



Nationaal verkeerskundecongres 2016

Floating car data: geschikt voor toepassingen op DRIPS?

M.G. Uenk-Telgen MSc
(*Nationale Databank Wegverkeersgegevens*)

Samenvatting

In opdracht van de provincie Zuid-Holland heeft NDW een pilot uitgevoerd, waarbij de reistijden van vier Floating Car Data leveranciers zijn onderzocht. In deze pilot zijn de FCD reistijden vergeleken met de reistijden van NDW wegkantssystemen met als doel inzicht te krijgen: in de kwaliteit van de data, de wijze waarop deze kwaliteit kan worden beoordeeld en of de kwaliteit voldoende is voor het toepassen van deze reistijden op DRIP's. De resultaten van de pilot tonen aan dat de kwaliteit van de vier onderzochte leveranciers voldoende is voor toepassingen op DRIP's. Dit gaf de provincie voldoende vertrouwen om in het najaar van 2016 een uitvraag te formuleren voor reistijden op basis van FCD. Daarnaast heeft de pilot een goede basis gelegd voor een nieuwe toetsingsmethodiek die NDW in de toekomst hanteert voor het beoordelen van FCD reistijden.

Trefwoorden

Floating car data, reistijden, DRIP's, incidentdetectie, kwaliteitsbeoordeling.

1 Aanleiding

1.1 Provincie Zuid-Holland

De provincie Zuid-Holland gebruikt actuele reistijden zowel intern als in haar communicatie met weggebruikers. Intern worden de reistijden gebruikt voor incident management, wat inhoudt dat zodra de reistijd op bepaalde trajecten boven een vooraf ingestelde waarde uitkomt – lees: als de kwaliteit van de verkeersafwikkeling te veel afneemt – krijgen de medewerkers op de provinciale verkeersmanagementdesk een seintje en kunnen ze in actie komen. Voor de ‘weggebruikerstoepassing’ gebruikt de provincie tien DRIP’s die het verkeer op belangrijke verdeelpunten informeren over de reistijden op de beschikbare routes, met teksten als ‘tot Zoetermeer: via A12 x minuten, via N470 y minuten’.

Beide toepassingen vereisen kwalitatief goede reistijdgegevens. Al vier jaar leunt de provincie hiervoor op inwinning met kentekencamera’s en bluetooth-meetsystemen. De betrouwbaarheid van deze meetmethodieken is in orde, maar de *robuustheid* is minder ideaal. Tijdens wegwerkzaamheden bijvoorbeeld is het een hele toer om de data-inwinning met camera’s overeind te houden. Het probleem van bluetooth-meetsystemen is dat er niet altijd voldoende *matches* zijn (te weinig passerend verkeer dat bluetooth-signaal afgeeft)¹. Het gevolg is dat de provincie de afgelopen jaren met enige regelmaat verstoken bleef van reistijden – waardoor ook de toepassingen voor de desk en de weggebruikers tijdelijk uitvielen.

1.2 NDW

De provincie Zuid-Holland nam daarom contact op met de Nationale Databank Wegverkeersgegevens (NDW) om te praten over mogelijke alternatieve methoden om de reistijd te bepalen. De inwintechniek *floating car data*² (FCD) leek een mogelijke oplossing. Maar welke kwaliteit leveren deze data precies? En is dat voldoende voor de huidige toepassingen.

Wilde NDW deze vragen afdoende kunnen beantwoorden, dan zouden eerst de toetsingscriteria aangescherpt moeten worden. De gebruikelijke kwaliteitstoetsing voor reistijden gaat uit van vaste meetsystemen, waarbij de te toetsen reistijden worden vergeleken met de reistijden die met behulp van kentekencamera’s zijn gemeten. Deze methode is echter minder geschikt voor FCD doordat:

- Deze toetsingsmethodiek gericht is op het toetsen van een meetsysteem en niet een methodiek. In de gebruikelijke toetsingsmethodiek wordt één traject per type weg (autosnelweg, provinciaal of stedelijk) 5 dagen lang bekeken om te controleren of het meetsysteem accuraat is. Voor het beproeven van floating car data reistijden is dit een erg magere steekproef omdat het mogelijk is dat door toeval er op dat moment juist erg veel of erg weinig probes langs rijden, of een schatting op basis van de historie kan voor dat ene traject op die 5 dagen juist erg goed werken. Daarom zegt een dergelijk kleine steekproef voor floating car data meer over het geluk van de leverancier dan de daadwerkelijke werking van zijn methodiek.
- Deze toetsingsmethodiek gericht is op drukke trajecten. In de toetsingsmethodiek worden alleen minuten getoetst waarin het referentiesysteem meer dan 7 voertuigen heeft geregistreerd. Hiervoor is destijds gekozen om met voldoende statistische relevantie een

¹ Zie voor meer informatie over de hoeveelheid matches bij bluetooth metingen:

<http://nationaalverkeerskundecongres.nl/Uploads/2015/9/47.-Uploads2015820150831-Presentatiepaper-Bluetooth-voor-stedelijk-verkeersmanagement.pdf>

² Met floating car data wordt hier bedoeld: actuele verkeersgegevens of statusgegevens die niet met gebruik van wegwagentapparatuur worden ingewonnen, maar door gegevens in te winnen afkomstig van in-car/mobiele apparatuur in voertuigen

oordeel over een meetsysteem te kunnen geven. Voor de reistijden van floating car data zijn we juist ook benieuwd naar de werking van de methodiek bij lage intensiteiten.

- De toetsingsmethodiek gaat uit van identieke start en eindpunten van de te toetsen techniek en de referentiereistijden. Omdat elke floating car data leverancier zijn eigen indeling in trajecten erop na houdt is het organisatorisch nauwelijks mogelijk om op meerdere trajecten van meerdere FCD leveranciers de reistijden te controleren waarbij de begin en eindpunten van de leveranciers allemaal zijn voorzien van een referentiemeetsysteem.

