

Domeinarchitectuur Wegverkeersmanagement

Rapportage Fase 3: 'systeem-maatregel-systeem matrix'
Groeidocument

Datum 14 mei 2010
Status Definitief

Domeinarchitectuur Wegverkeersmanagement

Rapportage Fase 3: 'systeem-maatregel-systeem matrix'
Groeidocument

Datum 14 mei 2010
Status Definitief

Colofon

Uitgegeven door	Rijkswaterstaat Data en ICT Dienst (DID)
Informatie	Ir. M.P. (Marion) Braams, drs. ing. A.V. (Victor) Avontuur
Telefoon	
Fax	
Uitgevoerd door	Grontmij
Opmaak	Grontmij
Datum	14 mei 2010
Status	Definitief
Versienummer	1.0

Aanpassingsoverzicht

Versie	Status	Datum	Beschrijving wijziging(en)	Gedistribueerd aan:
0.1	Working Draft	15-01-'10	1e uitwerking wegkantsystemen DRIPs en bermDRIPs	Victor Avontuur en Marion Braams (DID), Michaela Mihaylova (DVS)
0.2	Working Draft	12-02-'10	1e uitwerking wegkantsystemen VRI's en TDI's	Victor Avontuur en Marion Braams (DID)
0.3	Working Draft	19-03-'10	Uitwerking herziene aanpak	Victor Avontuur en Marion Braams (DID)
0.4	Working Draft	26-03-'10	1e uitwerking wegkantsystemen VKS en Dynamax	Victor Avontuur en Marion Braams (DID)
0.5	Working Draft	02-04-'10	Integrale uitwerking wegkantsystemen VRI's en TDI's (concept)	Victor Avontuur en Marion Braams (DID), Sascha Hoogendoorn (DVS)
0.6	Working Draft	09-04-'10	Integrale uitwerking wegkantsystemen DRIPs en bermDRIPs (concept)	Victor Avontuur en Marion Braams (DID), Sascha Hoogendoorn (DVS)
0.7	Working Draft	15-04-'10	Integrale uitwerking DAWEG Fase 3 (concept)	Victor Avontuur en Marion Braams (DID), Sascha Hoogendoorn (DVS)
0.8	Working Draft	21-04-'10	Concept-definitieve rapportage DAWEG Fase 3	Victor Avontuur en Marion Braams (DID), Sascha Hoogendoorn (DVS)
0.9	Working Draft	05-05-'10	Concept-definitieve rapportage DAWEG Fase 3 waarin laatste wijzigingen in hoofdstuk 3 en 5 zijn doorgevoerd	Victor Avontuur en Marion Braams (DID), Sascha Hoogendoorn (DVS)
1.0	Final version	14-05-'10	Toevoeging eindplaat DAWEG Fase 3 aan conclusies	Victor Avontuur en Marion Braams (DID), Sascha Hoogendoorn (DVS)

Samenvatting

Inleiding en achtergrond

Domeinarchitectuur Wegverkeersmanagement (DAWEG) levert Rijkswaterstaat inzicht in samenhang volgens het principe "just enough, just in time". In Fase 1 van DAWEG zijn toekomstbeelden geschetst voor verkeersmanagement, gericht op ontwikkelingen in de organisatie van verkeersmanagement en de ontwikkeling van ITS-systemen en -services, die van belang kunnen zijn voor verkeersmanagement. Voor verschillende ITS-systemen en -services is zo concreet mogelijk aangegeven wanneer er een voldoende grote marktpenetratie is bereikt om bruikbaar te zijn voor verkeersmanagementprojecten.

In Fase 2 zijn de toekomstbeelden toegepast op een aantal topprojecten die Rijkswaterstaat momenteel, mede in het kader van het programma Regie VM, uitvoert. De toepassing heeft geleid tot een nadere clusterindeling van de ontwikkelingen in technologische hoofdtrends van VM en VI systemen. Daarnaast zijn voor de topprojecten omslagpunten bepaald en is de samenhang daartussen aangegeven.

DAWEG Fase 3

In Fase 3 staat de functionaliteit van de huidige wegkantsystemen centraal. In het document Operationeel Verkeersmanagement, dat oktober 2009 is vastgesteld door de Adviesgroep Hoofden Operationeel Verkeersmanagement (AGHOV), is de scope van DVM en de daarmee samenhangende verkeerskundige (netwerk)services en verkeerskundige maatregelen uitgewerkt. Op basis van deze indeling, is in DAWEG Fase 3 voor zes kapitaalintensieve wegkantsystemen beoordeeld welke (netwerk)services en verkeerskundige maatregelen ze vervullen en in welke vorm het verkeer beïnvloed wordt. Net als in Fase 1 en 2 van DAWEG is in dit onderzoek voor de beïnvloedingsvorm de term 'functie van een verkeerskundige maatregel' gehanteerd. Aan de hand van de toekomstbeelden van DAWEG Fase 1 is vervolgens beoordeeld welke nieuwe systemen in aanmerking komen voor overname van de functionaliteit van de wegkantsystemen. Resultaat van het onderzoek is een zogeheten 'systeem-maatregel-systeem matrix'. De belangrijkste conclusies per wegkantsysteem zijn:

Verkeerssignalering

De verkeerskundige maatregelen van verkeerssignalering beïnvloeden het verkeer middels de functies informeren, adviseren, waarschuwen en instrueren. De verkeerskundige maatregel Filebeveiliging heeft o.a. als functie om de weggebruiker te waarschuwen voor het naderen van een file. Deze functie kan naar verwachting binnen de beschouwde periode (tot 2020) met dezelfde kwaliteit worden overgenomen door "Advanced Cruise Control (ACC) met Stop&Go". Ervan uitgaande dat dit systeem in potentie alle kop-staartbotsingen kan voorkomen, kan het omslagpunt in circa 2018¹ worden bereikt. Diverse andere opkomende systemen, zoals In-car Traffic Management (IcTM) en Intelligente Snelheidsassistentie (ISA), zullen de komende jaren de kwaliteit, waarmee verkeerssignalering de

¹ Jaartallen, die worden genoemd bij omslagpunten zijn geen harde mijlpalen. Zie hoofdstuk 9 Conclusies voor een nadere toelichting.

verkeerskundige maatregelen uitvoert, vergroten. Van overname van de verkeerskundige maatregelen van verkeerssignalering is echter binnen de beschouwde periode geen sprake.

Dynamax

De voornaamste functie van de verkeerskundige maatregelen van Dynamax is het instrueren van verkeer ten aanzien van een dynamische snelheidslimiet. Een instructie moet alle weggebruikers bereiken. Daarom is voor overname van deze functie een penetratiegraad van 100 procent vereist voor de potentiële nieuwe systemen. Verder moet juridisch zijn vastgelegd dat de instructie met behulp van deze nieuwe systemen mag worden gegeven. Dit is voor 2020 waarschijnlijk niet het geval. Wel kunnen IcTM en ISA de kwaliteit waarmee Dynamax de functies uitvoert, de komende jaren vergroten.

Verkeersregelinstallaties (VRI's)

Van vervanging van het wegkantsysteem VRI is binnen de beschouwde periode geen sprake. Wel zijn er systemen in opkomst die de kwaliteit van een aantal functies van VRI's de komende jaren kunnen verbeteren. Vanaf circa 2014 kan Cooperative Traffic Controller (CTC) de instructiefunctie van een VRI, aangaande het oprijden van een kruising, optimaliseren. Intelligent Cooperative Intersection Safety (IRIS) kan op termijn de informatie- en waarschuwingsfunctie, aangaande conflictsituaties, verbeteren.

