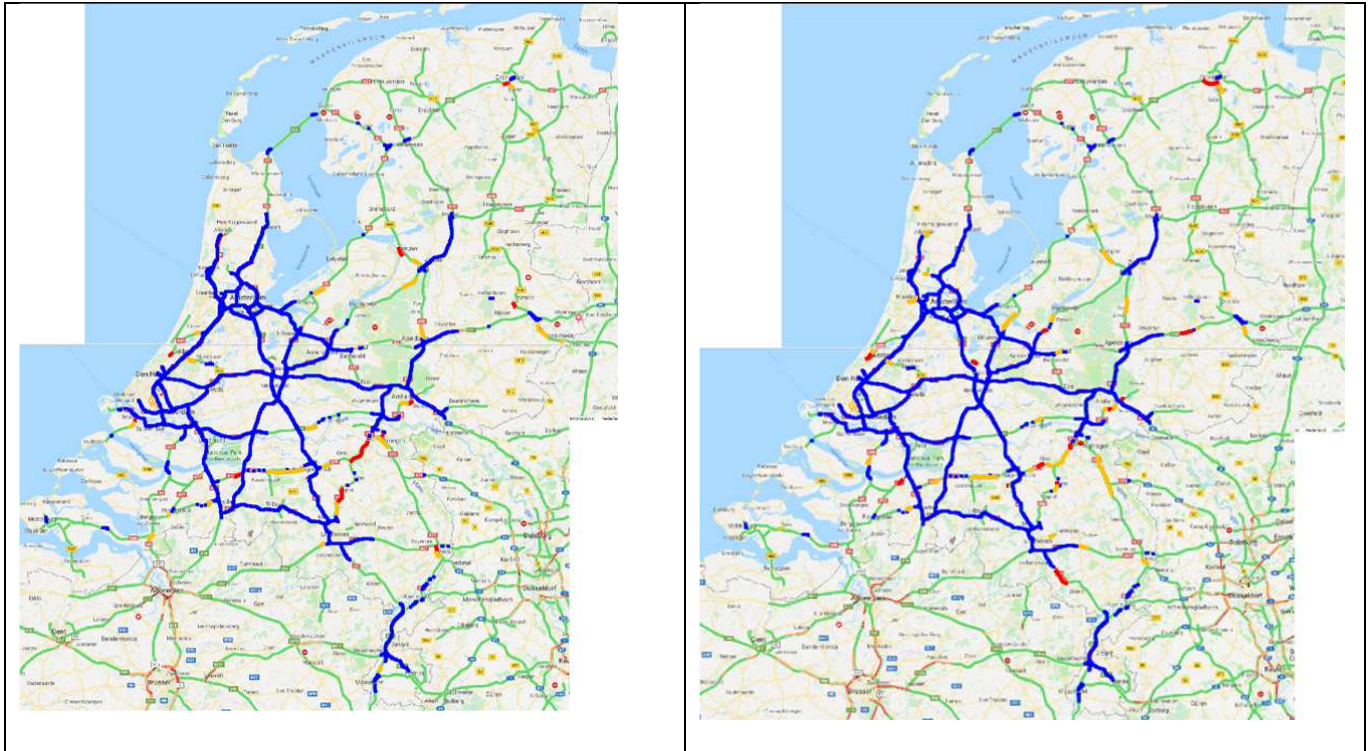
De effecten op doorstroming zijn sterk afhankelijk bevonden van de timing van de waarschuwing. Deze moet zodanig zijn, dat voertuigen op het juiste moment snelheid gaan minderen. Indien het te vroeg gegeven wordt, bestaat het risico dat men te vroeg zal remmen of de waarschuwing zal negeren. Indien de 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.

Het is ook mogelijk 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 (Taale, 2018).

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 (Davidse, et al., 2018 & 2019). 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 (Bakker, 2018). 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 (Google, 2020; Rijkswaterstaat, 2020). Op al deze locaties is geen signalering aanwezig. Een visualisatie van de files buiten gesignaleerd gebied is gegeven in figuur 1. De verwachting is dat vooral op deze locaties, zonder signalering, filestaartbeveiliging met IVS de veiligheid aanzienlijk zou kunnen verbeteren.