Al met al waren de praktische vraag van Zuid-Holland en de 'toetsvragen' van NDW voldoende redenen een stevige pilot te op te zetten. Omdat ook de gemeenten Den Haag en Rotterdam interesse in FCD toonden, besloot NDW om ook stedelijke (hoofd)wegen in de proef mee te nemen.³

2 De FCD pilot opzet

2.1 Doelen pilot

In het najaar van 2015 is gestart met een FCD pilot op trajecten van de provincie Zuid-Holland, de gemeenten Rotterdam en Den Haag en enkele trajecten op de autosnelwegen in Zuid-Holland. De doelen van deze pilot waren:

- Kwaliteit FCD onderzoeken om te bepalen of het goed genoeg is om fysieke inwinlocaties voor reistijden op provinciale en stedelijke wegen (wellicht alleen deels) in de provincie Zuid Holland te verwijderen;
- Kwaliteit FCD onderzoeken om te bepalen of de reistijden vanuit FCD kunnen worden gebruikt voor het aansturen van DRIPS in de provincie Zuid Holland.
- Eerste indruk krijgen van de variatie in kwaliteit zoals geleverd kan worden door leveranciers, om redelijk inzicht te krijgen in te verwachten kwaliteiten van verscheidene leveranciers en door hen gebruikte technieken;
- Een "best-practice" opzet ontwikkelen waarmee in het vervolg door leveranciers geleverde FCD geëvalueerd en vergeleken kan worden.

2.2 Opzet pilot

Om deze 4 doelen te behalen is in de pilot reistijd data van verschillende leveranciers op verschillende manieren vergeleken met NDW data. In totaal zijn drie batches data van de FCD-leveranciers TomTom, INRIX, HERE en Be-Mobile vergeleken met data uit wegkantsystemen van NDW. In alle drie de batches is data over dezelfde 50 NDW meetvakken meegenomen, maar in verschillende tijdsperiodes. De eerste batch bevatte de gegevens in de periode 21 tot en met 28 september 2015, de tweede batch bevatte data van de periode 8 tot en met 18 november 2015 en de derde batch bevatte data van de periode 18 tot en met 24 februari 2016. De 50 meetvakken zijn een mix van rijkswegen, provinciale wegen én gemeentelijke wegen, met daarbij lange (9 kilometer) en korte trajecten (500 meter). Er is gekeken naar zowel situaties met druk verkeer als met minder druk verkeer.

In deze opzet is nadrukkelijk gekozen om gebruik te maken van alle bestaande meetsystemen en niet ingezet op dure maar mogelijk meer betrouwbare referentiemetingen. Hiervoor is gekozen zodat op meerdere trajecten, voor meerdere periodes data kan worden vergeleken. Bij de

³ De samenwerking lag voor de hand omdat provincie Zuid-Holland en de gemeenten Den Haag en Rotterdam al nauw samenwerken aan de ontwikkeling van verkeersmanagement in *BEREIK!*.

analyse is wel expliciet rekening gehouden met het feit dat de reistijden van de NDW wegkantsystemen niet de exacte waarheid is.

2.3 Data voorbereiding

De data reistijden van de 4 leveranciers bevatten elk hun eigen kenmerken, zoals andere locatiereferentie, tijdsaanduiding en de elementen die mee worden geleverd verschillen per leverancier. Ook de data vanuit de NDW wegkantsystemen bevatten weer andere kenmerken. Om de data vergelijkbaar te krijgen zijn verschillende data voorbereidingslagen toegepast: uniformisering data formats, temporale oplijning (zodat alle datasets het over dezelfde tijdstippen hebben), opschoning van outliers (negatieve snelheden of snelheden van 400 km/u), spatiale oplijning (zodat de reistijden vergeleken worden die over hetzelfde stuk weg gaan en alle locaties zijn aangegeven met een locatiereferentie) en aggregeren naar 5 minuut niveau.

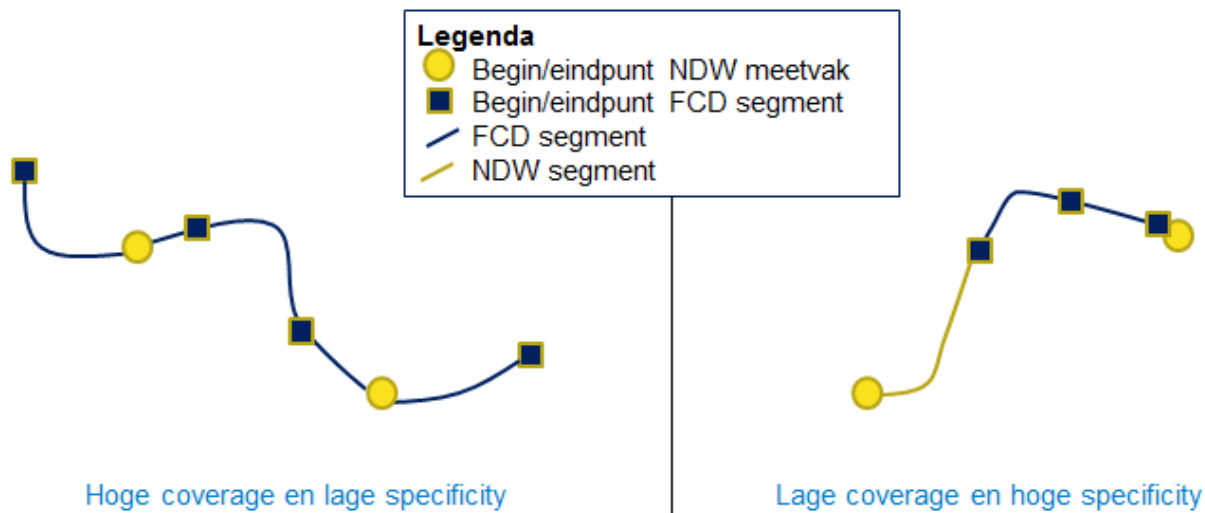
Vijf minuten aggregaten

Zowel de NDW-data als de FCD-data is aangeleverd per minuut. Dus elke minuut is er een nieuw datapunt. Toch is de data in de pilot geaggregeerd naar vijf minuten, zodat bij de vergelijking van NDW data met FCD data een eerlijk beeld ontstaat en de invloed van de onnauwkeurigheden die in de data zijn gesloten door de vier eerdere datavoorbereidingslagen worden verkleind. Daarnaast is er altijd een bepaald niveau van minder interessante variatie in de reistijden als gevolg van onnauwkeurigheden van sensors, kleine variaties in het verkeer, en is een deel van de data ontbrekend. Ook hiervoor helpt het om te aggreren naar vijf minuten-niveau; hiermee worden dergelijke ruis en gaten in de data verminderd.