Toeritdoseerinstallaties (TDI's)

Met een TDI worden de verkeerskundige maatregelen "toeritregeling" en "toeritcoördinatie" uitgevoerd, met als doel om de instroom op de hoofdrijbaan te optimaliseren en het samenvoegen van het verkeer te faciliteren. De weggebruiker krijgt daarbij ter hoogte van de toerit van een autosnelweg een instructie. Tot 2020 komen er geen systemen beschikbaar die de maatregelen en/of functies met dezelfde kwaliteit kunnen overnemen. Wel zijn er een aantal systemen in opkomst die een bijdrage leveren aan het optimaliseren van de instroom op de hoofdrijbaan (te weten: Cooperative Traveller Assistent (CTA), routenavigatie met RDS/TMC, online routenavigatie en verkeersinformatie) en het faciliteren van het samenvoegen van het verkeer (te weten: IcTM, ACC en Safe Lane Change Moeuvres). Aangezien deze systemen qua beïnvloedingsvorm een minder dwingend karakter hebben, lijkt het onwaarschijnlijk dat deze systemen binnen de beschouwde periode de services geheel kunnen verlenen. Het wegkantsysteem TDI kan daarom voor 2020 niet worden vervangen.

Dynamische route-informatiepanelen (DRIPs)

Er zijn een aantal nieuwe systemen in opkomst die de verstrekking van geautomatiseerde verkeersinformatie door DRIPs op termijn met dezelfde kwaliteit kunnen overnemen. Uitgaande van een stijgende penetratiegraad van intelligente navigatiesystemen zal vanaf circa 2015-2016 de verkeersinformatie evenveel weggebruikers bereiken via de nieuwe systemen. Gezien de grote spreiding in het huidige opvolgingspercentage van een route-advies op DRIPs (in geval van WiU, evenementen of onvoorziene omstandigheden) kunnen deze verkeerskundige maatregelen voor 2020 nog niet in alle gevallen door nieuwe systemen worden overgenomen. In sommige gevallen zal dat nu al het geval zijn, in andere gevallen is dat voor 2020 niet aan de orde.

bermDRIPs

BermDRIPs hebben, in vergelijking tot drieregelige tekst DRIPs, een iets mindere zichtbaarheid. Dit betekent dat bermDRIPs de verkeerskundige maatregel "Dynamische geautomatiseerde verkeersinformatie" met een iets lagere kwaliteit uitvoeren. Het omslagpunt waarbij nieuwe systemen de verkeerskundige maatregel met dezelfde kwaliteit uitvoeren, ligt daarom voor bermDRIPs naar verwachting iets voor 2015-2016.

Ook voor bermDRIPs geldt dat er een grote spreiding bestaat in de kwaliteit waarmee de overige verkeerskundige maatregelen worden uitgevoerd. Meerwaarde van bermDRIPs, ten opzichte van drieregelige tekst DRIPs, is dat bermDRIPs de mogelijkheid bieden om boodschappen over wegwerkzaamheden, incidenten, e.d. met behulp van pictogrammen aan de weggebruiker te tonen. Naar verwachting neemt de begrijpelijkheid van de boodschap hierdoor toe. Dit betekent dat bermDRIPs de verkeerskundige maatregelen met een betere kwaliteit uitvoeren, waardoor ze iets minder snel kunnen worden overgenomen door nieuwe systemen. Van vervanging van het wegwegkantsysteem bermDRIP is binnen de beschouwde periode geen sprake.

Inhoudsopgave

Samenvatting 6

1 Inleiding 11

- 1.1 Aanleiding 11
- 1.2 Domeinarchitectuur Wegverkeersmanagement 11
- 1.3 Resultaten Fase 1 en Fase 2 12
- 1.4 Doelstelling Fase 3 12
- 1.5 Leeswijzer 13

2 Aanpak 14

- 2.1 De 'systeem-maatregel-systeem matrix' 14
- 2.2 Procesmatige aanpak Fase 3 15
- 2.3 Inhoudelijke uitwerking van de 'systeem-maatregel-systeem matrix' 15
- 2.4 Stap 1: Beschrijving van het wegkantsysteem 16
- 2.5 Stap 2: Vaststellen functionaliteit van het wegkantsysteem 16
- 2.6 Stap 3: Vaststellen penetratiegraden 22
- 2.7 Stap 4: Vaststellen kwaliteiten 22
- 2.8 Stap 5: Selectie nieuwe systemen per verkeerskundige maatregel 23
- 2.9 Stap 6: Verkeerskundige redenering overname functionaliteit 24

3 Verkeerssignalering 26

- 3.1 Stap 1: Beschrijving verkeerssignalering 26
- 3.2 Stap 2: Vaststellen functionaliteit van verkeerssignalering 28
- 3.3 Stap 3: Vaststellen penetratiegraden 32
- 3.4 Stap 4: Vaststellen kwaliteiten 33
- 3.5 Stap 5: Selectie nieuwe systemen per verkeerskundige maatregel 34
- 3.5.1 Filebeveiliging 34
- 3.5.2 Ondersteuning Werk in Uitvoering (WIU) en incidenten 37
- 3.5.3 Doseerkruis 38
- 3.5.4 Homogeniseren 38
- 3.5.5 'Systeem-maatregel-systeem matrix' voor verkeerssignalering 38
- 3.6 Stap 6: Verkeerskundige redenering overname functionaliteit 42

4 Dynamax 47

- 4.1 Stap 1: Beschrijving Dynamax 47
- 4.2 Stap 2: Vaststellen functionaliteit van Dynamax 49
- 4.3 Stap 3: Vaststellen penetratiegraden 50
- 4.4 Stap 4: Vaststellen kwaliteiten 50
- 4.5 Stap 5: Selectie nieuwe systemen per verkeerskundige maatregel 51
- 4.5.1 "Snelheidsbeperking", "Snelheidsinstructie, dynamisch" en "Snelheidsinstructie, correctief" 51
- 4.5.2 Nieuw systeem voor service "Rust in het verkeer vergroten" 51
- 4.5.3 'Systeem-maatregel-systeem matrix' voor Dynamax 51
- 4.6 Stap 6: Verkeerskundige redenering overname functionaliteit 53

5 Verkeersregelininstallaties (VRI's) 56

- 5.1 Stap 1: Beschrijving VRI's 56
- 5.1.1 Gelijkvloerse kruisingen 56
- 5.1.2 Tunnellichten, bruglichten en overweglichten 57

5.2	Stap 2: Stap 2: Vaststellen functionaliteit van VRI's	57
5.3	Stap 3: Vaststellen penetratiegraden	59
5.3.1	Gelijkvloerse kruisingen	59
5.3.2	Tunnellichten, bruglichten en overweglichten	60
5.4	Stap 4: Vaststellen kwaliteiten van VRI's	61
5.4.1	Gelijkvloerse kruisingen	61
5.4.2	Tunnellichten, bruglichten en overweglichten	62
5.5	Stap 5: Selectie nieuwe systemen per verkeerskundige maatregel	62
5.5.1	Gelijkvloerse kruisingen	62
5.5.2	Tunnellichten, bruglichten en overweglichten	64
5.5.3	'Systeem-maatregel-systeem matrix' voor VRI's	64
5.6	Stap 6: Verkeerskundige redenering overname functionaliteit	67

6 Toeritdoseerinstallaties (TDI's) 71

6.1	Stap 1: beschrijving TDI's	71
6.2	Stap 2: Vaststellen functionaliteit van TDI's	72
6.3	Stap 3: vaststellen penetratiegraden	73
6.4	Stap 4: vaststellen kwaliteiten van TDI's	74
6.5	Stap 5: Selectie nieuwe systemen per verkeerskundige maatregel	76
6.6	Stap 6: Verkeerskundige redenering overname functionaliteit	79

7 Dynamische route-informatiepanelen (DRIPs) 84

7.1	Stap 1: beschrijving DRIPs	84
7.2	Stap 2: Vaststellen functionaliteit van DRIPs	85
7.3	Stap 3: vaststellen penetratiegraden	87
7.4	Stap 4: vaststellen kwaliteiten van DRIPs	88
7.5	Stap 5: Selectie nieuwe systemen per verkeerskundige maatregel	90
7.6	Stap 6: Verkeerskundige redenering overname functionaliteit	92

