



TrafficQuest
CENTRE FOR EXPERTISE ON TRAFFIC MANAGEMENT

TrafficQuest rapport

Vervanging wegkantsystemen door in-carsystemen

Een quick scan analyse

Verslag challenge, Delft, 29 mei 2017



Colofon

Auteurs	Fieke Beemster (TNO) Isabel Wilmink (TNO) Henk Taale (Rijkswaterstaat & TU Delft)
Datum	17 mei 2018
Versie nummer	1.1
Uitgegeven door	TrafficQuest Postbus 5044 2600 GA DELFT
Informatie	Henk Taale
Telefoon	+31 88 798 24 98

TrafficQuest is een samenwerkingsverband van



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu



TrafficQuest
CENTRE FOR EXPERTISE ON TRAFFIC MANAGEMENT

Vervanging wegkant- systemen door in-carsystemen

Een quick scan analyse

17 mei 2018

Inhoudsopgave

1.	Waarom een challenge over wegkantsystemen?	5
1.1.	Aanleiding voor de challenge.....	5
1.2.	Doel van de challenge.....	5
1.3.	Vorbereiding	6
1.4.	Aanwezige experts	7
1.5.	Aanpak	8
1.6.	Leeswijzer	9
2.	Dynamisch Routeinformatie Paneel (DRIP)	10
2.1.	Informatie DRIP.....	10
2.2.	Discussie	10
2.3.	Conclusies	12
3.	Filestaartbeveiliging	13
3.1.	Informatie filestaartbeveiliging	13
3.2.	Discussie	14
3.3.	Conclusies	15
4.	Strookmanagement	17
4.1.	Informatie strookmanagement	17
4.2.	Discussie	17
4.3.	Conclusies	18
5.	Hoogtemelding	20
5.1.	Informatie hoogtemelding	20
5.2.	Discussie	21
5.3.	Conclusies	21
6.	Toeritdosering	23
6.1.	Informatie toeritdosering.....	23
6.2.	Discussie	23
6.3.	Conclusies	24
7.	Dynamische snelheidslimieten	25
7.1.	Informatie dynamische snelheidslimieten	25
7.2.	Discussie	25
7.3.	Conclusies	26
8.	Conclusies en aanbevelingen.....	27
8.1.	Conclusies	27
8.2.	Aanbevelingen voor verder onderzoek	29
	Referenties	31

1. Waarom een challenge over wegekantsystemen?

1.1. Aanleiding voor de challenge

Met de opkomst van in-carsystemen kunnen er steeds meer functies van wegekantsystemen in de auto gebracht worden. Om die reden wordt verwacht dat in de toekomst veel wegekantsystemen gedeeltelijk of geheel overbodig worden. Echter, wegekantsystemen kunnen pas worden weggehaald wanneer de penetratiegraad van in-carsystemen hoog genoeg is. Omdat er hoge kosten gemoeid zijn met wegekantsystemen is het vanuit een financieel oogpunt interessant om te bekijken welke wegekantsystemen bij welke penetratiegraad weggehaald kunnen worden of niet meer vervangen hoeven te worden. Hierbij mag de veiligheid uiteraard niet in het geding komen. Rijkswaterstaat heeft TNO gevraagd om dit vraagstuk door middel van een *challenge* - een quick scan analyse door experts met een korte doorlooptijd - te analyseren.

1.2. Doel van de challenge

Het doel van de challenge is om te inventariseren welke wegekantsystemen in Nederland mogelijk geheel of gedeeltelijk overbodig worden door vervanging van de functionaliteit door in-car systemen. Er wordt een afweging gemaakt op basis van veiligheid en comfort. Ook de kosten (aanschafkosten, onderhoudskosten en verwijderingskosten) zijn bekeken.

Bij veiligheid gaat het om het aantal ongevallen. De veiligheid mag niet in het geding komen, dus het verwachte aantal ongevallen mag ten opzichte van de huidige situatie niet stijgen. Comfort speelt een rol bij maatregelen die niet direct nodig zijn om de veiligheid te garanderen maar die weggebruikers wel als comfortverhogend kunnen ervaren (en dus kunnen missen als ze er niet meer zijn). Een voorbeeld hiervan zijn de stickers met de maximumsnelheid die op de hectometerbordjes zijn geplakt, dit ter aanvulling op alleen maar één bord met de maximumsnelheid aan het begin van een traject.

Bij de kosten (in euro's) is primair gekeken naar de kosten voor de overheid. Bij een transitie naar in-carsystemen zal echter ook gekeken moeten worden naar de kosten voor andere partijen (bijvoorbeeld service providers, eindgebruikers).

Voor besluitvorming over het weghalen of niet meer vervangen van wegekantsystemen is meer inzicht nodig in hoe in-carsystemen functioneren voor de weggebruiker en of wegekantsystemen nog nodig zijn of optioneel zijn bij verschillende penetratiegraden van in-carsystemen.

Opgemerkt dient te worden dat in de challenge alleen is gekeken naar in-carsystemen die min of meer één-op-één een wegekantsysteem kunnen vervangen. Er is niet gekeken naar hoe functies kunnen veranderen of overbodig worden naar aanleiding van de introductie van nieuwe technologieën. Ook is niet gekeken naar hoe in-car systemen de oorzaken kunnen wegnemen van de verstoringen waar de wegekantsystemen voor geïmplementeerd zijn (bijvoorbeeld: voorkomen van files).

1.3. Voorbereiding

Ter voorbereiding van de challenge zijn verschillende inventarisaties gedaan, die input vormden voor de workshop met experts. Het betreft een quick scan inventarisatie van de beschikbare kennis en een analyse van de volgende onderwerpen:

- de huidige wegkantsystemen;
- de vervangende in-carsystemen;
- de kosten (van de wegkantsystemen).

Per wegkantsysteem is een beschrijving uitgewerkt die in de workshop als uitgangspunt gebruikt werd. Voor een deel van de systemen is ook informatie beschikbaar over de (verwachte) effecten van het wegkant- en het vervangende in-carsysteem.

Inventarisatie huidige wegkantsystemen

Op basis van o.a. de presentatie 'Traffic management in the Netherlands' (Taale, 2016) is er een inventarisatie gemaakt van de huidige wegkantsystemen. De volgende systemen zijn het meest voorkomend in Nederland en daarom geselecteerd voor deze challenge:

- Dynamisch Route-Informatiepaneel en Grafisch Route-Informatiepaneel (DRIP/GRIP)
- Motorway Traffic Management system
 - Filestaartbeveiliging / Automatische Incident Detectie
 - Lane control
 - Dynamische snelheidslimiet
 - Monitoring
- Toeritdosering
- Statische en flexibele bebording (kantelwals)
- Verkeerslichten
- Camera's
- Hoogtemelding
- Weigh in motion (WIM)
- Slagbomen (tunnels, wisselstrook en bruggen)

Inventarisatie vervangende in-carsystemen

Per wegkantsysteem zijn vervangende in-carsystemen geïnteriseerd. Dat is gedaan op basis van een lijst met verkeerskundige functies (Taale, 2015). De in-carsystemen worden, per wegkant-systeem, beschreven in hoofdstuk 2 tot en met 7.

Inventarisatie kosten

De inventarisatie van de kosten is, gezien het quick scan karakter van de challenge, beperkt tot informatie die te vinden is in het rapport 'Objectbeheer regime Dynamisch Verkeersmanagement 2016' (Rijkswaterstaat, 2016). In dit rapport is informatie over (en van invloed op) de kosten van wegkantsystemen opgenomen, waarvan in deze notitie de volgende elementen worden gebruikt namelijk:

- *Vaste kosten*: vaste kosten zijn in dit geval de jaarlijkse gemiddelde onverwachte reparatiekosten.

- *Variabele kosten*: variabele kosten zijn in dit geval de aanschafkosten van het systeem.
- *Levensduur*: de levensduur (in jaren) van het systeem. De levensduur is relevant omdat hiermee de jaarlijkse afschrijfkosten van het systeem kunnen worden berekend. Het berekenen van deze jaarlijkse afschrijfkosten valt buiten de scope van deze challenge.

Voor een actualisatie van de kosten is gebruik gemaakt van factsheets die Rijkswaterstaat uitbrengt (Rijkswaterstaat, 2018) en informatie van RWS-medewerkers die hier mee bezig zijn. Alle kosten zijn inclusief BTW.