Het gebruik van vijf-minuutsdata in de analyses betekent niet dat de minuut-data onbruikbaar is of in de praktijk niet gebruikt zou moeten worden; de aggregatie is puur gedaan, in deze analyses, om een zo goed mogelijke vergelijking van verschillende databronnen te kunnen doen. Bij de conclusies wordt daarom ook aandacht gegeven aan de bruikbaarheid van minuut data.

Data selectie: Coverage en specificity

Voor de FCD leveranciers zijn niet alle 50 meetvakken meegenomen in de analyse, omdat voor sommige meetvakken de locatie van het NDW meetvak niet vergelijkbaar was met de locatie(s) van de FCD segmenten. Om alleen die reistijden te analyseren die over vergelijkbare locaties gaan is gebruik gemaakt van twee maten: coverage en specificity. Met de coverage duiden we de fractie aan die weergeeft hoe groot het percentage is van het referentietraject dat wordt gedekt door de FCD-segment(en) die overlap hebben met het traject. Daarmee wordt al duidelijk dat het kan voorkomen dat een NDW meetvak door meerdere FCD segmenten kan worden gedekt. Deze segmenten overlappen elkaar niet. Met specificity wordt de fractie die aangeeft in welke mate de FCD segment(en) die overlap hebben met het referentietraject alleen dat specifieke referentietraject dekken en niet ook stukken weg die niet het referentietraject betreffen. Onderstaande figuur illustreert beide maten. Alleen trajecten met een hoge specificity en coverage zijn meegenomen in de analyse.



Figuur 1 - Voorbeelden coverage en specificity

2.4 Analyses

De analyse en bewerking zijn grotendeels uitgevoerd door Bram Bakker van Cygnify en Björn Heijligers van TNO, in opdracht van NDW. De FCD- en NDW-reistijden zijn op de volgende punten vergeleken:

- De beschikbaarheid van de gegevens in tijd en ruimte.
- Snelheidsplots per traject over de tijd (visuele vergelijking).
- De numerieke waarde van de reistijd of snelheid per 5 minuten. Voor elk traject afzonderlijk is bepaald in hoeverre FCD afwijkt van de NDW-data met 3 verschillende kwaliteitsmaten.
- De numerieke waarde van gesmoothde reistijd of snelheid per 5 minuten. Nadat de data is gesmoothed zijn dezelfde 3 kwaliteitsmaten gebruikt om de afwijking met de NDW data te bepalen.
- Het terecht of onterecht detecteren van (grote) verkeersvertragingen. De niet-reguliere vertragingen zijn hierbij apart onderzocht.
- De tijdigheid van levering van de reistijden.

Beschikbaarheid van de gegevens in tijd en ruimte

In een eerste analyse is onderzocht wat de beschikbaarheid van de gegevens is in ruimte (dus hoeveel wegen worden gedekt) en de beschikbaarheid in tijd (hoeveel minuten wordt er een reistijd gegeven).

Snelheidsplots

Snelheidsplots zijn gemaakt van alle trajecten en datastromen om een eerste gevoel te krijgen bij de data en bijzonderheden op te sporen. In een snelheidplot wordt de reistijd omgerekend naar snelheden weergegeven tegen de tijd. Door in een grafiek de snelheden van zowel de NDW wegkantsystemen als de verschillende FCD leveranciers te plotten wordt een beeld verkregen van de vergelijkbaarheid. De snelheidsplots zijn ook gebruikt bij afwijkende resultaten voor een traject, om op te sporen hoe deze afwijkende resultaten zijn bereikt.

Numerieke vergelijking per 5 minuten

De gebruikte kwaliteitsmaten voor een numerieke vergelijking zijn: root mean squared error voor snelheden (RMSE), de mean absolute error voor snelheden (MAE) en de mean absolute percentage error (MAPE) voor reistijden. De kwaliteitsmaat MAPE wordt momenteel ook gebruikt als onnauwkeurighedsmaat voor de overige reistijden bij NDW. Belangrijk om te vermelden is dat we

naast de FCD data ook een baseline methode onderworpen hebben aan deze kwaliteitsmaten. De baseline methode is een heel eenvoudige inschatting van de reistijd die wordt gebruikt om een beeld te hebben of de FCD het eigenlijk wel beter doet dan deze baseline (heeft deze, met andere woorden, wel toegevoegde waarde ten opzichte van zoiets simpels?); en zo ja hoeveel beter. Met andere woorden, de baseline dient hier niet om een daadwerkelijk alternatief te hebben dat in de praktijk gebruikt zou moeten of kunnen worden, maar om enig vergelijkingsmateriaal te hebben voor de produceerde getallen bij de kwaliteitsindicatoren. Die getallen zijn namelijk dikwijls vrij abstract (wat zegt een 'nauwkeurigheid van 10'?). Dankzij de baseline kun je dingen zeggen als: FCD doet het onder deze omstandigheden zoveel beter dan de simpele baseline, of niet.

In de pilot hebben we de constante *freeflow* reistijd behorend bij een traject, zoals bepaald met de NDW-data zelf, gebruikt als baseline. Als FCD op bepaalde maten onder bepaalde omstandigheden slechter dan of vergelijkbaar met deze *freeflow*-baseline scoort, wil dat zeggen dat FCD niet erg nauwkeurig de ground truth data volgt; en/of dat de ground truth data zo weinig afwijking vertoont van *freeflow* snelheden/reistijden dat zelfs de simpele baseline van *freeflow* reistijd/snelheid al even goed scoort als FCD. Als daarentegen FCD veel beter scoort dan de *freeflow*-baseline, wil dat zeggen dat kennelijk FCD behoorlijk goed de variaties in de ground data volgt, met name ook wanneer de ground truth snelheid/reistijd aanzienlijk begint af te wijken van de *freeflow* snelheid/reistijd (wat de interessantere gevallen zijn).

Numerieke vergelijking op gesmoothde data

Alle data, zowel FCD als NDW, is behoorlijk springerig in de zin dat er hoge-frequentie variatie zit in de geleverde data over snelheden/reistijden als gevolg van kleine toevallige variaties in (gemeten) verkeer en meetfouten van meetsystemen. Deze hoge-frequentie variatie is weinig informatief voor eindtoepassingen (zoals DRIP's) en heeft een aanzienlijke impact op de absolute waarden van de kwantitatieve kwaliteitsmaten.