8 bermDRIPs 101

8.1	Stap 1: beschrijving bermDRIPs	101
8.2	Stap 2: Vaststellen functionaliteit van bermDRIPs	103
8.3	Stap 3: Vaststellen penetratiegraden	105
8.4	Stap 4: Vaststellen kwaliteiten van bermDRIPs	106
8.5	Stap 5: Selectie nieuwe systemen per verkeerskundige maatregel	107
8.6	Stap 6: Verkeerskundige redenering overname functionaliteit	109

9 Conclusies 112

9.1	Voornaamste conclusies per wegkantsysteem	112
9.2	Generieke conclusies DAWEG Fase 3	114
9.3	Conclusies DAWEG Fase 3 in tabelvorm	114
9.3.1	Overname functionaliteit wegkantsystemen	114
9.3.2	Aanvulling functionaliteit wegkantsystemen	116

Bijlage Literatuurbronnen 121

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In de Nota Mobiliteit (NoMo) zijn heldere doelstellingen geformuleerd om de bereikbaarheid in Nederland op langere termijn (tot 2020) te kunnen waarborgen. Hierbij is een onderverdeling in de doelstellingen aangebracht, bestaande uit drie samenhangende pijlers: Bouwen, Beprijzen en Benutten. Aan de eerste twee pijlers wordt al langere tijd invulling gegeven. De derde pijler Benutten is daarentegen een relatief nieuwe pijler. In het Beleidskader Benutten wordt de ontwikkelrichting van deze peiler voor de periode tot 2020, zowel inhoudelijk als procesmatig, verder uitgewerkt.

Uiteindelijk moeten de bereikbaarheidsdoelstellingen door Rijkswaterstaat worden vertaald in een realisatieplan, waarin nader wordt uitgewerkt op welke wijze invulling wordt gegeven aan de doelstellingen van de Nota Mobiliteit en het Beleidskader Benutten. Voor benutting (verkeersmanagement) is echter geconstateerd dat er geen duidelijk tijdgerelateerd toekomstbeeld bestaat, waarop besluiten kunnen worden gebaseerd. Ontwikkelingen die binnenkort gerealiseerd kunnen worden, zijn vaak in eenzelfde perspectief geplaatst met ontwikkelingen op lange termijn. Rijkswaterstaat heeft aangegeven dat om deze reden behoefte bestaat aan zogeheten "timesliced" toekomstbeelden. Deze timesliced toekomstbeelden zullen de basis vormen, waarop Rijkswaterstaat haar realisatieplan voor wegverkeersmanagement kan opzetten.

1.2 Domeinarchitectuur Wegverkeersmanagement

De toekomstbeelden vormen het eerste product van de 'Domeinarchitectuur Wegverkeersmanagement' (DAWEG). Deze Domeinarchitectuur levert "inzicht in samenhang" volgens het principe "Just Enough, Just In Time": Net genoeg inzicht in samenhang is meestal voldoende om beter besluiten te kunnen nemen, als dat inzicht tenminste op tijd komt.

Ten eerste was het voor verkeersmanagement gewenst om op korte termijn inzicht te krijgen in de samenhang van toekomstige ontwikkelingen. Vervolgens zijn voor DAWEG ook de volgende stappen gezet bij het bieden van inzicht in samenhang. Verder is het de bedoeling dat de ontwikkelde inzichten worden beheerd. Wat betreft de toekomstbeelden is het bijvoorbeeld de bedoeling om daar na twee jaar een update van te geven.

Het is de bedoeling dat de op te leveren inzichten concrete aanknopingspunten bieden voor het uitwerken van een tactisch kader voor verkeersmanagement en voor het opzetten van een regielijn voor verkeersmanagement. Daarmee vormt DAWEG één van de pijlers voor de stroomlijning van het Programma Verkeersmanagement. Uiteindelijk draagt DAWEG daarmee bij aan het neerzetten van het thema Benutten als volwaardige derde pijler van het beleid van Rijkswaterstaat, naast de thema's Bouwen en Beprijzen.

Concreet zijn voor DAWEG de volgende doelstellingen geformuleerd:

- Bieden van inzicht in de samenhang van ontwikkelingen in verkeersmanagement op de middellange en lange termijn;
- Input voor de uitwerking van een strategisch kader voor verkeersmanagement;
- Input voor programmasturing (SLA VM spoor 2, doelen (deel)programma's);
- Input voor programma Beter Benut.

DVS heeft verantwoordelijkheid voor DAWEG, waarbij de DID methodische, inhoudelijke en projectmatige ondersteuning biedt bij de ontwikkeling en het beheer daarvan.

1.3 Resultaten Fase 1 en Fase 2

In Fase 1 zijn toekomstbeelden geschetst voor verkeersmanagement, gericht op ontwikkelingen in de organisatie van verkeersmanagement en de ontwikkeling van ITS-systemen en -services, die van belang kunnen zijn voor verkeersmanagement. Voor verschillende ITS-systemen en -services is zo concreet mogelijk aangegeven wanneer ze een voldoende grote marktpenetratie hebben bereikt om bruikbaar te zijn voor verkeersmanagementprojecten.

Vervolgens zijn deze toekomstbeelden voor in-car technologieën toegepast op een drietal verkeersmanagementprojecten van Rijkswaterstaat, te weten: Dynamax, Incident Management en NDW. In algemene zin bleek dat door het gebruik van deze timesliced toekomstbeelden omslagpunten voor verkeersmanagementprojecten benoemd kunnen worden. Deze omslagpunten zijn geformuleerd als kansen om te profiteren van extra baten en dienen als ondersteuning bij managementbesluiten rondom het project.

Op basis van de positieve resultaten van de eerste toepassing van de toekomstbeelden zijn in Fase 2 door middel van workshops deze toekomstbeelden toegepast op een zevental topprojecten die door Rijkswaterstaat, mede in het kader van het programma Regie VM, worden uitgevoerd. Voor deze topprojecten zijn de beoogde omslagpunten bepaald en is de samenhang daartussen aangegeven. Daarnaast heeft deze toepassing geleid tot een nadere clusterindeling van de ontwikkelingen in technologische hoofdtrends van VM- en VI-systemen.

1.4 Doelstelling Fase 3

De doelstelling van Fase 3 van DAWEG is om de functionaliteit van de huidige wegkantsystemen vast te stellen, en op basis daarvan na te gaan hoe en wanneer deze functionaliteit door nieuwe instrumenten en systemen kan worden overgenomen. De bevindingen worden vastgelegd in een zogeheten 'systeem-maatregel-systeem matrix'. Is deze matrix eenmaal ingevuld en getoetst dan kunnen op grond daarvan beter onderbouwde besluiten worden genomen over investeringen in wegkantsystemen. Het onderbouwen van investeringsbeslissingen is vooral van belang voor kapitaalintensieve systemen. Daarom is het uitwerken van de systeem-maatregel-systeem matrix vooralsnog vooral van belang voor de kapitaalintensieve wegkantsystemen.

1.5

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de onderzoeksopzet en de procesaanpak van DAWEG Fase 3 uiteengezet. Vanaf hoofdstuk 3 wordt de invulling van de 'systeem-maatregel-systeem matrix' uitgewerkt voor de zes geselecteerde wegkantsystemen. Hoofdstuk 3 en 4 bevat de uitwerking van respectievelijk het verkeerssignaleringsysteem en Dynamax. Hoofdstuk 5 en 6 bevat de uitwerking van de wegkantsystemen VRI's en TDI's en hoofdstuk 7 en 8 bevat de uitwerking van de wegkantsystemen DRIPs en bermDRIPs. Tot slot worden in hoofdstuk 9 op de voornaamste conclusies per wegkantsysteem gepresenteerd en worden op basis daarvan een aantal generieke conclusies voor DAWEG Fase 3 getrokken.

2 Aanpak

In dit hoofdstuk wordt de onderzoeksopzet en aanpak uiteengezet. Om te beginnen wordt een toelichting gegeven op de 'systeem-maatregel-systeem matrix' en procesmatige aanpak van het project. Vervolgens wordt ingegaan op de inhoudelijke uitwerking van de matrix.