In het rapport is geen informatie opgenomen over:

- *Operationele kosten*: de operationele kosten zijn bijvoorbeeld de benodigde energiekosten voor het draaiend houden van het systeem, kosten voor personeel om systemen te bedienen en software te onderhouden, en kosten m.b.t. communicatie en de centrale aansturing van het MTM-systeem.
- *Onderhoudscontracten*: dit zijn de contracten die Rijkswaterstaat heeft met onderhoudsbedrijven. Deze bedrijven houden de wegkantsystemen schoon en testen periodiek of het systeem nog werkt.

De kosten voor het weghalen van het systeem worden ook niet genoemd in het document. Hans van Knotsenburg (expert asset management Rijkswaterstaat) heeft aangegeven dat hierbij gerekend kan worden op 10% van de aanschafkosten. Tenslotte geeft Hans Knotsenburg aan dat er nog kosten worden gemaakt voor andere landelijke taken rondom verkeersmanagement.

Inventarisatie bestaande studies over impacts van vervanging wegkantsystemen

In het CEDR project ANACONDA is een literatuurstudie uitgevoerd naar effecten van het weghalen van huidige wegkantsystemen en de effecten van nieuwe in-carsystemen. Deze informatie is gebruikt als aanzet voor de workshop en gebruikt in de discussie. Meer informatie hierover is te vinden in (Nitsche et al., 2017).

1.4. Aanwezige experts

Voor de challenge is een groep experts uitgenodigd op het gebied van asset management, wegkantsystemen, in-carsystemen en human factors van Rijkswaterstaat, TNO en de TU Delft. Aanwezig tijdens de challenge waren:

- Fieke Beemster (TNO)
- Simeon Calvert (TU Delft)
- Maartje de Goede (TNO)
- Andreas Hegyi (TU Delft)
- Hans van Knotsenburg (Rijkswaterstaat)
- Rudi Kraaijeveld (Rijkswaterstaat)
- Kerry Malone (TNO)
- Kirsten Pouwels (Rijkswaterstaat)

- Remco Reints (Rijkswaterstaat)
- Erna Schol (Rijkswaterstaat)
- Marco Schreuder (Rijkswaterstaat)
- Henk Taale (Rijkswaterstaat)
- Arnold van Veluwen (Rijkswaterstaat)
- Isabel Wilmink (TNO)

1.5. Aanpak

De challenge is gehouden op 29 mei 2017 bij de TU Delft. Het programma startte met een korte inleiding over de aanleiding en het beoogde doel van de challenge, zoals beschreven in paragraaf 1.1 en 1.2. Er waren 11 wegkantsystemen voorbereid door TNO, waarvan er met de aanwezigen 6 zijn gekozen voor behandeling tijdens de challenge. Een van deze wegkantsystemen betreft filestaartbeveiliging. Eigenlijk is het één van de functies van het MTM-systeem oftewel het Motorway Traffic Management System. Andere functies zijn strookmanagement (lane control) en dynamische snelheidslimieten. Tijdens de challenge zijn al deze genoemde functies besproken. Omdat er per functie besproken is wat effecten zijn van het weghalen van systemen, is ervoor gekozen om deze functies als een apart 'wegkantsysteem' te beschouwen. Een vierde functie van het MTM-systeem, inwinning van gegevens over de verkeersafwikkeling middels inductielussen, is in deze challenge niet apart behandeld, maar komt wel ter sprake bij de behandelde functies waar data (uit de inductielussen) voor nodig is.

Per wegkantsysteem is de geïnventariseerde informatie gepresenteerd, namelijk de functionaliteiten van het systeem, de vervangende in-carsystemen, het kostenplaatje van het systeem en de bestaande studies op impact van het systeem. Daarna is er gediscussieerd door de groep experts. Tijdens de discussie zijn de volgende vragen besproken: Zijn in-carsystemen ver genoeg om het over te nemen van de wegkantsystemen? Waar komt de informatie vandaan die gebruikt wordt voor in-carsystemen en wie is verantwoordelijk voor deze informatie? Tijdens deze discussie werd er bij de meeste systemen gesproken over de juridische verplichtingen die Rijkswaterstaat heeft ten opzichte van het besproken wegkantsysteem, over de effecten van het weghalen van het systeem in de huidige situatie en het weghalen van het systeem als een in-carsysteem de functionaliteit van het wegkantsysteem deels of geheel zou overnemen. Ook is er een inventarisatie gemaakt van de randvoorwaarden waaronder een systeem verwijderd mag worden en de kennisvragen waar de groep nog geen antwoord op kon geven. De dag is afgesloten met een korte samenvatting van de besproken onderwerpen en een discussie over vervolgstappen.

Opgemerkt dient te worden dat de bevindingen, conclusies en aanbevelingen in deze notitie zijn gebaseerd op expert judgement. Het was binnen de scope van deze studie niet mogelijk om de uitspraken van de experts in de challenge te verifiëren en/of deze te onderbouwen met de door de experts benoemde literatuur.

1.6. Leeswijzer

De aanwezige experts hebben 6 wegkantsystemen geselecteerd waarvan zij verwachten dat ze het meest relevant zijn op korte termijn. Dat betreft:

- Dynamisch Route-Informatiepaneel (DRIP)
- Filestaartbeveiliging (een MTM-functie)
- Lane control (een MTM-functie)
- Hoogtemelding
- Toeritdosering
- Dynamische snelheidslimieten (een MTM-functie)

In deze notitie worden deze systemen achtereenvolgens in de hoofdstukken 2 tot en met 7 behandeld. De notitie sluit af met de belangrijkste conclusies en aanbevelingen voor verder onderzoek in de vorm van een lijst met kennisvragen.

2. Dynamisch Routeinformatie Paneel (DRIP)

2.1. Informatie DRIP

Beschrijving en functionaliteit DRIP

De DRIP oftewel het dynamische route-informatiepaneel heeft verschillende functionaliteiten, namelijk:

- Het doen van een algemene mededeling aan bestuurders;
- Het informeren over algemene routes;
- Het informeren over de netwerktoestand;
- Het informeren over reistijden.

Vervangende in-carsystemen

De in-carsystemen die bovengenoemde functionaliteiten op den duur kunnen gaan vervangen zijn het navigatiesysteem (smart routing, eco-routeplanner) en de verkeersinformatie die met een in-carsysteem aan de weggebruiker gegeven wordt. Dit kan zowel via ingebouwde systemen als via smartphone applicaties.

Kostenoverzicht

Er zijn verschillende soorten DRIP-systemen met verschillende kosten. Zoals beschreven in paragraaf 1.3 **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** zijn de aanschafkosten (variabel), jaarlijkse (vaste) kosten en de levensduur geïnventariseerd. In Tabel 1 is een overzicht gegeven van de maximale kosten die benodigd zijn voor de DRIP. De maximale kosten zijn voor het grootste exemplaar en bij de meest ongunstige omstandigheden van implementatie. BermDRIPs en rijbaanbrede DRIPs worden rechtstreeks aangestuurd vanuit de Verkeerscentrale met een centrale bedienapplicatie. Data voor aansturing van de DRIPs komt uit het monitoringssysteem. De kosten hiervoor zijn niet apart benoemd.

Tabel 1 Kostenplaatje DRIP

Component	Levensduur (jaren)	Kosten vast (Euro's)	Kosten variabel (Euro's)
BermDRIP	15	3.801	87.782
DRIP	15	9.092	176.428

2.2. Discussie

Functies

Bij de DRIP wordt onderscheid gemaakt tussen teksten of beelden die proberen een gedragsverandering bij weggebruikers te bewerkstelligen (geleidende functie) en teksten die deelnemers alleen informeren (informerende functie). Het sturen via DRIP's wordt ingezet bij calamiteiten, grote incidenten en evenementen. DRIP's worden momenteel ook gebruikt voor teksten als 'BOB jij of

BOB ik?’ (motto’s). Er wordt benoemd dat dit eigenlijk niet de bedoeling is, maar het alternatief is het leeglaten van de DRIP’s. De systemen zonder geleidende functie (‘bij niet-cruciale keuzepunten’, ongeveer 5% van het areaal) mogen al worden weggehaald. Dat gebeurt echter nog niet, bijvoorbeeld omdat Rijkswaterstaat soms afspraken heeft met andere wegbeheerders. Soms zijn DRIP’s mee gefinancierd door provincies en gemeenten. Hiervoor zijn contracten opgesteld met een bepaalde duur en zolang zouden deze DRIP’s moeten blijven staan. Wel kunnen deze overeenkomsten, indien nodig, open gebroken worden.