Een extra analyse die hierom gedaan is, was het bepalen van de standaard-foutmaten (RMSE etc.) op gesmoothde data (data waarin de hoge-frequentie variatie is gedempt). Dat betekent dat de hoge frequentie variatie zoveel mogelijk is vereffend, zodat een meer geleidelijk patroon in de reistijden ontstaan. Dit vereffenen heet *smoothen*. Het *smoothen* van data heeft als doel om te kijken wat de verschillen zijn tussen de reistijden/snelheden waarbij verschillen door de hoge frequentie variatie worden genegeerd. De hoge frequentie variatie ontstaat hetzij door de sensors hetzij door de variatie in het verkeer.

Het *smoothen* is uitgevoerd door eerst gaten in de data (zo mogelijk) in te vullen mbv een interpolatie-techniek (nodig voordat een *smoothing*-filter gebruikt kan worden), en daarna een (vrij standaard) low-pass filter toe te passen. Het *smoothing* filters de hoge-frequentie noise er voor een belangrijk deel uit zonder de belangrijke patronen te verliezen. In dit geval is het zogenaamde Savitzky-Golay filter gebruikt, waarvan de details te vinden zijn op bijv. wikipedia⁴, maar deze details zijn niet heel belangrijk om de essentie te begrijpen. Dit *smoothing* filter is gekozen omdat deze eenvoudig is in te zetten en goed de hoge frequentie variatie er uit haalt. Dit filter gebruikt echter wel waarden uit de toekomst en zou dus voor inzet in de real-time praktijk niet toepasbaar zijn; wel zijn er verschillende andere *smoothing* filters die alleen recente en niet toekomstige waarden gebruiken (bijv. o.b.v. een gewogen 'moving average'), die ook goed de hoge frequentie variatie eruit halen, en die wel geschikt zouden zijn voor real-time *smoothing*-gebruik.

Detecteren van grote verkeersvertragingen.

Het terecht of onterecht detecteren van grote vertragingen is geanalyseerd aan de hand van de Qualitätskennziffer (QKZ). De QKZ methode maakt gebruik van 2 scores: een hit rate (QKZ1) en een false alarm rate (QKZ2). De hit rate geeft het percentage van de vertragingen aan dat door de FCD leverancier terecht wordt geregistreerd wanneer vergeleken met referentiemetingen. De false alarm

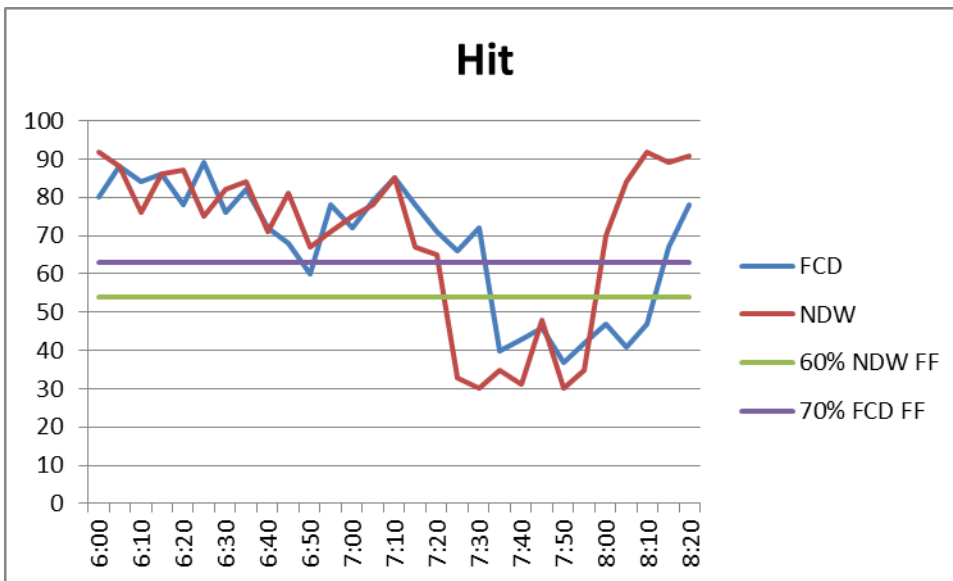
⁴ https://en.wikipedia.org/wiki/Savitzky-Golay_filter

rate geeft het percentage van de vertragingen aan dat wel door de FCD leverancier wordt gemeld maar niet door referentiemetingen. Deze beide rates worden berekend voor reguliere en niet reguliere vertragingen. In deze pilot hebben we gebruik gemaakt voor verschillende definities van vertragingen voor de hit rate en voor de false alarm rate welke zijn weergegeven in onderstaande tabel. Zie Figuur 2 en Figuur 3 voor een voorbeeld van een hit en een false alarm.