2.1 De 'systeem-maatregel-systeem matrix'

Fase 3 van DAWEG vormt een uitwerking van de gedachteomslag binnen Rijkswaterstaat: van een overwegend instrumenteel naar functioneel georiënteerde werkwijze. Het doel voor deze fase is tweeledig:

1. Vaststellen welke verkeerskundige maatregelen Rijkswaterstaat momenteel uitvoert met de huidige wegkantsystemen en welke functies daarbij worden gebruikt voor het daadwerkelijk beïnvloeden van het verkeer.
2. Vaststellen hoe en wanneer deze verkeerskundige maatregelen in de toekomst door nieuwe systemen kunnen worden uitgevoerd en welke functies daar dan bij worden gebruikt.

Conform DAWEG Fase 1 zijn de functies daarbij ingedeeld in: informeren, adviseren, waarschuwen, instrueren, interveniëren en prijsprikkelen (DAWEG fase 1).

Uitwerking van bovenstaande wordt gedaan door invulling van onderstaande 'systeem-maatregel-systeem matrix'.

Huidige systeem	Verkeerskundige maatregel	Functie	Nieuwe systeem	Functie

Vanaf paragraaf 2.3 wordt de inhoudelijke uitwerking van de matrix nader toegelicht. Daarbij wordt ook aangegeven, wat de relatie is tussen de maatregelen en de (netwerk)services waar ze bij horen. Dit leidt tot een matrix, waarin ook (netwerk)services zijn opgenomen.

Huidige systeem	Netwerk-service	Service	Verkeerskundige maatregel	Functie	Nieuwe systeem	Functie

2.2 Procesmatige aanpak Fase 3

Het proces van de uitwerking van de functieervulling van de huidige wegkantsystemen en de (toekomstige) overname door nieuwe systemen is opgedeeld in twee stadia.

Interne overleggen

Als vertrekpunt is voor de uitwerking van de 'systeem-maatregel-systeem matrix' een drietal interne overleggen georganiseerd, waarbij per overleg twee wegkantsystemen zijn behandeld. Tijdens deze overleggen is zoveel mogelijk kennis en informatie bij elkaar gebracht over de verkeerskundige maatregelen die momenteel met het huidige wegkantsysteem worden genomen en over de functies, die daarbij worden gebruikt om het verkeer daadwerkelijk te beïnvloeden. Daarna is verkend welke mogelijke nieuwe systemen in de toekomst kunnen worden ingezet om de maatregelen uit te voeren. Beschikbare literatuur is geïnventariseerd en lacunes in kennis zijn in kaart gebracht. Aan deze overleggen hebben inhoudelijk experts van Grontmij en de projectleiding vanuit Rijkswaterstaat (DVS en DID) deelgenomen.

Bureaustudie

Op basis van de uitkomsten van de interne overleggen is de 'systeem-maatregel-systeem matrix' voor de betreffende wegkantsystemen vervolgens verder ingevuld. Hiervoor is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van beschikbare literatuur over VM- en VI-systemen. Daar waar noodzakelijke gegevens voor invulling van de matrix ontbraken, zijn op basis van *expert opinion*, met argumenten omkleedde aannames gedaan.

In voorliggende rapportage zijn de resultaten van bovenstaande stappen vastgelegd. In een vervolgstap worden de uitkomsten van dit onderzoek getoetst door het voorleggen van de uitkomsten aan gezaghebbende beleids- en verkeerskundigen.

2.3 Inhoudelijke uitwerking van de 'systeem-maatregel-systeem matrix'

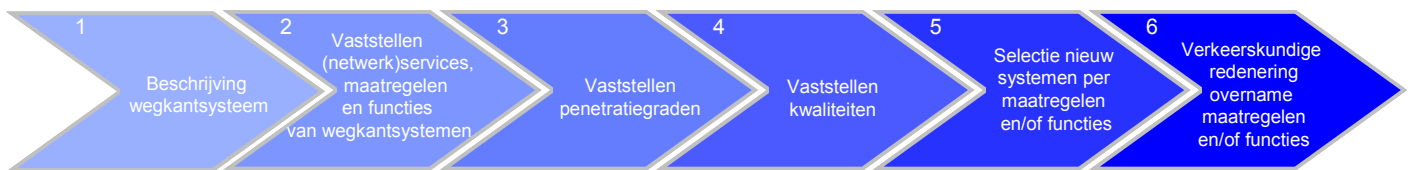
Invulling van de 'systeem-maatregel-systeem matrix' geeft Rijkswaterstaat nader inzicht in de functionaliteit van de huidige wegkantsystemen en de in-car en coöperatieve systemen die deze functionaliteit in de toekomst mogelijk kunnen overnemen. Op basis van de ingevulde matrix worden, aan de hand van een verkeerskundige redenering, de volgende drie onderzoeksvragen beantwoord:

- 1 Hoe en wanneer kunnen nieuwe systemen de verkeerskundige maatregelen van de huidige wegkantsystemen in de toekomst met *dezelfde* kwaliteit overnemen? En welke functies worden dan gebruikt om het verkeer te beïnvloeden?
- 2 Kunnen deze nieuwe systemen vervolgens de betreffende verkeerskundige maatregelen ook met een *betere* kwaliteit uitvoeren?
- 3 Welke *nieuwe* verkeerskundige maatregelen kunnen tot slot met de betreffende nieuwe systemen worden uitgevoerd?

Door de onderzoeksvragen in bovenstaande volgorde te beantwoorden is het onderzoek expliciet gericht op de functionaliteit van de huidige wegkantsystemen. Het onderzoek heeft nadrukkelijk niet als doelstelling om een breed overzicht te

geven van mogelijke toekomstige systemen en de verkeerskundige maatregelen die Rijkswaterstaat als wegbeheerder met betrekking tot verkeersmanagement hiermee kan nemen. De aanpak fungeert dan ook als een trechter waarbij alleen de systemen worden uitgewerkt die in staat worden geacht om de functionaliteit van de huidige wegakantsystemen (op termijn) over te nemen.

Om te komen tot een verkeerskundige redenering voor de overname van de functieervulling van de huidige wegakantsystemen worden zes stappen doorlopen. Deze stappen zijn weergegeven in onderstaand figuur 2.2. De inhoud van de zes stappen wordt in paragraaf 2.4 tot en met 2.9 nader toegelicht.



Figuur 2.2: Uitwerking functieovername wegakantsystemen in zes stappen

2.4 **Stap 1: Beschrijving van het wegakantsysteem**

In overleg met de opdrachtgever is besloten om in het kader van dit onderzoek zes wegakantsystemen uit te werken, te weten:

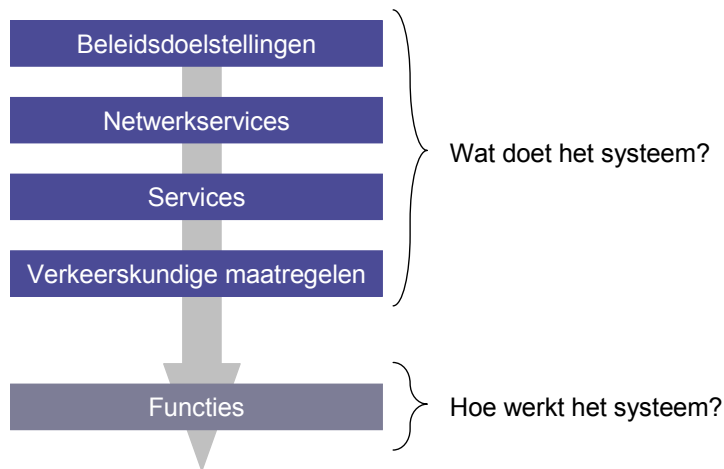
- Signaleringsstelsel;
- Dynamax
- Verkeersregelinstallaties (VRI's);
- Toerit Doseerinstallaties (TDI's);
- Dynamische route-informatie panelen (DRIPs);
- (Grafische) bermDRIPs.