Juridische aspecten

De wegbeheerder heeft de ambitie om bepaalde informatie (zoals in paragraaf 2.1 beschreven) te vertonen en dit wordt onder andere gedaan met de DRIP. Niet overal, want niet bij elk knooppunt staan DRIP’s. Wettelijk gezien is de DRIP niet verplicht, maar zou de informatie ook via andere kanalen verspreid kunnen worden, bijvoorbeeld de radio. Het blijft wel de ambitie van de wegbeheerder om zoveel mogelijk weggebruikers te kunnen bereiken. Daarbij kunnen verschillende mogelijkheden gebruikt worden.

Effectiviteit van het huidige systeem

Uit evaluatieonderzoeken, die overigens dateren van 15 tot 25 jaar geleden, blijkt dat de effecten van de DRIP ten opzichte van geen informatie leidt tot minder files (variërend van 7-30%, zie [Taale & Schuurman, 2015]). Dit was dus voor de grootschalige introductie van navigatiesystemen (met of zonder file-informatie). Van de weggebruikers begrijpt 90% van de verkeersdeelnemers de informatie die wordt weergegeven op de DRIP en wijzigt 12% hun route. Bij incidenten is dat logischerwijs hoger en wijzigt 19% de route. Dit zijn echter oude cijfers, een deel van de gebruikers van dit systeem is mogelijk overgestapt naar een navigatiesysteem en een deel van de nietgebruikers maakt momenteel mogelijk ook gebruik van een navigatiesysteem. Hierdoor ligt het effectpercentage van de DRIP tegenwoordig mogelijk lager en wordt het effect van de DRIP naar verwachting (gedeeltelijk) bereikt door navigatiesystemen met file-informatie. Er wordt gevraagd of er klachten komen van mensen over plaatsen waar geen DRIP staat en dat ze er daar een misen. Voor zover bekend is dat niet het geval.

Effecten van het navigatiesysteem

Naar de mening van de groep wordt er nog niet genoeg gebruikt gemaakt van alternatieve systemen zoals het navigatiesysteem. Hier zijn echter weinig tot geen getallen over bekend. Sommige mensen hebben nog geen smartphone (circa 10% van de Nederlanders) en onder de bezitters van smartphones heeft ook niet iedereen een databundel die ze hiervoor willen aanwenden. Ook kan het batterijgebruik een barrière zijn. Er zijn mensen die wel een geavanceerd (navigatie)systeem hebben, maar niet weten hoe ze het moeten gebruiken. Ten slotte wordt er nog veel gebruik gemaakt van verouderde navigatiesystemen (kaarten die niet up-to-date zijn). Ook zijn navigatiesystemen bij evenementen en incidenten nog niet altijd betrouwbaar. De informatie die wordt weergegeven door de navigatie wordt echter steeds betrouwbaarder dus de verwachting is dat weggebruikers hun navigatiesysteem steeds vaker (voor steeds meer soorten verplaatsingen) gebruiken. Dit zal op den duur de DRIP overbodig maken.

Service providers

Wanneer DRIP's verdwijnen dient Rijkswaterstaat de brondata die voor de informatie worden gebruikt gratis ter beschikking te stellen. Hiervoor zijn afspraken met service providers nodig (en voor een deel al gemaakt). Hoe de samenwerking eruit zal zien is nog onduidelijk, maar Rijkswaterstaat zou bijvoorbeeld een standaard IT bericht kunnen uitsturen dat de service providers gebruiken. Wat er ook komt, het is belangrijk dat er duidelijkheid is richting de service providers. Wanneer er een goede business case is voor de service provider heeft deze ook zekerheid nodig over vanaf wanneer de afspraken ingaan. Zolang er geen zekerheid is zal de service provider niet willen investeren. Er is nog niet genoeg inzicht in de kosten en baten voor zowel Rijkswaterstaat als de service providers.

2.3. Conclusies

Wettelijk gezien kunnen alle DRIP-systemen weg. Of het wenselijk is, is nog niet duidelijk. Hiervoor is nog te weinig bekend over de effecten van navigatiesystemen die eenzelfde soort informatie bieden. Er moet wel voldoende effect zijn, in die zin dat weggebruikers bereikt moeten kunnen worden en ook geneigd zijn iets te doen met de geboden informatie. Navigatiesystemen bieden op dit gebied uiteindelijk betere mogelijkheden, zeker op termijn (als meer data ontsloten zijn). Het probleem is dat nog niet alle mensen navigatiesystemen hebben en gebruiken. Voorwaarden zijn het bezit van een smartphone (of ander device met navigatie) met een carkit en het hebben van een databundel. Wanneer DRIP's verdwijnen wil Rijkswaterstaat de informatie die nu op DRIP's getoond wordt, gratis ter beschikking stellen. Hiervoor zijn afspraken met service providers nodig over de manier waarop deze uitwisseling gestalte kan krijgen.

3. Filestaartbeveiliging

3.1. Informatie filestaartbeveiliging

Beschrijving en functionaliteit filestaartbeveiliging

De filestaartbeveiliging wordt weergegeven op de matrixborden die aan portalen boven de weg hangen. De borden zijn in staat om pijlen, kruisen en snelheden weer te geven. In het geval van de filestaartbeveiliging worden snelheden gemeten (functie: het meten van verkeer) en verwerkt tot een filedetectie (functie: het detecteren en bepalen van de file). Op basis hiervan worden verlaagde maximumsnelheden op de matrixsignaalgevers aangegeven om mensen zo te waarschuwen voor de filestaart (functie: waarschuwen voor de file). Er zijn in Nederland ongeveer 16000 signaalgevers en ongeveer 6000 OS kasten (communicatie detectoren naar verkeerscentrale) (bron: Rijkswaterstaat NIS). Voor de filestaartbeveiliging wordt nu meestal gebruik gemaakt van data uit lusedetectoren. Een andere mogelijkheid is radardetectie, maar die wordt niet geadviseerd, omdat deze drie keer zo duur is, voertuigcategorieën slecht kan detecteren en niet optimaal werkt bij slecht weer. De radardetector wordt daarom vooral gebruikt in tijdelijke situaties of in het geval van veel metaal in het wegdek, bijvoorbeeld bij bruggen. Experimenten met FCD (Floating Car Data) om file te detecteren vinden momenteel ook plaats.

Vervangende in-carsystemen

Het in-carsysteem dat ter vervanging op kan treden van de filestaartbeveiliging is de traffic jam ahead warning (of een andere soortgelijke waarschuwing in het voertuig) op basis van Floating Car Data (FCD). In de wat verdere toekomst kunnen ook applicaties als Coöperatieve Adaptive Cruise Control bijdragen aan filestaartbeveiliging.

Kostenoverzicht

Zoals beschreven in paragraaf 1.3 zijn de aanschafkosten (variabel), jaarlijkse (vaste) kosten en de levensduur geïnventariseerd. Voor de filestaartbeveiliging zijn drie verschillende onderdelen nodig, de MTM signaalgever (de matrixborden zelf per stuk), de detectielussen (lussen in het wegdek die het verkeer meten) en het MTM onderstation (onderdeel dat de detectiegegevens verzamelt en communiceert met de verkeerscentrale). In Tabel 2 is een overzicht te zien van de maximale kosten van de onderdelen die benodigd zijn voor de filestaartbeveiliging.

Tabel 2 Kostenplaatje filestaartbeveiliging

Component	Levensduur (jaren)	Kosten vast (Euro's)	Kosten variabel (Euro's)
MTM signaalgever	15-20	226	9.570
Detectielussen	15	168	3.428
Detectorstation	20	232	22.744
MTM onderstation	20	2.271	24.366

3.2. Discussie

Juridische aspecten

De filestaartbeveiliging is een waarschuwingssysteem. De weggebruiker is uiteindelijk zelf verantwoordelijk voor het kiezen van een juiste snelheid. Het grootste effect van filestaartbeveiliging is wel op de veiligheid (en niet op bijvoorbeeld de doorstroming). Juridisch gezien ligt de verantwoordelijkheid bij de weggebruiker. Het is wel belangrijk om de weggebruiker goed te informeren wanneer er iets verandert. Verkeersdeelnemers zijn gewend geraakt aan het huidige systeem met de getoonde verlaagde maximumsnelheid. Er is ook nog een verschil tussen het uitzetten van de functie filestaartbeveiliging en het weghalen van het gehele systeem inclusief portalen en signaalgevers. Het weghalen kost geld. Het uitzetten van de systemen (waar veel lagere kosten mee gemoeid zijn) geeft verkeersdeelnemers potentieel een vals gevoel van veiligheid omdat verkeersdeelnemers er mogelijk vanuit gaan dat het systeem nog steeds een gevaarlijke situatie aangeeft.