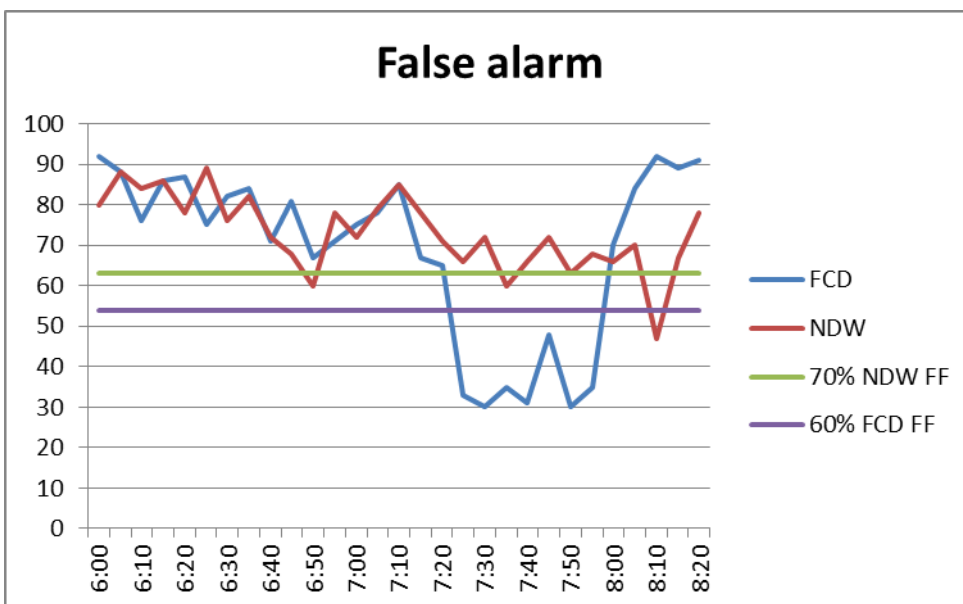
	Definitie vertraging NDW data	Definitie vertraging FCD
Hit	Snelheid lager dan 60% van de freeflow snelheid voor tenminste 3 aaneengesloten timebins van 5 minuten (dus zonder missende waarden voor een van de drie timebins). De periode van vertraging is afgelopen als voor tenminste 3 aaneengesloten timebins van 5 minuten de snelheid weer boven de 60% van de freeflow snelheid ligt.	Snelheid lager dan 70% van de freeflow snelheid voor tenminste 3 aaneengesloten timebins van 5 minuten (dus zonder missende waarden voor een van de drie timebins). De periode van vertraging is afgelopen als voor tenminste 3 aaneengesloten timebins van 5 minuten de snelheid weer boven de 70% van de freeflow snelheid ligt.
False alarm	Snelheid lager dan 70% van de freeflow snelheid voor tenminste 3 aaneengesloten timebins van 5 minuten (dus zonder missende waarden voor een van de drie timebins). De periode van vertraging is afgelopen als voor tenminste 3 aaneengesloten timebins van 5 minuten de snelheid weer boven de 70% van de freeflow snelheid ligt.	Snelheid lager dan 60% van de freeflow snelheid voor tenminste 3 aaneengesloten timebins van 5 minuten (dus zonder missende waarden voor een van de drie timebins). De periode van vertraging is afgelopen als voor tenminste 3 aaneengesloten timebins van 5 minuten de snelheid weer boven de 60% van de freeflow snelheid ligt.

Er is bewust gekozen voor verschillende definities van grote vertragingen (60 vs 70%), wat tot een relatief iets 'soepeler' beoordeling leidt aangaande wat een hit is en wat nog geen false alarm is dan exact symmetrische grenzen. Dit is gedaan zodat het niet kan gebeuren dat als NDW net een vertraging van bijvoorbeeld 59% registreert en de FCD een snelheid van 61% van de freeflow, dit niet leidt tot een 'miss' terwijl duidelijk wel dezelfde vertraging wordt gedetecteerd, en andersom.

Merk op dat zo'n klein verschil van bijv. 2 procentpunten makkelijk kan ontstaan puur door kleine verschillen als gevolg van het feit dat het verschillende databronnen betreft; en waar we met deze maat in geïnteresseerd zijn zijn de grote, grovere patronen van congestie: worden die afdoende (maar niet persé exact hetzelfde) gedetecteerd?



Figuur 2- Een voorbeeld van een hit



Figuur 3 - Een voorbeeld van een false alarm

Tijdigheid

Tijdigheid beschrijft het verschil tussen het daadwerkelijk optreden van een verkeersfenomeen en het detecteren van dit fenomeen in de data. Omdat het tijdstip van het daadwerkelijk optreden niet bekend is wordt in de typetest het tijdstip van detecteren van een verkeersfenomeen in de FCD vergeleken met het tijdstip van detecteren in NDW data. In deze analyse wordt gebruik gemaakt van de minuut data in plaats van de geaggregeerde vijfminuten zoals bij de andere analyses. De daadwerkelijk aangeleverde reistijden of snelheden en het tijdstip van ontvangen vormen de basis voor deze analyse. Dit tijdstip noemen we het tijdstempel van deze data.

De tijdigheidsanalyse vindt op 1 minuut niveau plaats op de snelheidsdata. Dat betekent dat de data op 1 minuutniveau wordt bekeken en dat indien reistijden als bron zijn aangeleverd deze reistijden zijn omgerekend naar (instantane) trajectnsnelheden. Ontbrekende minuten in de data van de referentiemeting en de FCD reistijden worden lineair geïnterpoleerd. Om te zorgen dat grote

belangrijke patronen de uitkomsten bepalen en outliers niet de uitkomst van deze tijdigheidsanalyse onterecht te laten beïnvloeden worden duidelijke outliers verwijderd en wordt de data gesmoothed met een low-pass filter.

Vervolgens wordt met cross-correlatie bepaald bij welke verschuiving in hele minuten (20 minuten naar achteren en 20 minuten naar voren) de FCD reistijden het beste matchen op de NDW reistijden. De verschuiving met de hoogste correlatie, mits voldoende hoog ($> .3$), wordt beschouwd als de tijdigheid van het traject (vertraging, latency ten opzichte van NDW-sensordata). De mediaan van de tijdigheidsscore van de trajecten samen is de tijdigheid voor de betreffende leverancier.

3 Resultaten

Over het algemeen laten de vier FCD leveranciers vergelijkbare resultaten zien. Toch zitten er een aantal verschillen tussen de vier FCD leveranciers, welke vermeld worden bij de resultaten.

3.1 Beschikbaarheid in tijd en ruimte

Drie van de vier FCD leveranciers hebben een grotere beschikbaarheid van reistijden dan de NDW data (90-100% tegen 67-72%). NDW heeft een lagere beschikbaarheid in reistijden omdat zij alleen een reistijd doorgeven als er een voertuig is gemeten, de drie FCD leveranciers maken in principe elke minuut een inschatting van de reistijd ongeacht of ze een voertuig hebben gedetecteerd in de betreffende minuut. De vierde leverancier heeft een lagere beschikbaarheid omdat deze alleen data door levert bij grotere vertragingen, in de overige gevallen kan de vrije doorstroom snelheid worden aangenomen. Dit resulteert in een reistijdbeschikbaarheid van 20% voor de FCD leverancier. De vier FCD leveranciers hebben alle vier een grotere dekking van het wegennet. Dit houdt in dat zij voor meer wegen een reistijd bepalen dan NDW (de FCD leveranciers bemeten een wegennet orde grootte 60.000 km en NDW 6800 km).