Als eerste stap van de uitwerking wordt een beknopte beschrijving van het huidige wegakantsysteem gegeven, waarbij wordt ingegaan op de voornaamste kenmerken en technische mogelijkheden van het stelsel.

2.5 **Stap 2: Vaststellen functionaliteit van het wegakantsysteem**

In stap 2 wordt de functionaliteit van de betreffende wegakantsystemen vastgesteld, oftewel er wordt invulling gegeven aan de vragen: *wat* doen de wegakantsystemen en *hoe* gebeurt dat?

Figuur 2.3 geeft een schematische uitwerking van de vertaling van beleidsdoelstelling naar uiteindelijk concrete beïnvloedingsvormen van verkeer, zoals die in het Werkboek Gebiedsgericht Benutten en het document Operationeel Verkeersmanagement van Rijkswaterstaat worden gepresenteerd [42, 43]. Op basis van deze uitwerking kunnen de functionaliteiten van betreffende wegakantsystemen worden afgeleid.



Figuur 2.3: Uitwerking scope van DVM: vertaling van beleidsdoelstellingen naar concrete beïnvloeding van het verkeer.

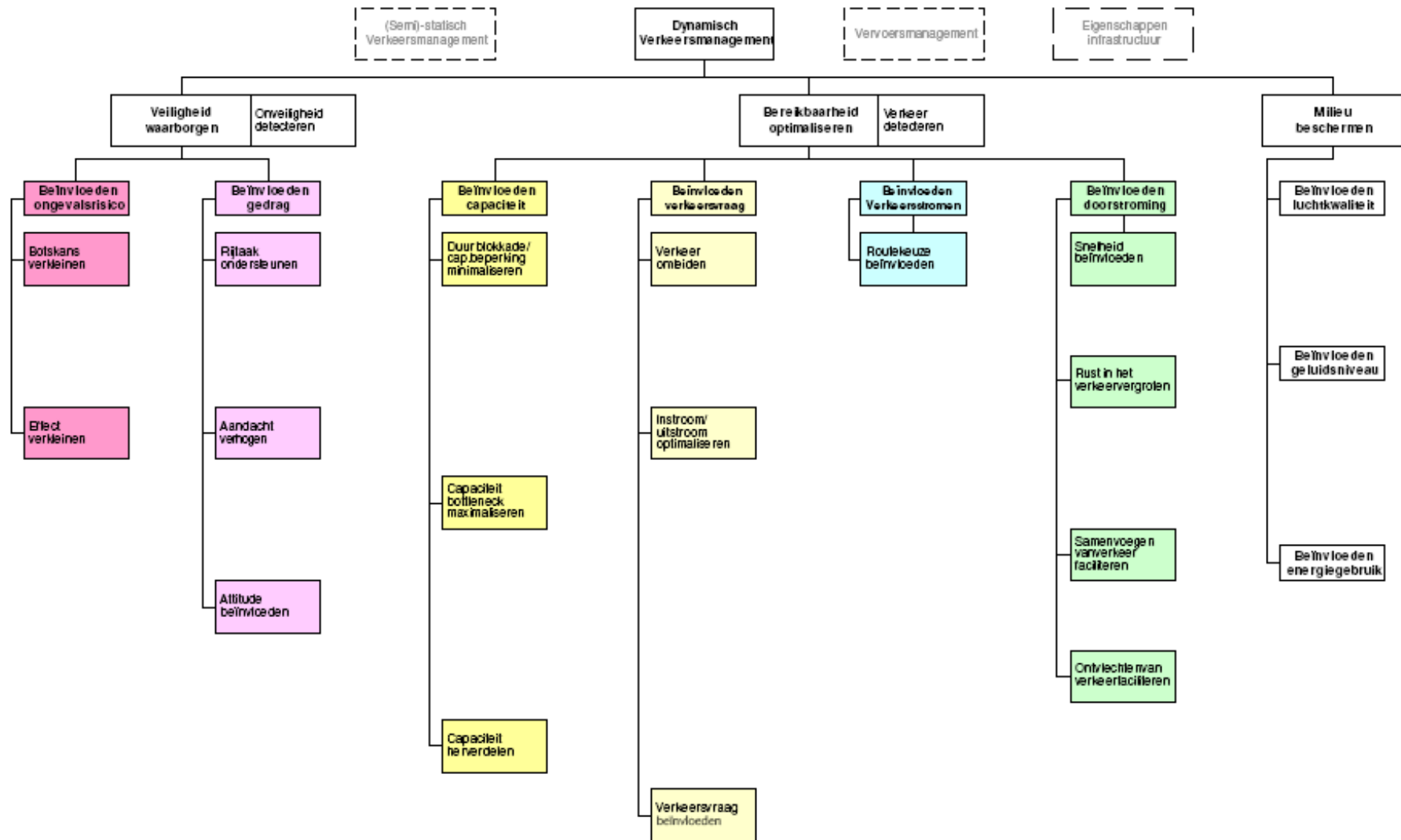
Binnen de scope van DVM zijn volgende beleidsdoelstellingen voor VenW geformuleerd: waarborgen van de verkeersveiligheid, verbeteren van de doorstroming en beschermen van het milieu. Verkeerskundig worden de beleidsdoelstellingen vertaald in een globale aanpak, waarmee op hoofdlijnen wordt aangegeven hoe knelpunten met verkeersmanagement worden aangepakt. Deze globale aanpak wordt uitgedrukt in de vorm van netwerkservices (zoals beïnvloeden verkeersstromen). Vervolgens worden de netwerkservices verder uitgewerkt in services (zoals routekeuze beïnvloeden). De output van het proces bestaat uit het inzetten van verkeerskundige maatregelen [42]. Een verkeerskundige maatregel is een maatregel waarmee een wegverkeersleider of een DVM-systeem het verkeer beïnvloedt door middel van actuatoren bij de weg [43].

Een verkeerskundige maatregel kan met één of meer functies het verkeer daadwerkelijk beïnvloeden. Dat zijn thans de functies informeren, adviseren, waarschuwen of instrueren.

Dit onderzoek richt zich op de overname van de functionaliteit van de huidige wegkantssystemen. We kijken daarom naar de overname van de verkeerskundige maatregel waarmee het verkeer wordt beïnvloed. Welke nieuwe systemen zijn in staat om de verkeerskundige maatregel uit te voeren en welke functie of beïnvloedingsvorm wordt daarvoor gebruikt?