Functies

Traffic Jam Ahead Warning staat op de lijst van 'Day one applications', en is dus een toepassing die al op heel korte termijn beschikbaar zou moeten zijn. Hoe de waarschuwing precies aan de bestuurders van voertuigen overgebracht zal worden, is nog niet duidelijk – diverse applicaties (in navigatiesystemen of verkeersinformatieapps) geven al informatie over files (op de door bestuurders aangegeven routes of in het algemeen), maar er zijn nog geen applicaties op de markt die echt in de buurt komen van de huidige filestaartbeveiliging op het gebied van nauwkeurigheid.

Gebruik van FCD (detecteren van de file)

Technisch gezien kan Floating Car Data nu al gebruikt worden voor de detectie van files. Volgend jaar (2018) wordt dit in de praktijk uitgetoet. Er is net een proef afgerond waarin FCD-data van 3 maanden is binnengehaald bij Be-Mobile. Met deze data is gekeken naar de overlap tussen AID en FCD op de A1, A27 en de A58. Hiermee was in het beste geval 98% overlap. In de slechtste gevallen was dit 90 en 92% overlap. Merk op dat de data uit de detectielussen ook niet sluitend is. Het detecteren van de file kan dus met FCD. De verwachting is dat data eerst gefuseerd zullen worden en dat beide systemen naast elkaar worden gebruikt. Na verloop van tijd kan dan alleen FCD gebruikt worden. Wanneer in de transitieperiode bijvoorbeeld 10% van het wagenpark een incarsysteem heeft waarop waarschuwingen worden gegeven, is dat waarschijnlijk al genoeg om voldoende verkeersdeelnemers te kunnen waarschuwen waardoor ze langzamer gaan rijden en de rest van het verkeer gedwongen (want in druk verkeer volgend) ook afremt. Opgemerkt moet worden dat dit verwachte effect nader onderzocht moet worden en dat als niet iedereen de waarschuwing ontvangt dit misschien leidt tot verwarring bij sommige bestuurders die zich afvragen waarom er geremd wordt. Onduidelijk is of hierdoor gevaarlijke manoeuvres zullen ontstaan. Degenen met een filestaartbeveiligingsapplicatie moeten dan echter niet allemaal om gaan rijden om de file te vermijden (als ze daar ook toe geadviseerd worden), want dan blijven er geen voertuigen meer over op de oorspronkelijke route om files te detecteren. Dit mogelijke scenario zou doorgerekend moeten worden.

Veranderingen

Wanneer de filestaartwaarschuwing niet meer via de matrixborden wordt gecommuniceerd, wordt er misschien niet meer gewaarschuwd met 50 en 70 maar met "let op er is file" of juist met meer nauwkeurige snelheidswaarschuwingen. En ook niet iedere verkeersdeelnemer wordt gewaarschuwd. Nu is iedere verkeersdeelnemer in staat om de waarschuwing op het matrixbord te zien. Straks heeft een deel van de verkeersdeelnemers alle informatie en een ander deel helemaal geen informatie. Het geeft de verkeersdeelnemers met informatie een grotere verantwoordelijkheid, waarvan onduidelijk is of ze die zullen nemen, bijvoorbeeld door (vaker dan nu gedaan wordt), met de waarschuwingsknipperlichten aan achterliggers aan te geven dat er verderop file is. En de verkeersafwikkeling kan onveiliger worden doordat de spreiding in snelheden groter wordt. Het is wellicht ook moeilijk uit te leggen dat – in het geval dat de andere functies van het MTM-systeem wel gehandhaafd moeten blijven als wegkantsysteem (zie ook hoofdstuk 4 en 7 verderop in dit rapport) – de matrixborden blijven hangen, maar dat één functie ervan wordt weggelaten. Ten slotte wordt er gevraagd of het echt in de lijn der verwachting ligt dat er een stap terug wordt gedaan door Rijkswaterstaat door niet iedereen meer te informeren?

Wegen zonder filestaartbeveiliging

Is het zinvol en veilig om op de wegen in Nederland waar geen filestaartbeveiliging is een deel (bijvoorbeeld 20%) van de verkeersdeelnemers te informeren? Hier wordt momenteel, o.a. in Talking Traffic, onderzoek naar gedaan maar dit is waarschijnlijk nog redelijk beperkt in omvang. Wellicht is daar diepgaandere evaluatie mogelijk. Bij studies naar de effecten van Intelligent Speed Adaptation is hier ook naar gekeken: hierbij was de rest van de verkeersdeelnemers al beïnvloed bij een penetratiegraad tussen de 10 en 30%, dit wil overigens niet zeggen dat het net zo veilig is als de filestaartbeveiliging. Opgemerkt wordt dat op wegen in het buitenland matrixborden vaak veel verder uit elkaar staan vandaan. Ook zijn er veel wegen waar geen matrixborden zijn om verkeer te informeren en waarschuwen.

3.3. Conclusies

Er komt binnenkort een groot vervangingsproject aan van de wegkant- en signaalgevers ten behoeve van de MTM. Daarom wordt dit gezien als een nuttig moment om een eventuele transitie naar in-carsystemen te overwegen. Een goede mogelijkheid lijkt te zijn om het huidige detectiesysteem van vertraging van de filestaartbeveiliging, namelijk met behulp van inductielussen (een duur systeem) te vervangen door floating car data. Hier wordt door RWS in 2018 een proef mee gedaan. Indien deze proef succesvol is en de contracten voor het gebruik van deze data goedkoper uitvallen dan contracten op basis van lussdata, dan kan ervoor gekozen worden om voortaan de vertraging te meten met floating car data. Wel moet er dan een ander monitoringsysteem komen voor het meten van de luchtkwaliteit en netwerkmonitoring (of hiervoor blijft een kleiner aantal lussen gehandhaafd. Een schatting is dat hiervoor zo'n 25% van de lussen nodig blijft). Ook kan bekeken worden wat innovatie op dit gebied in de weg staat en wat gedaan kan worden om eventuele barrières op te heffen. Er dienen bij gebruik van FCD wel afspraken gemaakt te worden over de datastromen en over wat er gebeurt of gedaan moet worden als er een storing is.

Daarnaast is er meer dan één marktpartij nodig die de dienst kan aanbieden om concurrentie te verkrijgen en om te zorgen dat Rijkswaterstaat niet van één partij afhankelijk is.

De belangrijkste meerwaarde van het gebruik van Traffic Jam Ahead warning (en C-ACC) is dat ook op wegen zonder signalering een deel van de weggebruikers geïnformeerd wordt over naderende files (bij C-ACC wordt zelfs automatisch afgeremd). Dit effect voor de verkeersveiligheid kan verhoogt worden als bestuurders van deze voertuigen bereidwillig zijn om achteropkomend verkeer te waarschuwen door middel van het aanzetten van de waarschuwingsknipperlichten.

4. Strookmanagement

4.1. Informatie strookmanagement

Beschrijving en functionaliteit van strookmanagement

De functie strookmanagement (lane control) wordt ook uitgevoerd door het MTM-systeem.

Strookmanagement wordt weergegeven op de matrixborden die boven de weg hangen. De borden kunnen pijlen, kruisen en snelheden weergeven. In het geval van strookmanagement worden de pijlen gebruikt om bestuurders erop te wijzen dat een strook verderop afgesloten wordt en kruisen gebruikt om bestuurders erop te wijzen dat ze niet meer op de betreffende strook/rijbaan mogen rijden. Strookmanagement wordt o.a. toegepast bij spitsstroken, werk-in-uitvoering en incidenten.

Vervangende in-carsystemen

Het in-carsysteem dat ter vervanging op kan treden voor de strookmanagement functie is in-vehicle signage/speed limits. In-vehicle signage kan de pijlen en kruisen in de auto laten zien. Wanneer in de toekomst de positiebepaling nauwkeurig genoeg wordt, kan ook gewaarschuwd worden dat men van strook (of route) moet veranderen. Ook kan een reden voor een rood kruis aangegeven worden.

Kostenoverzicht

Zoals beschreven in paragraaf 1.3 zijn de aanschafkosten (variabel), jaarlijkse (vaste) kosten en de levensduur geïnventariseerd. Voor strookmanagement zijn de MTM signaalgevers nodig (matrixborden), het MTM onderstation (voor verzamelen van gegevens en communicatie met de verkeerscentrale) en bij spitsstroken een rotatiepaneel, dat gebruikt wordt om de snelheid te kunnen variëren, afhankelijk van of de spitsstrook open is. In Tabel 3 is een overzicht te zien van de maximale kosten van de benodigde onderdelen voor strookmanagement.