3.2 Snelheidsplots

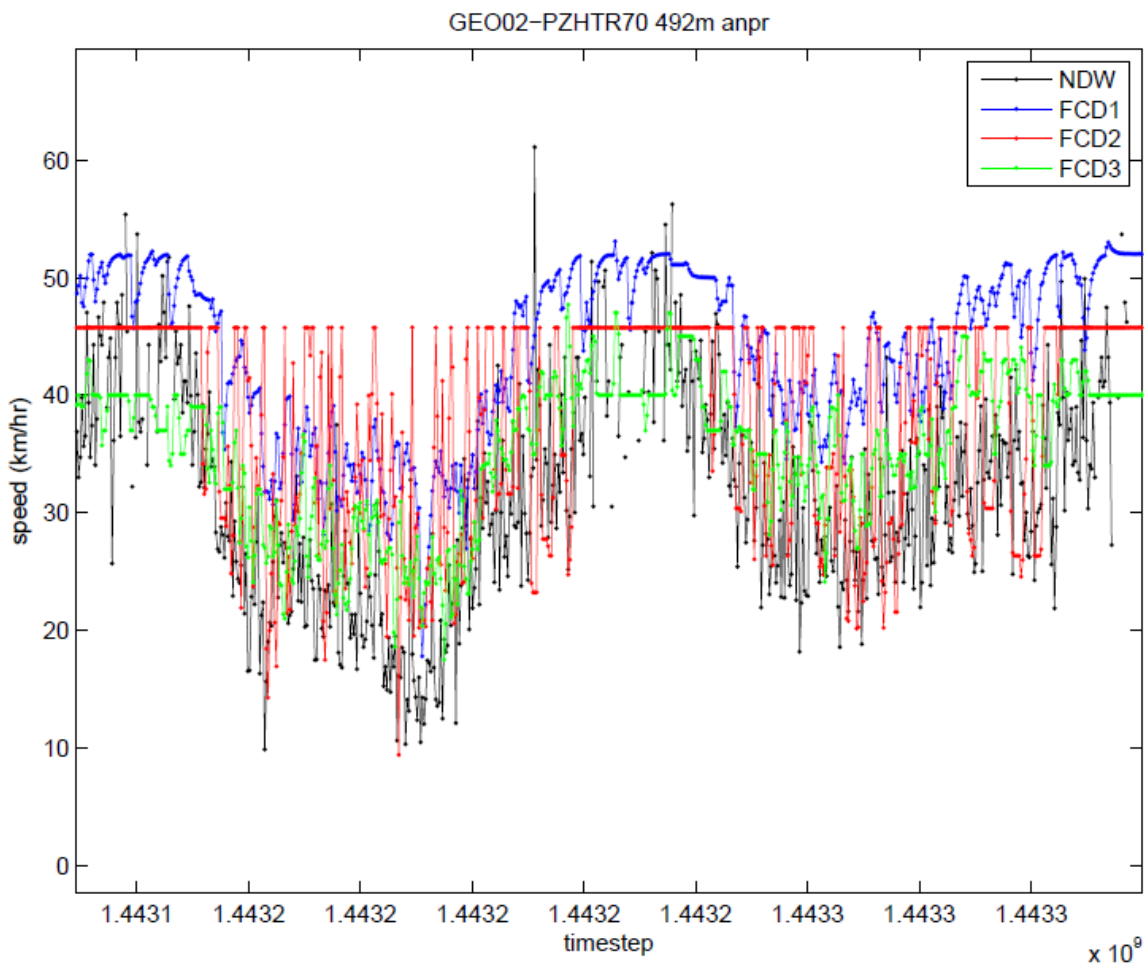
De FCD-reistijden en NDW-data tonen dezelfde patronen over de tijd, met vaak op dezelfde momenten vertragingen en pieken in de snelheden. Er zijn echter ook enkele verschillen zichtbaar. Op een aantal trajecten is de reistijd voor de ene leverancier structureel lager of juist hoger, het is niet zo dat een leverancier voor alle trajecten structureel hogere of lagere snelheden door levert.

3.3 Numeriek vergelijking per 5 minuten

Als de data in detail per 5 minuten worden bekeken zijn afwijkingen zichtbaar. Dat is niet verwonderlijk. Er is altijd een zekere variatie in reistijden binnen de vijf minuten, wat wordt verduidelijkt met onderstaand voorbeeld.

Figuur 4 toont de snelheden van drie FCD leveranciers en de NDW data (zwarte lijn) op een kort provinciaal traject. In deze grafiek is duidelijk te zien dat de snelheid op dit traject sterk variabel is. Dat betekent dat voertuigen die in dezelfde minuut vertrekken niet dezelfde reistijd op dit traject hebben. Als het ene meetsysteem het ene voertuig meet en het andere meetsysteem het andere zal de reistijd

voor de betreffende 5 minuten van elkaar verschillen.



Figuur 4 Snelheden van drie FCD leveranciers en NDW wegkantsysteem op een traject

Versillen in de reistijden ontstaan ook doordat de trajecten niet 100% met elkaar overeenkomen. Het begin en de eindpunten van de FCD leveranciers liggen niet op dezelfde locatie als de NDW meetlocaties. Het daarbij toevallig wel of niet meenemen van een VRI kan grote invloed op de reistijdvergelijking hebben.

Belangrijk om op te merken is dat ook de NDW data niet foutloos is, wat betekent dat een verschil tussen NDW data en FCD niet altijd hoeft te betekenen dat de FCD foutief is. Met andere woorden, ook al is het nodig, nuttig, en heel goed mogelijk om de NDW-data als de 'ground truth' te nemen waarmee de FCD-data vergeleken wordt, we moeten dat wel in dit perspectief zien: de NDW-data is ook niet perfect en soms kan de FCD-data het misschien wel beter hebben dan de NDW-data. Anderzijds betekent dat niet dat deze analyse betekenisloos is. De kwantitatieve getallen van de foutmaten zeggen wel degelijk behoorlijk wat over kwaliteit en over het feit of dezelfde verkeersfenomenen correct worden waargenomen. Maar de absolute getallen die uit de analyses komen kunnen niet rechtstreeks geïnterpreteerd worden als getallen die direct iets zeggen over de absolute fout ten opzichte van de werkelijkheid.