Figuur 1: Dagelijkse files in de ochtendspits (links) en avondspits (rechts) in niet-gesignaleerd gebied (blauw is signaleerd gebied)

Concreet betekent dit een afname van kop-staartbotsingen met tenminste 19% (Taale, 2018). 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 (Davidse, et al., 2018). In 2017 was dat 1 van de 9 dodelijke, filegerelateerde kop-staart aanrijdingen (Davidse, et al., 2019). 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 filestaart-beveiliging 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.

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 er meer waarde wordt gezien in een generieke waarschuwing (icoon + audiosignaal). 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 (Klunder, 2016). 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. 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%, zoals blijkt uit databronnen over FCD (Van Waes en Barto, 2017). 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.

Eco-routes met prioriteit voor vrachtverkeer

Met de komst van intelligente verkeersregelininstallaties (iVRI's) ontstaat er een kans om aan netwerkoptimalisatie te doen aan de hand van onderlinge voertuig – infra communicatie. Een van de eerste applicaties 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. Tijdens de workshop is nagedacht over de effecten voor de situatie waarin vrachtverkeer prioriteit krijgt bij iVRI's, met als doel een verlaging van de uitstoot van schadelijke stoffen op deze routes.

Effecten op doorstroming

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 (Willekens, 2018). 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 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 varieert tussen een heel klein negatief effect tot 16% meer VVU's (vergeleken met een weg met normale VRI's).

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 (Willekens, 2018). 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 gehaald.

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% (Taale, 2018).

Conclusies en aanbevelingen

De uitkomsten van de workshop laten zien 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. 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.

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, waarbij het meest wordt verwacht van 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.

Referenties

Bakker, P. (2018). *Kerncijfers mobiliteit 2018*. KiM, 2018.

Davidse, R.J.; W.J.R. Louwerse en K. van Duijvenvoorde (2018). *Dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen in 2016 - Analyse van ongevals- en letsselfactoren en daaruit volgende aanknopingspunten voor maatregelen*. Rapport R-2018-9, SWOV, Den Haag, 2018.

Davidse, R.J.; W.J.R. Louwerse en K. van Duijvenvoorde (2019). *Dodelijke verkeersongevallen op rijkswegen in 2017 - Analyse van ongevals- en letselfactoren en daaruit volgende aanknopingspunten voor maatregelen*. Rapport R-2019-8, SWOV, Den Haag, 2019.

Google (2020). *Google maps, Live traffic*, Online beschikbaar:
<https://www.google.nl/maps/dir///@51.8754821,5.1375702,8z/data=!4m2!4m1!3e0!5m1!1e1?hl=en>.
Geopend 15 mei 2020.

Klunder, G. (2016). *Automatic Incident Detection using Floating Car Data instead of loop detectors - comparison based on measured traffic data*. Rapport TNO R-11688, TNO, Delft, 2016.

Rijkswaterstaat (2020). *Wegkantgegevens*. Online beschikbaar:
https://www.rijkswaterstaat.nl/apps/geoservices/geodata/dmc/weggeg/geogegevens/shapefile/weggeg_wegvakniveau/. Geopend 15 mei 2020.

Taale H. (2018). *Effecten van benutting in Nederland - Een overzicht van 210 praktijkevaluaties*. Versie 4.0, Rijkswaterstaat, 21 december 2018, beschikbaar via https://www.trafficquest.nl/images/stories/documents/Evaluatie/effecten_benutting_v4.0.pdf.

Taale, H.; P. Hamers en A. Soekroella (2019). *Impact van C-ITS use cases - Verslag challenge Den Haag, 11 juni 2019*. TrafficQuest rapport, 22 augustus 2019, beschikbaar via https://www.trafficquest.nl/images/stories/documents/Challenges/rapport_challenge_impact_c-its_use_cases_v1.0.pdf

Van Waes, F. en M. Barto (2017). *Datafusie van floating car data en 'vaste' data*, NM-Magazine, 2017. Online beschikbaar: <https://www.nm-magazine.nl/artikelen/datafusie-van-floating-car-data-en-vaste-data/>. Geopend 15 mei 2020.

Willekens, M. (2018). *Prioriteit vrachtverkeer - Een simulatiestudie naar het effect van prioriteit verlening aan vrachtverkeer op de N279*, rapport DTV Consultants, 2018.