Tabel 3 Kostenplaatje strookmanagement

Component	Levensduur (jaren)	Kosten vast (Euro's)	Kosten variabel (Euro's)
MTM signaalgever	15-20	226	9.570
MTM onderstation	20	2.271	24.366
Rotatiepaneel	10-15	2.947	53.411

4.2. Discussie

In Nederland hangen de matrixborden om de 600 meter. Dit zou kunnen worden opgerekt naar 900 meter. Bij nieuwbouwprojecten wordt er al naar gestreefd ze om de 900 meter te plaatsen. Het weghalen van portalen zou kunnen betekenen dat er ook portalen verplaatst moeten worden. Door de grote hoeveelheid portalen met matrixborden zijn de kruisen en pijlen nu 'op ieder moment' in te zetten en weer uit te zetten (er hoeven relatief weinig extra meters rijstrook afgekruist te worden). Maar in het buitenland wordt bijvoorbeeld alleen aan het begin van een spitsstrook

getoond of de rijstrook open is of niet. Het biedt comfort aan de weggebruiker wanneer een kruis geplaatst wordt over de gehele lengte van de spitsstrook, maar een kruis aan het begin zou mogelijk ook voldoen. Om dit in Nederland toe te passen is het aan te bevelen eerst te onderzoeken hoe men hier in Nederland op zal reageren. Strookmanagement bij spits- en plusstroken zou los bekeken moeten worden van strookmanagement bij incidenten en wegwerkzaamheden. Daarbij moet wel meegenomen worden hoe de verkeersdeelnemer denkt – functies moeten niet kunstmatig gescheiden worden.

Juridische aspecten

De vraag: “is het juridisch handhaafbaar om de matrixborden voor strookmanagement te verwijderen?” is besproken. Stel dat de matrixborden worden weggehaald, dan zijn de alternatieven voor het systeem bij incidenten of wegwerkzaamheden: mobiele rijkstrooksignalering, kegels en/of pijlwagens. Deze systemen moeten ook aangevoerd worden. Op een druk bereden ringweg is het lastig om bijvoorbeeld een unit met kegels op de plaats van bestemming te krijgen. Er zou bij de vervangingsopgave gekeken kunnen worden naar de categorisering van wegen binnen het netwerk. Daarnaast is het de vraag waar minder aanrijdingen worden veroorzaakt, bij wegen met het MTM-systeem of wegen waar alleen kruiswagens gebruikt worden. Het MTM-systeem is erg duur voor alleen pijlen en kruisen. Rijkswaterstaat gaat later dit jaar onderzoeken welke afstand tussen portalen mogelijk is (op rechte stukken weg en wegen met bochten). Aan het begin van spitsstroken zijn de systemen in ieder geval nodig. Een voorwaarde voor een in-carsysteem is dat de verkeersdeelnemer te allen tijde en op tijd de juiste informatie in-car kan ontvangen. Omdat strookmanagement een sturende functie heeft, is het een voorwaarde dat iedere verkeersdeelnemer bereikt moet kunnen worden met het nieuwe in-carsysteem.

Effecten van in-carsystemen

Ten opzichte van de matrixborden zouden de in-carsystemen meer op maat de weg kunnen afzetten terwijl het nu samenhangt met de locaties van de portalen. Met als gevolg dat de afzettingen korter kunnen zijn. In een transitieperiode zouden strookmanagement en de in-carsystemen wel uniforme informatie moeten tonen. Op dit moment is wat boven de weg hangt leidend. Daarnaast ligt er ook nog een vraagstuk rondom de handhaafbaarheid van de in-carsystemen. Op niet-gesignaleerde trajecten biedt een in-car functie toegevoegde waarde. Voor automatische voertuigen is dit ook informatie die nodig is om veilig te kunnen rijden. Een laatste opmerking: er is een verschil tussen de spitsstrook of plusstrook die is afgesloten vanwege de doorstroming en een stuk weg dat is afgesloten vanwege een incident of door werkzaamheden met veiligheidsredenen. De reden voor afsluiting is voor de weggebruiker ook relevante informatie.

4.3. Conclusies

De huidige strookmanagement systemen (via de signalering of met mobiele rijstrookafzetting) kunnen naar verwachting niet op korte termijn vervangen worden door een in-carsysteem, omdat de hieraan gestelde eisen hoog zijn: iedere verkeersdeelnemer moet bereikt worden, de informatie moet zeer betrouwbaar zijn en tijdig en op de juiste plek aangeboden worden. Onderzocht kan

worden wat de toegevoegde waarde is van een in-carsysteem dat aangeeft of en welke stroken afgesloten/open zijn op niet-gesignaleerde trajecten. Mogelijk kunnen bestuurders zo eerder gewaarschuwd worden voor afzettingen. Hieraan gerelateerd kan onderzocht worden of een in-carsysteem in combinatie met een beperktere vorm van fysieke afzetting kansrijk is.

5. Hoogtemelding

5.1. Informatie hoogtemelding

Beschrijving en functionaliteit van de hoogtemelding

De hoogtemelding wordt gebruikt om te hoge voertuigen te detecteren voor tunnels. Er wordt een sensor voor de tunnel geplaatst en wanneer de sensor aangeeft dat er een voertuig rijdt dat te hoog is voor de tunnel, sluiten de slagbomen en gaan de verkeerslichten voor de tunnel op rood. Wanneer de vrachtwagenchauffeur door heeft dat het om zijn of haar voertuig gaat, kan de vrachtwagen zelf wegrijden naar een uitvoegstrook aan de zijkant van de rijbaan. Wanneer de chauffeur dit niet doorheeft, moet er iemand bijkomen om de chauffeur op de hoogte te brengen en te begeleiden bij het verlaten van de rijbaan.

Vervangende in-carsystemen

Er is nog geen in-carsysteem geïdentificeerd dat de hoogtemelding kan vervangen, maar er zou een systeem opgezet kunnen worden dat gebaseerd is op inzicht in de gegevens in het voertuig-hoogteveld in de CAM en/of DENM berichten (gestandaardiseerde C-ITS berichten die vanuit voertuigen verzonden worden: de Cooperative Awareness Message en de Decentralized Environmental Notification Message). Dit zijn datavelden waarin karakteristieken van de vrachtwagen te vinden zijn. Hiervoor dient op enig moment (elders) wel de hoogte van het voertuig gemeten te worden en in de CAM en/of DENM berichten vermeld te worden. Dan kan een navigatiesysteem er voor zorgen dat een voertuig niet naar een tunnel hoger dan het voertuig zelf wordt geleid. Een tunnelbeveiligingssysteem kan, indien het voertuig toch de tunnel in dreigt de rijden, bericht krijgen dat er een te hoog voertuig aan komt en actie ondernemen.

Kostenoverzicht

Zoals beschreven in paragraaf 1.3 zijn de aanschafkosten (variabel), jaarlijkse (vaste) kosten en de levensduur geïnventariseerd. De wegkantsystemen voor de hoogtemelding staan niet genoemd in het rapport: 'Kosten DVM HWN 2016 versie 1.1' (Rijkswaterstaat, 2016). Om toch een indruk te kunnen geven van de kosten, zijn de maximale kosten van de systemen met vergelijkbare functies gehaald uit de gegevens van Rijkswaterstaat (Rijkswaterstaat, 2016 & 2018) en getoond in Tabel 4. Dat betreft de verkeersregelinstallatie (VRI), de hoofdrijbaandoseerinstallatie (HDI) en de toeritdoseerinstallatie (TDI). Natuurlijk is voor de hoogtemelding maar 1 systeem nodig.

Tabel 4 Kostenplaatje hoogtemelding

Component	Levensduur (jaren)	Kosten vast (Euro's)	Kosten variabel (Euro's)
Verkeersregelinstallatie (klein)	15	5.962	127.859
Hoofdrijbaandosering	15	7.347	126.704
Toeritdoseerinstallatie	15	5.424	120.878
Monitoring onderstation	15-20	1.863	23.014
Calamiteiten doorsteek	15	1.696	68.177

Voor de verkeerslichten voor de tunnel is gekeken naar de VRI/HDI/TDI systemen. Daarnaast is er een monitoring onderstation nodig die wordt gebruikt om communicatie mogelijk te maken tussen de sensor en de VRI en de verkeerscentrale. Om de rijbaan af te sluiten is er een installatie nodig met slagboom en een sensor die de hoogte van voertuigen meet. Voor de slagboom kan gekeken worden naar de calamiteiten doorsteek (CADO). Van een dergelijke sensor zijn de kosten niet bekend.