RMSE

De gemiddelde afwijking voor de RMSE kwaliteitsmaat voor de vier FCD leveranciers t.o.v. de NDW-data niet erg groot is (meestal in de orde van een gemiddelde 'afwijking' van 9 tot 12 km/u, in de drie batches, voor alle perioden), maar ook weer niet veel kleiner dan de baseline resultaten. Als alleen naar de congestie-momenten wordt gekeken is te zien dat de 'fouten' iets

groter worden, wat te verwachten is bij congestie vanwege het dan grotere variabele karakter van het verkeer en andere meetsystemen die net iets ander verkeer meten. Maar die afwijking wordt slechts beperkt groter (in de orde van gemiddeld 15 tot 20 km/u), terwijl de fouten van de baseline zeer groot worden (in de orde van gemiddeld 35 tot 50 km/u). Dit betekent dat FCD goed de congestie-patronen vangt, immers als er niet terecht vertraging werd gemeld zou FCD ongeveer net zo hoog als de baseline scores. Dit is te zien op alle drie de batches van data. De resultaten voor de FCD zijn zowel voor de stedelijke, als provinciale en autosnelwegen vergelijkbaar.

MAE

Opnieuw (net als bij RMSE) zien we dat de nauwkeurigheid van FCD vergeleken met de freeflow-baseline niet sterk achteruit gaat tijdens congestie-momenten. De gemiddelde afwijking ten opzichte van de NDW-referentiedata varieert van gemiddeld 5 km/u (overall) tot maximaal gemiddeld 20 km/u (tijdens congestie, provinciale trajecten). Dit betekent dat de FCD goed dezelfde snelheden van voertuigen meet, ook tijdens files.

Op provinciale wegen lijkt de kwaliteit relatief het minste, m.n. als je kijkt naar congestie-momenten. Daarbij moet wel aangetekend worden dat de resultaten enigszins gekleurd lijken te worden door een aantal trajecten, met name met bluetooth-metingen, waar de NDW-data soms wel erg springerig is en grote uitschieters heeft (en dus verdacht is); daar zou de NDW-data dus soms foutief kunnen zijn waardoor FCD er (terecht) vanaf wijkt.

MAPE

Ook in termen van MAPE en reistijd krijgen we in essentie vergelijkbare uitkomsten: de FCD heeft relatief kleine afwijkingen vergeleken met de NDW-reistijden op de overall tijdspunten; en ook weer is dit niet een grote verbetering ten opzichte van de baseline. Tijdens congestie-momenten worden de afwijkingen wat groter, maar een stuk meer voor de baseline dan voor de FCD-data (. In absolute zin lijken de MAPE-getallen voor FCD tijdens congestie vrij hoog. Maar dergelijke verschillen zijn te verwachten gegeven kleine verschillen in geschatte lage snelheid van de gemiddelde automobilist (wat leidt tot aanzienlijke verschillen in geschatte reistijd) en de inherente ruis en onnauwkeurigheden bij beide types data (NDW en FCD). Ter vergelijking: NDW hanteert een grens van gemiddeld 10% onnauwkeurigheid per minuut voor B kwaliteit, welke wordt getoetst met een typetest. Enkel komen met een typetest de trajecten van het referentiesysteem en de te toetsen techniek exact overeen. Daarnaast is al bij de eerdere datafusie-pilot gebleken dat een dergelijke typetest en bijbehorende eisen zich niet goed leent om de kwaliteit van FCD te toetsen.

3.4 Numerieke vergelijking op gesmoothde data

De gevonden afwijkingen voor de drie kwaliteitsmaten op gesmoothde data zijn een stuk lager (25 tot 35%) dan op de "normale" 5 minuut data, met name tijdens congestie. Dit bevestigt het beeld dat een aanzienlijk deel van de 'onnauwkeurigheden' komt door oninteressante variatie, en dat de werkelijke verkeerspatronen door FCD goed en vergelijkbaar met de huidige NDW-systemen waargenomen worden. Tenslotte suggereert het ook dat dergelijke smoothing goed is om de 'echte' patronen beter te kunnen zien, ook voor bijvoorbeeld verkeersinformatie zoals op DRIP's en/of andere verkeersmanagement-toepassingen.

Conclusie numerieke vergelijkingen

De FCD-reistijden blijken een iets grotere 'bandbreedte' rond de reistijden van de NDW-meting te hebben dan reistijden op basis van camera's en lussen. Dit betekent dat de nauwkeurigheid per 5 minuten waarschijnlijk iets lager is. Ook dat is geen verrassing, maar het is wel belangrijk vast te

stellen in hoeverre FCD-reistijden dan nog bruikbaar zijn voor praktische toepassingen als die van provincie Zuid-Holland. Voor de toepassingen op de desk en in de communicatie is het vooral belangrijk dat eventuele vertragingen *goed* en *tijdig* worden gedetecteerd, zodat er bijvoorbeeld correct en vlot 'beïnvloed' kan worden met tekstmeldingen op de DRIP. Hoe doen de FCD-reistijden het op deze punten?

3.5 Detecteren van grote verkeersvertragingen

De resultaten op QKZ laten zien dat de hit rate (congesties terecht detecteren) van FCD hoog is (gemiddeld in de orde van 75 tot 95%) en de false alarm rate (onterecht congesties rapporteren) laag is (gemiddeld in de orde van 3 tot 12%), wat het beeld (op basis van directe numerieke vergelijking van data op 5-minuten niveau, zie hierboven) bevestigt dat de congestie patronen door FCD goed, en vergelijkbaar met NDW, waargenomen worden. Hierbij dient te worden opgemerkt dat ook de NDW-data niet perfect is, dus wat er al aan misses (non-hits) en false alarms uit deze analyse komt dus zelfs nog gerelativeerd dient te worden. Wel kan worden opgemerkt dat één FCD leverancier iets conservatiever lijkt in het rapporteren van verstoringen en daarmee iets meer van de door NDW-data gedetecteerde vertragingen mist.

Opvallend is dat de irreguliere vertragingen nog wat beter worden opgemerkt dan reguliere vertragingen. Dit betekent dat de vertragingen echt worden gedetecteerd op basis van actuele metingen en niet op basis van historische patronen.