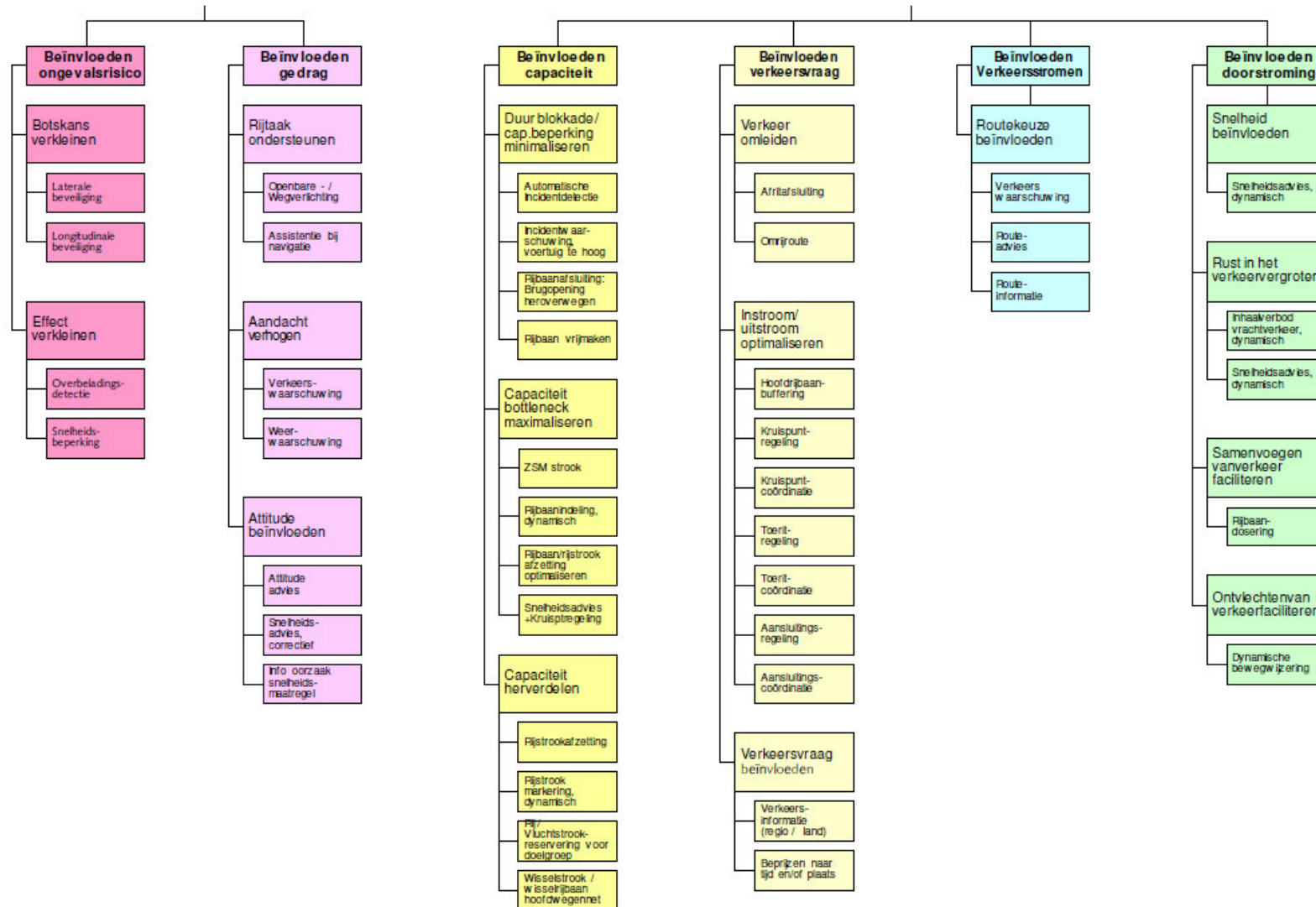
In het document Operationeel Verkeersmanagement, dat oktober 2009 is vastgesteld door de Adviesgroep Hoofden Operationeel Verkeersmanagement (AGHOV) van Rijkswaterstaat, is de scope van DVM en de daarmee samenhangende verkeerskundige (netwerk)services en verkeerskundige maatregelen uitgewerkt [42]. Schematisch is deze uitwerking in hiernavolgend figuur 2.4 weergegeven. In de bovenste twee rijen staan de beleidsdoelstellingen. In de derde rij staan de netwerkservices en daaronder staan de services vermeld.

DVM en verkeerskundige services



Figuur 2.4: Uitwerking scope van DVM en verkeerskundige services [42]

In figuur 2.5 zijn de services vertaald in verkeerskundige maatregelen. De maatregelen zijn daarbij in functionele termen beschreven. Conform deze categorisering wordt in stap 2 van dit onderzoek bepaald welke netwerk-services, services en verkeerskundige maatregelen een wegkantsysteem vervult.



Figuur 2.5: Uitwerking services in verkeerskundige maatregelen [42]

Een verkeerskundige maatregel kan een meer of minder dwingend karakter hebben. Met systemen/actuators boven of naast de weg (zoals matrixsignaalgevers, DRIPs, etc.) of met communicatiemiddelen (radio, SMS, internet, etc.) wordt dan het verkeer in meer of mindere mate dwingend beïnvloed [42]. Net als in Fase 1 en 2 van DAWEG wordt in dit onderzoek voor de beïnvloedingsvorm de term 'functie van een verkeerskundige maatregel' gehanteerd.

Voor dit onderzoek is ervoor gekozen om de functies af te leiden aan de hand van de uitwerking zoals die in "Actielijn 1: Stimuleren en faciliteren van slimme voertuigen en coöperatieve systemen" van het Beleidskader Benutten voor verkeersmanagement is gegeven [10]. Daarbij zijn voor verkeersmanagement 4 functies onderscheiden, te weten: sturen, adviseren & waarschuwen, informeren en interveniëren. In Fase 1 van DAWEG zijn deze vier functies herschreven tot de volgende vijf functies voor verkeersmanagement:

- Informeren
- Adviseren
- Waarschuwen
- Instrueren (sturen)
- Intervenieren

De functies vormen de basis voor de uitwerking van de 'systeem-maatregel-systeem matrix' en de beantwoording van de onderzoeksvragen. Voor dit onderzoek is het daarom van groot belang dat er een eenduidig beeld bestaat over de betekenis van de functies en bovendien een uniforme toepassing daarvan. Om dit te ondervangen wordt allereerst een beknopte definitie van de functies gegeven².

Informeren

De weggebruiker krijgt inlichtingen over reistijden, filelengtes, weersgesteldheid, etcetera, zonder dat daarbij een beperking aan de keuzevrijheid van de weggebruiker wordt opgelegd.

Adviseren

De weggebruiker krijgt inlichtingen over de route, reistijd etcetera, waarbij de weggebruiker enige mate van beperking van de keuzevrijheid wordt opgelegd. Feitelijk kan de weggebruiker het advies naast zich neerleggen, maar door de woordkeuze op de informatiedrager (zoals "volg") wordt het voorkeursalternatief van de informatieverstrekker (wegbeheerder) meegegeven.

Waarschuwen

De weggebruiker wordt opmerkzaam gemaakt op een potentieel risico ten aanzien van verkeerstoestand, toestand van het wegdek, weersgesteldheid, etcetera. Ook voor deze functie geldt dat de weggebruiker enige mate van beperking van de keuzevrijheid krijgt opgelegd. Met het verstrekken van de waarschuwing beoogt de

² Opvallend is dat in de literatuur verschillende indelingen voor de beïnvloedingsvormen of functies van verkeersmanagement worden gegeven. Tevens blijkt dat in geen enkel document een expliciete beschrijving van de definitie van de functies is opgenomen. Om toch tot een definitie van de functies te komen is op basis van een aantal impliciete beschrijvingen van de functies in documenten, zoals het Beleidskader Benutten (inclusief achtergronddocument) [17, 18], een eerste aanzet voor de definitie gegeven. Met behulp van de Van Dale zijn de definities vervolgens verder aangevuld en uitgedrukt in verkeerskundige grootheden.

Een belangrijk onderscheid tussen de functies is de mate van sturing door de wegbeheerder. Om dit onderscheid aan te geven is door de auteur de term keuzevrijheid aan de definities toegevoegd.

wegbeheerder te bereiken dat de weggebruiker zodanig handelt dat het risico wordt geminimaliseerd.

Instrueren

De weggebruiker krijgt een instructie om op een bepaalde manier te handelen bij afsluitingen, snelheidslimieten, rijstrookwijzigingen, etcetera. Zo'n instructie is altijd de uitdrukking van een gebod of verbod. Kenmerkend voor instrueren is dat de juridische keuzevrijheid van de weggebruiker volledig wordt beperkt. De weggebruiker dient de instructie op te volgen. Een concreet voorbeeld van een VM-systeem dat weggebruikers instrueert is een VRI, of een rood kruis op een signaalgever.

Interveniëren

Het voertuig, dat de weggebruiker bestuurt, intervenueert in het gedrag van de weggebruiker of van het voertuig zelf. De interventie kan gericht zijn op het ondersteunen of overnemen van de rijtaak. Bij ondersteuning van de rijtaak kan gedacht worden aan een systeem dat druk geeft op het rempedaal, in geval van een remmende voorligger. Bij overname van de rijtaak kan gedacht worden aan een voertuig dat uit zichzelf afremt, in geval van een remmende voorligger. Concrete voorbeelden van interveniërende systemen zijn: een elektronisch stabiliteitscontrole systeem (ESC), een snelheid- en tussenaafstand regelsysteem, een automatisch afremsysteem (ACC) en een antiblokkeersysteem (ABS). Kenmerkend voor een interventie is dat deze door het voertuig wordt gegeven. De functie interveniëren zit dan ook niet in de huidige wegkantsystemen en is typisch het domein van de automotive industry.