5.2. Discussie

Als alternatief voor de hoogtemelding wordt het CAM of het DENM veld in de voertuigdata aangedragen. De vraag is: Wie vult dit veld? Zijn er al sensoren op het voertuig die dit kunnen meten en is dat niet fraudegevoelig? Op de hoogte van trucks wordt niet gecontroleerd behalve bij tunnels. Het belangrijkste doel van de maatregel is dat te hoge voertuigen niet door de tunnels heen gaan zodat er geen schade aan de tunnel wordt aangebracht. Als de hoogte van een vrachtwagen ergens gemeten wordt, kan deze informatie aan zowel de chauffeur als het navigatiesysteem worden doorgegeven, waarna het navigatiesysteem er voor kan zorgen dat er geen te lage tunnels in de route voorkomen. Of de vrachtwagen waarschuwt zelf het tunnelveiligheidssysteem als het voertuig een te lage tunnel nadert (uitwisselingsberichten tussen tunnel en voertuig). Een voorwaarde is dat het systeem 100% betrouwbaar is en dat lijkt lastig te realiseren. Een hoge betrouwbaarheid van het systeem is gewenst, omdat wanneer er fouten worden gemaakt door het systeem daar hoge reparatiekosten van de tunnel mee gemoeid zijn. Ook moet rekening gehouden worden met buitenlandse vrachtwagens en dient in de tunnelwet bekeken te worden of een in-carsysteem toegestaan zou zijn.

In Nederland is er bij de laagste tunnels een detectiesysteem voor de laatste afrit voor de tunnel, zodat vrachtwagens nog af kunnen slaan.

Een suggestie is om een poort of een andere vorm van hoogtemeting te plaatsen op plekken waar veel vrachtwagens en andere hoge voertuigen vertrekken, bijvoorbeeld op de Maasvlakte.

5.3. Conclusies

Een in-carsysteem is een optie voor hoogtemeldingen maar lijkt geen goedkopere en ook niet de meest fraudebestendige optie. Het vaker plaatsen van een "hoogtemeldingspoort" voor de laatste afrit zou een betere oplossing kunnen zijn. Het huidige systeem vervangen door een in-carsysteem wordt fraudebestendiger als er boetes voor bedrijven op staan wanneer het fout gaat. Een prikkel om vrijwillig te meten en de voertuighoogteveld in de CAM en/of DENM berichten te gebruiken, lijkt er niet te zijn. Daarom zou er nagedacht kunnen worden over welke positieve prikkels toegepast zouden kunnen worden. Het zou eerst als een service aangeboden kunnen worden, die helpt te voorkomen dat vrachtwagens vertraging oplopen of zelfs vast komen te staan. Ook kan bekeken worden of de tunnelhoogtes goed beschikbaar zijn voor, en gebruikt worden door navigatiesys-

temen. De verwachting is echter dat de hoogtemeting vlak voor de tunnel wel moet blijven, alleen al om de paar foute inschattingen die overblijven eruit te kunnen halen.

6. Toeritdosering

6.1. Informatie toeritdosering

Beschrijving en functionaliteit van de toeritdosering

Een toeritdoseerinstallatie wordt gebruikt om verkeer op de toerit naar de hoofdrijbaan te doseren en bestaat uit een verkeerslicht per rijstrook. Bij groen licht mag er één auto doorrijden en invoegen op de hoofdrijbaan. De functionaliteit van het systeem bestaat uit het bufferen van verkeer (waarbij het stuk weg voor de toeritdoseerinstallatie als bufferzone wordt gebruikt) en het doseren van invoegend verkeer met als gevolg dat het verkeer op de hoofdrijbaan beter kan doorstromen, zich beter kan spreiden en dat terugslag van file kan worden voorkomen.

Vervangende in-carsystemen

Het in-carsysteem dat ter vervanging op kan treden voor de toeritdoseerinstallatie is de in-vehicle signage (van groen/rood licht). Het verkeerslicht wordt dan in de auto weergegeven.

Kostenoverzicht

Zoals beschreven in paragraaf 1.3 zijn de aanschafkosten (variabel), jaarlijkse (vaste) kosten en de levensduur geïnventariseerd. De kosten van de toeritdoseerinstallatie zijn gebaseerd op drie componenten. Dit is de MTM detectie (lussen in het wegdek), het monitoring onderstation (waarin de gegevens worden verzameld en wordt gecommuniceerd met de verkeerscentrale) en een toeritdoseerinstallatie zonder slagboom die op de toerit staat. In **Fout! Ongeldige bladwijzerverwijzing**. Tabel 35 is een overzicht te zien van de maximale kosten van de benodigde onderdelen voor de toeritdosering.

Tabel 5 Kostenplaatje toeritdosering

Component	Levensduur (jaren)	Kosten vast (Euro's)	Kosten variabel (Euro's)
Detectielussen	15	168	3.428
Detectorstation	20	232	22.744
Monitoring onderstation	15-20	1.863	23.014
Toeritdoseerinstallatie	15	5.424	120.878

6.2. Discussie

De vraag is of een in-carsysteem hetzelfde afdwingt als een verkeerslicht langs of boven de weg. Het verkeerslicht heeft een juridische basis, daar kan op gehandhaafd worden (en dat gebeurt ook middels roodlichtcamera's). Dat is voorlopig nog niet mogelijk met een in-carsysteem. Daarnaast is, als in het voertuig aangegeven wordt of men mag doorrijden of niet, de betrouwbaarheid van de in-vehicle signage een issue – kan deze hoog genoeg zijn?

De discussie ging ook in op de vraag of een (roterend) stopbord (een kantelwalssysteem dus) niet hetzelfde effect heeft. Het lijkt er op dat dan de intensiteit niet meer of in ieder geval minder goed geregeld kan worden. Nog een andere manier om verkeer te doseren is door het verkeer langzaam te laten rijden over langere afstand. Dit lijkt nu nog niet haalbaar door gebrek aan communicatie tussen de voertuigen. Echter, wanneer er coöperatieve en/of zelfrijdende auto's zijn is dit wel een optie. Dan weten de auto's op de hoofdrijbaan ook dat er invoegend verkeer aan komt en kunnen er precies op de juiste momenten gaten worden gecreëerd. Dit is een goed voorbeeld van hoe het beter kan in de toekomst wanneer coöperatieve en connected systemen beschikbaar zijn.

Een ander voorbeeld is het toevoegen van gereden (lage) snelheden in navigatiesystemen zodat het navigatiesysteem beter kan bepalen wat snelle routes zijn en verkeer beter over het netwerk verspreid wordt. Dit vereist een goede reistijdvoorspeller, data en kennis van hoe bestuurders reageren op dit soort informatie.

Toeritdosering is op een aantal locaties heel zinvol, er zou een inventarisatie gedaan kunnen worden van de locaties waar het systeem verkeerskundig gezien minder goed functioneert. De systemen op deze locaties zouden verplaatst kunnen worden en ergens anders ingezet kunnen worden.

6.3. Conclusies

Het systeem kan voorlopig nog niet worden vervangen door in-carsystemen. Eerst moet onderzocht worden of het tonen van rood en groen licht in-car hetzelfde gedrag afdwingt als een verkeerslicht langs of boven de weg. Daarnaast is een hoge mate van betrouwbaarheid van het in-carsysteem gewenst, omdat het om een gebod gaat.

Een aantal van de huidige toeritdoseerinstallaties kunnen verplaatst worden naar verkeerssituaties waar ze verkeerskundig gezien meer impact hebben en op de lange termijn zijn er andere maatregelen mogelijk op het gebied van C-ITS en automatisch rijden waardoor fysieke toeritdosering naar verwachting minder nodig is, dan wel overbodig wordt.

7. Dynamische snelheidslimieten

7.1. Informatie dynamische snelheidslimieten

Beschrijving en functionaliteit van dynamische snelheidslimieten

De dynamische snelheidslimiet is de derde functie van het MTM-systeem die apart besproken is. De dynamische snelheidslimiet wordt weergegeven op de matrixborden die boven de weg hangen. De borden kunnen pijlen, kruisen en snelheden weergeven. In het geval van de dynamische snelheidslimiet wordt het MTM-systeem gebruikt om de geldende maximumsnelheid aan te geven, met als doel het verkeer een snelheid te laten kiezen die past bij de omstandigheden (zoals files en schokgolven, wegwerkzaamheden, slecht weer en incidenten).

Vervangende in-carsystemen

Het in-carsysteem dat ter vervanging op kan treden voor de dynamische snelheidslimieten is de in-vehicle signage (snelheden). Om de functionaliteiten homogeniseren van de verkeersstroom en het waarschuwen voor incidenten te kunnen ondersteunen kan gebruik worden gemaakt van Floating Car Data.