3.6 Tijdigheid

In tegenstelling tot wat vaak gedacht wordt over de FCD reistijden zijn de NDW reistijden voor korte tot middellange trajecten tijdiger (vertragingen worden eerder gemeld). De FCD-gegevens over vertragingen komen voor de korte tot middellange meettrajecten dus iets later binnen dan bij NDW-reistijden gebaseerd op camera's: 1-10 minuten later. Dit komt onder meer doordat de FCD-leveranciers een file graag bevestigd zien door meerdere voertuigen voordat ze deze publiceren. Maar voor lange trajecten (meerdere kilometers) scoren FCD-metingen juist beter. Bij metingen met vaste meetpunten, zoals bij de NDW-referentiemeting, moet een voertuig immers eerst het gehele traject afleggen voordat de reistijd kan worden doorgegeven, terwijl FCD al gedurende het traject gegevens van voertuigen rapporteert. Bij de tijdigheid analyse zien we wel kleine verschillen tussen de vier FCD leveranciers.

4 Conclusie en vervolg

4.1 Conclusies resultaten

Alle vier de onderzochte FCD-leveranciers leverden FCD-data van goede kwaliteit, volgens de bekeken criteria. Voor grote verschillen tussen de verschillende onderzochte FCD-leveranciers zijn in de huidige analyses geen aanwijzingen gevonden. Wel zijn er kleinere verschillen gevonden die kenmerkend voor bepaalde leveranciers zijn.

De nauwkeurigheid van reistijden van FCD is minder dan bijvoorbeeld van reistijden van ANPR camera's of lussen, indien die laatste goed zijn af- en ingesteld. Dit betekent dat de reistijden per vijf minuten in een grotere bandbreedte van de gemiddelde reistijd van alle voertuigen in deze vijf minuten liggen, dit wordt grotendeels veroorzaakt doordat FCD slechts een deel van het verkeer registreert en er veel variatie zit in de reistijden tussen de verschillende voertuigen. FCD heeft als voordeel dat het een uniforme methode is, die minder last heeft van slechte individuele instelling en afstelling. De pilot toonde ook dat de patronen (wanneer treedt er vertraging op, wanneer is de vertraging afgelopen) wel heel nauwkeurig worden aangegeven. Dit geldt zowel voor de dagelijkse vertragingen als de onverwachte vertragingen.

In deze pilot hebben we de data vergeleken op basis van vijf-minuutsdata. De conclusies zouden niet wezenlijk anders zijn wanneer we zouden kijken naar één-minuut in plaats van vijf-minuutsdata. De invloed van kleine onnauwkeurigheden bij spatieel en temporeel oplijnen en de map matching problemen zouden alleen wel groter zijn. Daarnaast is de hoge frequentie variatie in het verkeer ook groter op minuut-niveau dan op vijf minuten-niveau. Dat betekent dat de bepaalde foutmaatgetallen in absolute zin allemaal wat groter zouden zijn (voor zowel FCD als baseline), maar dat nog steeds het patroon goed gevolgd wordt.

4.2 Vervolg Zuid Holland

Voor de toepassing van reistijden op DRIPs zijn we niet geïnteresseerd in de hoge-frequentie variatie, zodat de weergegeven reistijden en adviezen op de DRIPs ook niet van minuut tot minuut sterk verschillen. Daarom is het aan te bevelen om, ongeacht de bron van reistijden (ANPR – camera's, bluetooth of bijvoorbeeld FCD), een vorm van smoothing toe te passen op trajecten met veel hoge-frequentie variatie. In deze pilot hebben we gezien dat de FCD reistijden de nauwkeurigheid van vaste meetsystemen benaderd nadat een vorm van smoothing is toegepast, daarnaast toonden de resultaten aan dat FCD reistijden zeer geschikt zijn om het begin en einde van een congestie periode te detecteren. Daarom kunnen we concluderen dat de onderzochte FCD reistijden geschikt zijn voor het gebruik van de provincie Zuid Holland voor de DRIPs.

Ook de provincie Zuid Holland heeft op basis van de resultaten van deze pilot voldoende vertrouwen in de FCD reistijden om een uitvraag voor FCD reistijden te formuleren. In het najaar van 2016 zal de provincie samen met NDW deze uitvraag publiceren. Als de aanbesteding succesvol is, heeft de provincie hiermee een betrouwbaar en robuust alternatief gevonden voor de reistijdinwinning met wegkantsystemen.

4.3 Vervolg NDW

De pilot heeft ook voor NDW waardevolle inzichten opgeleverd voor het definiëren van de kwaliteitscriteria van FCD. De verschillende kwaliteitsmaten die zijn gebruikt, gaven bijna elk inzicht in een ander element van reistijden (alleen de resultaten van de MAE en RMSE zijn dusdanig vergelijkbaar, dat is gekozen is om in de toekomst alleen gebruik te maken van RMSE). Het terecht of onterecht detecteren van een vertraging is als enige vergelijking niet genoeg, omdat er nog steeds sprake kan zijn van een veel hogere of lagere snelheid in de zogenaamde freeflow-toestand. Enkel een numerieke vergelijking biedt ook onvoldoende houvast, omdat nog steeds veel vertragingen kunnen worden gemist (als het gemiddeld maar klopt). Voor NDW bevestigde dit het vermoeden dat de kwaliteit van FCD beter kan worden beschreven op basis van *meerdere* kwaliteitsmaten.

Daarom is gekozen om FCD reistijden bij aanbestedingen in ieder geval te beoordelen op: de QKZ score, RMSE op snelheden, MAPE op reistijden, de tijdigheid van de data en de beschikbaarheid van de data. Deze kwaliteitsbeoordelingen samen vormen een toetsingsmethodiek die in tegenstelling tot de gebruikelijk NDW toetsingsmethodiek wel de methodiek beoordeeld en niet het meetsysteem, rekening houdt met locatie verschillen en zowel geschikt is voor drukke en rustige trajecten. Met deze pilot is dus een basis gelegd voor de toetsingsmethodiek die NDW gebruikt in toekomstige aanbestedingen van FCD reistijden.

Daarnaast is NDW voornemens de pilot grotendeels te herhalen in Noord- en Oost-Nederland, met name om te toetsen of de resultaten ook stand houden voor de minder druk bereden wegen. Daarnaast wil NDW andere gebruiksmogelijkheden van FCD onderzoeken, zoals vroege incidentdetectie, voorspellingen en trigger-functies voor de verkeerscentrale.