Prijsprikkelen

In Fase 1 van DAWEG is nog een zesde functie toegevoegd, namelijk prijsprikkelen. Prijsprikkelen houdt in dat weggebruikers op basis van kosten of beloning worden verleid om een ander gedrag te vertonen. Aangezien de huidige wegkantsystemen deze functie nog niet vervullen, wordt in dit onderzoek deze functie echter buiten beschouwing gelaten.

2.6 Stap 3: Vaststellen penetratiegraden

In stap 3 van de uitwerking wordt de penetratiegraad van het wegkantsysteem vastgesteld. De penetratiegraad is gedefinieerd als het absolute aantal beschikbare wegkantsystemen, of het aantal systemen per eenheid (kilometer) en is uitgesplitst naar de verkeerskundige maatregelen en/of functies die het betreffende wegkantsysteem bediend.

2.7 Stap 4: Vaststellen kwaliteiten

In stap 4 wordt vastgesteld met welke kwaliteit de wegkantsystemen de verkeerskundige maatregelen uitvoeren. Het bieden van inzicht in de kwaliteit geeft de mogelijkheid om in een vervolgstap van het onderzoek te beoordelen of de nieuwe systemen de verkeerskundige maatregelen met dezelfde kwaliteit uitvoeren om daarmee de functionaliteit van de wegkantsystemen definitief over te nemen. De kwaliteit is daarbij uitgedrukt in een drietal grootheden, te weten bereik, beschikbaarheid en nauwkeurigheid.

1. Bereik

Voor het bereik wordt in dit onderzoek enerzijds een onderscheid gemaakt in het geografische bereik van het systeem en anderzijds de doelgroep die bediend wordt met het systeem.

Het geografische bereik is uitgedrukt in het aantal kilometer en het type weg (A-wegen, N-wegen, OWN) dat bediend wordt met het wegkantsysteem.

De doelgroep is uitgedrukt in:

- Het reismotief van de weggebruiker (woon-werk, zakelijk, woon-school, sociaal-recreatief, goederen) [19];
- De voertuigcategorie (personenauto's, vrachtauto's, tweewielige motoren, bussen) [20];
- Het type weggebruiker (lokaal bekende versus lokaal onbekende weggebruiker).

2. Beschikbaarheid

De mate waarin een systeem beschikbaar is om de verkeerskundige maatregel uit te voeren.

3. Nauwkeurigheid

De foutenmarge, die geldt bij het uitvoeren van de verkeerskundige maatregel (bijvoorbeeld: lengte adviesroute is 200 kilometer +/- 10 procent).

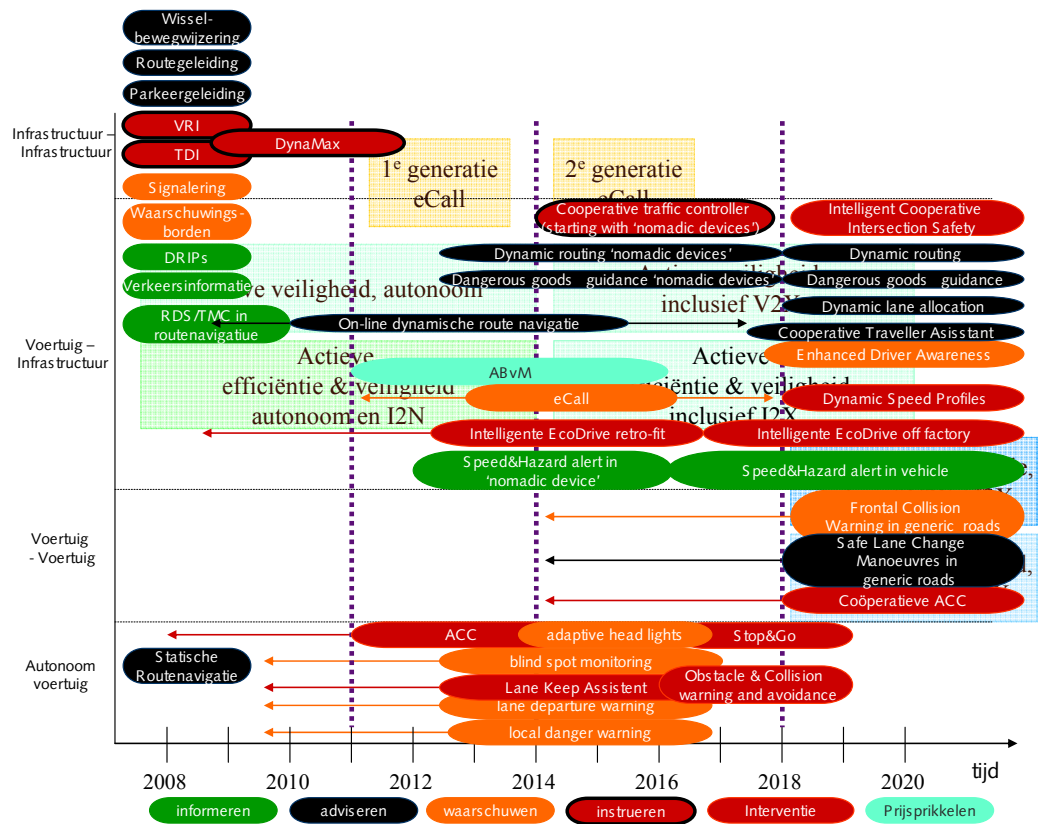
2.8

Stap 5: Selectie nieuwe systemen per verkeerskundige maatregel

Nadat de functionaliteiten van de wegkantsystemen in kaart zijn gebracht en per verkeerskundige maatregel de penetratiegraad en kwaliteiten zijn beschreven, wordt in stap 5 geïnterpreteerd welke potentiële nieuwe systemen deze verkeerskundige maatregelen (in de toekomst) kunnen overnemen. Uitgangspunt voor dit onderzoek is dat in principe alleen gebruik wordt gemaakt van de hierna volgende 'plaat' met toekomstbeelden voor VM-systemen (DAWEG Fase 1). Daarbij komen alleen de systemen in aanmerking die er primair op gericht zijn om de functie van het wegkantsysteem (op termijn) over te nemen. Systemen die slechts als afgeleid effect invulling geven aan de functievervulling van het wegkantsysteem worden in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten³.

Bijvoorbeeld: een DRIP heeft o.a. als functie om weggebruikers te waarschuwen voor weersgesteldheid. Uit de plaat kan worden afgeleid dat eCall een waarschuwende functie heeft. Aangezien eCall niet in staat is om weggebruikers te waarschuwen voor de weersgesteldheid, wordt dit systeem voor de verdere uitwerking buiten beschouwing gelaten.

³ Uitgangspunt voor de selectie van de nieuwe systemen is 'de plaat' met toekomstbeelden voor VM-systemen. In deze plaat zijn de systemen geordend per functie. Voor de beoordeling van geschikte systemen worden in principe alle systemen meegenomen. Logischerwijs sluit de ordening van de VM-systemen aan bij de ordening zoals die in dit onderzoek gebruikt wordt (stap 2), maar in theorie is het mogelijk dat een toekomstig systeem dat in 'de plaat' vermeld staat als informerend systeem ook in staat is om de waarschuwende functie van een wegkantsysteem te vervullen.



Figuur 2.6: Schematische weergave van ontwikkelingen op het gebied van ITS-systemen en -services in de tijd.

Naast de functie van het systeem worden de nieuwe systemen ook uitgedrukt in de mate waarin zij interacteren met andere systemen. In navolging van het Beleidskader Benutten wordt onderscheid gemaakt in de volgende interactievormen [18]:

- Autonoom voertuig: geen interactie met systemen buiten het voertuig;
- Voertuig-Voertuig: Systemen waarbij voertuigen onderling interacteren;
- Voertuig-Infrastructuur: Systemen in het voertuig, die interacteren met wegkantsystemen en/of service provider-centrales;
- Infrastructuur-Infrastructuur: Wegkantsystemen, die mogelijk interacteren met andere wegkantsystemen al dan niet via centrales.