Kostenoverzicht

Zoals beschreven in paragraaf 1.3 zijn de aanschafkosten (variabel), jaarlijkse (vaste) kosten en de levensduur geïnventariseerd. De MTM-signaalgever is een matrixbord, hiervan is er één per rijstrook nodig. Het MTM onderstation wordt gebruikt om de verkeerssituatie met de verkeerscentrale te kunnen communiceren. In Tabel 6 is een overzicht te zien van de maximale kosten voor de benodigde onderdelen van het MTM-systeem om de dynamische snelheidslimieten te kunnen laten functioneren.

Tabel 6 Kostenoverzicht Dynamische snelheidslimieten

Component	Levensduur (jaren)	Kosten vast (Euro's)	Kosten variabel (Euro's)
MTM signaalgever	15-20	226	9.570
MTM onderstation	20	2.271	24.366

7.2. Discussie

Rijkswaterstaat heeft de wens om op termijn de huidige dynamische snelheidslimieten in-car te tonen in plaats van op matrixborden. Files kunnen worden voorkomen of worden opgelost doordat er dan op voertuigniveau kan worden gecoördineerd en zo de doorstroming beter kan worden geregeld. Hierbij is een hoge mate van opvolging nodig. Onderzocht moeten worden of een hoge opvolgingsgraad verwacht kan worden. Wanneer het systeem voor meerdere doeleinden wordt gebruikt, is het belangrijk om naar de verkeersdeelnemer duidelijk te maken waarom er dynamische snelheden zijn (en met welke reden ze bijvoorbeeld verlaagd zijn). Niet iedereen houdt zich

aan de dynamische snelheidslimiet, het komt voor dat er 20 km/u harder wordt gereden dan de aangegeven maximumsnelheid, ondanks dat de snelheidslimiet een juridische status heeft en gehandhaafd kan worden. Echter, wanneer de snelheid in de beleving van weggebruikers lager is dan (gezien de veiligheid) nodig is, wordt het advies genegeerd en werkt het soms zelfs averechts.

Er zijn ook gebieden zonder signalering, hier zouden in-carsystemen een nuttige bijdrage kunnen leveren. Dit zou dan adviserend kunnen werken zolang er nog wegkantsystemen zijn. Het kan nog geen gebod zijn zolang er wegkantsystemen staan en de informatie in-car en op de borden niet 100% overeenkomt. Een andere voorwaarde is een penetratiegraad van 100%.

Tijdens de implementatie van het in-carsysteem zou er al een deel van de borden/portalen verwijderd kunnen worden. In Engeland staan bijvoorbeeld alleen DRIP's in de berm (onder andere ook voor strookmanagement en maximumsnelheden). Onduidelijk is of dit net zo goed werkt (qua begrijpelijkheid, opvolging) als het Nederlandse MTM-systeem.

Er moet ook rekening worden gehouden met de hoeveelheid informatie die verkeersdeelnemers kunnen verwerken. Wanneer er teveel verschillende berichten of waarschuwingen zijn, neemt men de informatie niet serieus of weet men niet wat ermee wordt bedoeld. Er moet dus vooral informatie getoond worden die (bewezen) invloed heeft op het rijgedrag, en de informatie moet zo eenduidig mogelijk zijn. Er worden al rijsimulatieproeven gehouden, omdat er meer kennis nodig is over hoe bestuurders omgaan met dit soort informatie (ge- en verboden). Ook is het belangrijk dat men niet teveel informatie krijgt en dat de verplichte informatie anders wordt weergegeven dan de extra informatie. Ook is het is niet de bedoeling dat het in-carsysteem de bestuurder afleidt. Er blijven nog vragen over zoals: Hoe worden de snelheden gehandhaafd als men de maximumsnelheden (ook) doorkrijgt via een in-carsysteem? Hoe zullen mensen op in-carsystemen reageren? Als de systemen uitgezet kunnen worden en men dan informatie mist, hoe wordt hiermee dan omgegaan in de regelgeving? Hoe wordt omgegaan met privacy? Kan de gereden snelheid gelogd worden (bijvoorbeeld voor handhaving) als dit soort systemen bestaan?

7.3. Conclusies

Om de dynamische snelheidslimiet (een gebod) in-car te krijgen is een penetratiegraad van 100% nodig. De informatie in het voertuig moet in de overgangsfase 100% overeenkomen met de wegkant. Er kan potentieel met minder portalen gewerkt worden, onderzocht zou moeten worden waar portalen verder uit elkaar geplaatst en/of verwijderd kunnen worden. Daarnaast is er een aantal vraagstukken omtrent privacy, regelgeving en gedrag.

8. Conclusies en aanbevelingen

8.1. Conclusies

Met de opkomst van in-carsystemen kunnen er steeds meer functies van wegkantsystemen in de auto getoond worden. Om die reden wordt verwacht dat in de toekomst veel wegkantsystemen gedeeltelijk of geheel overbodig worden. Echter, wegkantsystemen kunnen pas worden weggehaald wanneer de penetratiegraad van in-carsystemen hoog genoeg is en de getoonde informatie betrouwbaar genoeg is (voor de betreffende functie). Omdat er hoge kosten gemoeid zijn met wegkantsystemen is het vanuit een financieel oogpunt interessant om te bekijken welke wegkantsystemen bij welke penetratiegraad weggehaald kunnen worden of niet meer vervangen hoeven te worden. Hierbij mag de veiligheid uiteraard niet in het geding komen. Rijkswaterstaat heeft TNO gevraagd om dit vraagstuk in door middel van een challenge - een quick scan analyse door experts met een korte doorlooptijd - te analyseren.

Het doel van de challenge was om te inventariseren welke wegkantsystemen in Nederland mogelijk geheel of gedeeltelijk overbodig worden door vervanging van de functionaliteit door in-car systemen. Er is een afweging gemaakt op basis van de kosten (aanschafkosten, onderhoudskosten en verwijderingskosten), veiligheid en comfort. Bij de kosten (in euro's) gaat het om de kosten voor de overheid. Bij veiligheid gaat het er om dat het aantal ongevallen ten opzichte van de huidige situatie niet mag stijgen. Comfort speelt een rol bij maatregelen die niet nodig zijn om de veiligheid te garanderen maar die weggebruikers wel als comfortverhogend kunnen ervaren (en dus kunnen missen als ze er niet meer zijn).

Voor besluitvorming over het weghalen of niet meer vervangen van wegkantsystemen is meer inzicht nodig in hoe in-carsystemen functioneren en of wegkantsystemen nodig zijn of optioneel bij verschillende penetratiegraden. Er is voor 6 verschillende wegkantsystemen besproken welke in-carsystemen beschikbaar zijn, namelijk: Dynamisch Route-Informatiepaneel (DRIP), filestaartbeveiliging (een MTM-functie), strookmanagement (een MTM-functie), hoogtemelding, toeritdosering en dynamische snelheidslimieten (een MTM-functie). Allereerst is het belangrijk dat er een onderscheid wordt gemaakt tussen adviserende systemen, geleidende systemen en sturende systemen. Bij adviserende systemen en bij geleidende systemen is de weggebruiker nog steeds zelf verantwoordelijk voor de opvolging terwijl bij sturende systemen de weggebruiker een gebod of verbod wordt opgelegd. Dit heeft invloed op wanneer en onder welke randvoorwaarden een wegkantsysteem vervangen kan worden door een in-carsysteem. Voor adviserende systemen is dit eenvoudiger te realiseren dan voor geleidende en zeker voor sturende systemen. Bijna alle systemen die zijn besproken zijn sturende systemen, alleen de DRIP is een adviserend (en in sommige gevallen een geleidend) systeem en de filestaartbeveiliging een geleidend systeem.

Geconcludeerd werd dat de **DRIP's** in principe weggehaald kunnen worden. Rijkswaterstaat wil echter voordat dit gebeurt inzicht hebben in het gebruik en de opvolging van navigatiesystemen voordat er definitief besloten kan worden. Daarnaast zijn er voor een aantal DRIPS bestuurlijke

afspraken gemaakt met andere wegbeheerders. De beslissing over het weghalen van DRIPS zal hierbij in overleg met andere wegbeheerders moeten gebeuren. Daarna wordt verwacht dat de datawinning voor **filestaartbeveiliging** (AID) als eerste in aanmerking komt om functioneel vervangen te worden door in-carsystemen. Er worden al meer in-carproeven gepland in 2018 en het gebruik van Floating Car Data wordt als day one application gezien (evenals de dienst traffic jam ahead warning, een dienst die filestaartbeveiliging zou kunnen bevatten). Dit zijn beiden geen sturende systemen maar geleidende en adviserende systemen waardoor er aan vervanging van de systemen minder voorwaarden zitten.

Bij **strookmanagement, hoogtemelding en dynamische snelheidslimieten** lijkt het voorlopig nog niet mogelijk deze te vervangen door in-carsystemen. Dit omdat de penetratiegraad van de vervangende systemen naar verwachting voorlopig nog niet hoog genoeg is om voldoende weggebruikers te bereiken, zeker bij de sturende functies waar een zeer hoge penetratiegraad noodzakelijk zal zijn. Ook **toeritdosering** kan voorlopig nog niet worden vervangen door een in-carsysteem omdat niet bekend is of een in-carsysteem hetzelfde gedrag afdwingt ('stoppen voor een rood licht'). Er kan wel nagedacht worden over het verminderen van de hoeveelheid of dichtheid van wegkantsystemen, bijvoorbeeld bij strookmanagement. Ook kan gedacht worden over het verplaatsen van wegkantsystemen naar locaties waar de systemen meer impact hebben, bijvoorbeeld in het geval van toeritdosering.

Omdat het MTM-systeem meerdere functies heeft die op de matrixborden getoond worden (strookmanagement, filestaartbeveiliging en dynamische snelheidslimieten) is er geconcludeerd dat er voorlopig bij nieuwbouw misschien minder portalen geplaatst kunnen worden, maar dat de portalen nog niet weg kunnen op die wegvakken waar MTM gezien de verkeersdrukte gewenst is. Voordat portalen, die alleen de functie filestaartbeveiliging hebben, weggehaald kunnen worden is onder andere meer inzicht nodig in een geschikte afstand tussen de portalen (dit hangt ook af van de zichtlijnen en dus van de specifieke locatie). Tevens is er meer inzicht nodig in het bezit en gebruik van de dienst Traffic Jam Ahead Warning en (C-)ACC.

Tenslotte werd geconcludeerd dat er een zeer hoge betrouwbaarheid en nauwkeurigheid nodig is van de wegkantsysteemvervangende in-carsystemen bij de sturende systemen: de dynamische snelheidslimiet, de hoogtemelding en strookmanagement. Ook is er een hoge tot zeer hoge penetratiegraad nodig bij deze drie systemen. De toeritdosering is ook een sturend systeem, maar het is niet verplicht ze te installeren. Zodra ze er echter staan heeft het een sturende werking – een verkeerslicht dat een gebod oplegt. Bij deze vier systemen zijn voor vervanging meer voorwaarden opgesteld, waaronder zekerheid over datastromen en een zeer hoge betrouwbaarheid van de in-carsystemen. Tot slot is ook de consistentie van de informatie aan weggebruikers in de transitieperiode waarin zowel wegkant- als in-carsystemen gebruikt worden een aandachtspunt.

8.2. Aanbevelingen voor verder onderzoek

Naar aanleiding van de challenge zijn er meerdere kennisvragen naar voren gekomen over de 6 geanalyseerde wegkantsystemen. Deze vragen zijn hieronder gecategoriseerd per wegkantsysteem.

DRIP

- Wat is momenteel het effect van de DRIP op de doorstroming, kijkend naar opvolgingsgedrag?
- Welk percentage van de weggebruikers maakt gebruik van een actueel navigatiesysteem of een app op de smartphone? In hoeverre volgen ze adviezen voor alternatieve routes op?
- Wat zijn de kosten en baten van informatie via navigatiesystemen voor zowel Rijkswaterstaat als de service providers, als de weggebruikers?

Filestaartbeveiliging

- Welk aandeel van het verkeer dient gewaarschuwd te worden om te bereiken dat de verkeersstroom als geheel met een veilige snelheid op files aanrijdt?
- Wat is het effect als niet iedereen gewaarschuwd wordt voor de file, op het gebied van veiligheid, gedrag van weggebruikers en de doorstroming?
- Hoe hoog is de bereidwilligheid van bezitters van systemen (Traffic Jam Ahead Warning en (c) ACC om de 'have nots' te waarschuwen?
- Welke afspraken en met wie zijn er nodig om het goed functioneren van de datastromen voor filestaartbeveiliging te waarborgen?

Strookmanagement

- Op welk type wegen en locaties (gezien de categorisering van wegen binnen het netwerk) is een lane control systeem langs de kant van de weg wenselijk en waar kan dit vervangen worden door een in-car systeem?
- Hoeveel aanrijdingen worden er veroorzaakt op wegen met het MTM-systeem en op wegen waar alleen kruiswagens gebruikt worden?
- Hoe kunnen snelheidslimieten, aangeboden middels in-car vehicle signage, gehandhaafd worden?
- Wat is de toegevoegde waarde (bijvoorbeeld het eerder waarschuwen bij afzettingen) van een in-carsysteem dat aangeeft welke stroken afgesloten/open zijn op niet-gesignaleerde trajecten?
- Is een in-carsysteem voor lane control in combinatie met een beperktere vorm van fysieke afzetting kansrijk?

Hoogtemelding

- Hoe kunnen chauffeurs positief geprikkeld worden om hun hoogte bij te houden en daarop te acteren?

Toeritdosering

- Dwingt een in-carsysteem hetzelfde gedrag van weggebruikers af als een verkeerslicht langs of boven de weg?

- Kan toeristdosering op termijn overbodig gemaakt worden door beter/meer gebruik te maken van data m.b.t. (lage) gereden snelheden en reistijdvoorspellers in navigatiesystemen? Hoe kunnen de human machine interfaces hiervan zoveel mogelijk afgestemd worden op persoonlijke voorkeuren/kenmerken?
- Op welke locaties werkt de toeritdosering verkeerskundig gezien goed en minder goed? Kunnen de systemen op deze locaties verplaatst worden en ergens anders ingezet worden?

Dynamische snelheidslimiet

- Hoe worden de dynamische snelheidslimieten gehandhaafd als men de maximumsnelheden (ook) doorkrijgt via een in-carsysteem?
- Hoe zullen bestuurders op in-carsystemen met dynamische snelheidslimieten reageren?
- Als de in-carsystemen uitgezet kunnen worden en bestuurders informatie over dynamische snelheidslimieten missen, hoe wordt hiermee dan omgegaan in de regelgeving?
- Hoe wordt omgegaan met de privacy van weggebruikers bij de introductie van dynamische snelheidslimieten?
- Kan de gereden snelheid gelogd worden (bijvoorbeeld voor handhaving) als dit soort systemen bestaan?

Algemene vragen

- Wat is de verwachting omtrent het effect op de verkeersveiligheid als een wegkantsysteem (juridisch en technisch gezien) vervangen kan worden door een in-carsysteem? Kan verwacht worden dat de verkeersveiligheid minimaal gelijk blijft (maar liever nog verbetert natuurlijk, gezien beleidsdoelen op dit gebied), gezien de verandering in de manier waarop de informatie bij de bestuurder komt. Kan de nieuwe manier van informatie presenteren aan de bestuurder leiden tot extra afleiding?
- Hoe zou een tijdlijn van de vervanging van de in deze notitie besproken systemen eruit zien? Wanneer moet er actie ondernomen worden voor uitfasering? Wat is er nodig om de tijdlijn te maken?
- Wat is er nodig om de tijdslijn te kunnen monitoren? Bijvoorbeeld: ieder jaar bijwerken?
- Hoe kunnen we slim rekening houden met onderhoud in de uitfaseringsfase?
- Welke onderwerpen/kennisvragen worden waar opgepakt?
- Wat zijn de kennisvragen voor de lange termijn? Dit kan een basis zijn voor een kennisagenda.

Referenties

Nitsche, P., I. Erdelean, K. Schwieger, A. Soekroella, K. Malone & F. Ognissanto (2017). *Report on data collection and processing*. Deliverable 4.1 van het ANACONDA project, 11 mei 2017.

Rijkswaterstaat (2016). *OBR DVM 2016*. Rijkswaterstaat rapport, versie 1.1, 12 juli 2016.

Rijkswaterstaat (2018). *Factsheets DVM*. Rijkswaterstaat rapport, april 2018.

Taale, H. (2015). *Beschrijving van overzicht met indeling in functies en koppeling aan use cases*. TrafficQuest memo, 28 oktober 2015.

Taale, H. (2016). *Traffic management in the Netherlands – Systems and impacts*. TrafficQuest presentatie voor een Franse delegatie van Cerema, 5 oktober 2016.

Taale, H. & H. Schuurman (2015). *Effecten van benutting in Nederland - Een overzicht van 190 praktijkevaluaties*. TrafficQuest presentatie. Versie 3.3, 8 mei 2015.