2.9 Stap 6: Verkeerskundige redenering overname functionaliteit

Tot slot wordt in stap 6 een verkeerskundige redenering opgezet. Daarbij wordt vastgesteld *wanneer* de geselecteerde nieuwe systemen de verkeerskundige maatregelen van het wegkantsysteem met *dezelfde kwaliteit* kunnen uitvoeren. Vervolgens wordt vastgesteld, of de maatregelen ook nog met een *betere kwaliteit* door het betreffende nieuwe systemen kunnen worden uitgevoerd en of er ook *nieuwe* maatregelen met de betreffende systemen kunnen worden uitgevoerd.

De verkeerskundige redenering wordt daarbij zoveel mogelijk gebaseerd op kwantitatieve en breed gedragen gegevens die in de bestudeerde literatuur zijn gevonden, zoals evaluatierapporten over effecten van systemen. Indien er voor een

cruciaal onderdeel van de redenering in de literatuur geen gegevens gevonden zijn, worden er met argumenten omkleedde aannames gedaan. In een vervolgstap worden deze aannames getoetst door het voorleggen van de uitkomsten van het onderzoek aan gezaghebbende beleids- en verkeerskundigen in het beroepsveld.

Ter verduidelijking van deze stap is hieronder alvast een fictief voorbeeld opgenomen van de verkeerskundige redenerlijn.

Uitwerking fictief voorbeeld:

- Wegkantsysteem A informeert weggebruikers over de reistijd van traject X.
- Potentieel nieuw systeem B is in de toekomst in staat om deze verkeerskundige maatregel uit te voeren.
- Stel nu dat wegkantsysteem A op dit moment in een specifieke situatie 60 procent van de passerende weggebruikers kan informeren over de reistijd van traject X.
- Stel nu dat in de literatuur is gevonden dat nieuw systeem B in potentie in staat is om 80 procent van de weggebruikers te informeren over reistijden.
- Dit betekent dat bij een penetratiegraad van circa 75 procent van systeem B circa 60 procent van de weggebruikers wordt geïnformeerd (75 procent van 80 procent).
- Conclusie is in dat geval dat wegkantsysteem A voor de verkeerskundige maatregel "route-informatie" moet worden gehandhaafd tot penetratiegraad van 75 procent van nieuw systeem B. Bij een hogere penetratiegraad zal het nieuwe systeem B de maatregel met een grotere kwaliteit vervullen en kan het huidige wegkantsysteem worden afgebouwd.

Bij dit voorbeeld moet wel een nuancering worden geplaatst. Bij de keuze voor afbouw van wegkantsystemen spelen alle kwaliteitseisen een rol. In dit voorbeeld heeft het nieuwe systeem B bij een penetratiegraad van 75 hetzelfde effect als het wegkantsysteem A. Dit betekent echter niet automatisch dat het nieuwe systeem dezelfde kwaliteit heeft. Zo wordt er mogelijk een andere doelgroep bereikt, of komt het geografisch bereik niet overeen. In dat geval kan het wegkantsysteem toch nog een meerwaarde bieden.

Vanaf hoofdstuk 3 wordt bovenstaande aanpak per wegkantsysteem uitgewerkt.

3 Verkeerssignalering

In dit hoofdstuk wordt de 'systeem-maatregel-systeem matrix' ingevuld voor het wegkantsysteem verkeerssignalering. Voor de invulling van de matrix wordt het stappenplan gevolgd zoals dat in voorgaand hoofdstuk 2 is beschreven.

3.1 **Stap 1: Beschrijving verkeerssignalering**

Sinds 1981 wordt in Nederland op diverse autosnelwegen verkeerssignalering toegepast om de verkeersveiligheid en doorstroming te bevorderen.

Verkeerssignalering bestaat uit verschillende onderdelen die te zamen het verkeerssignaleringssysteem vormen [41]. De voornaamste onderdelen van het verkeerssignaleringssysteem zijn:

- Detectielusparen
- Detectorstations
- Detectorraaien
- Onderstations
- Matrixsignaalgevers
- Multisigns (MUS)
- Lokaal Ingreep Systeem (LIS)
- Lokaal Ingreep Bron (LIB)
- Beeld Informatie Verstrekker (BIV)
- Externe Informatie Bron (EIB)
- Energiestation
- VICnet Interface Module (VIM)

Voor dit onderzoek is de matrixsignaalgever een belangrijk onderdeel van het verkeerssignaleringssysteem. Via deze actuator wordt de weggebruiker beïnvloed (figuur 3.1). In het Functioneel Eisenpakket Dynamisch Verkeersmanagement Systemen is de matrixsignaalgever als volgt gedefinieerd [39]:

"Een matrixsignaalgever is een fysiek object met als primaire functie de weggebruiker op ergonomisch verantwoorde wijze te informeren, waarschuwen, adviseren of gebieden met behulp van, qua afmeting en vormgeving, uniforme en eenduidig oplichtende beelden."

Op matrixsignaalgevers kunnen de volgende beelden aan de weggebruiker worden getoond [38, 39]:

- Blank
- Snelheden (standaard: 30, 50, 60, 70, 80, 90, optioneel: 100, 120)
- Verdrijfpijlen naar links en rechts
- Vallende pijl (groen)
- Rode rand
- Andreaskruis (rood)
- Teken einde tijdelijke geboden en verboden
- Knipperlicht 4x (flashers)

Verkeerssignalering wordt in Nederland ingezet ten behoeve van [40]:

1. Filebeveiliging
2. Ondersteuning Werk in Uitvoering (WiU) en incidenten
3. Additionele functies: homogeniseren en mistsignalering
4. Basissysteem voor verkeersmanagement toepassingen

Doel van de maatregel "Filebeveiliging" is om de weggebruiker tijdig te waarschuwen bij het naderen van een file of incident. Wanneer op een bepaalde meetraai op één rijstrook het voortschrijdend gemiddelde van de snelheid onder een van tevoren ingestelde waarde (doorgaans 35 km/h) komt, dan treedt de maatregel in werking. Daarbij wordt op het portaal voor de meetraai een 50 geplaatst op de matrixsignaalgevers boven de betreffende rijbaan. Op het portaal daarvoor wordt eveneens een 50 geplaatst, ingeleid met een 70 op het portaal daarvoor. De eerste 70 en 50 worden begeleid met flashers. Dit is een volautomatisch en reactief systeem. De 50 verdwijnt op het moment dat de afgevlakte snelheid op alle rijstroken van een meetraai boven een vooraf ingestelde waarde komt (doorgaans 50 km/h). De standaard instelling op 35 en 50 km/h is gekozen om te voorkomen dat de weggebruiker geconfronteerd wordt met (te) snel opeenvolgende beeldstanden [44].

Met de maatregel "Ondersteunen Werk in Uitvoering (WiU) en incidenten" kunnen één of meer rijstroken aan het verkeer worden onttrokken, waarmee ruimte voor wegwerkers of hulpverleners ontstaat om werkzaamheden uit te voeren. Op matrixsignaalgevers wordt door middel van een rood kruis aangegeven welke rijstroken tijdelijk niet beschikbaar zijn. Op de wel beschikbare rijstroken wordt de maximum snelheid aangegeven.

De maatregel "Homogeniseren" bestaat uit het tonen van een aangepaste snelheidslimiet aan de weggebruikers op het betreffende wegvak. Het doel van deze verkeerskundige maatregel is het verkrijgen van een rustiger verkeersbeeld, een betere verdeling van het verkeer over de rijstroken en het voorkomen van schokgolven. Dit resulteert in een verhoogde verkeersveiligheid en/of een verminderde milieubelasting.

Tot slot wordt verkeerssignalering gebruikt als basissysteem voor verkeersmanagement toepassingen. Het monitoringssysteem levert informatie voor de inzet van DRIPs, bermDRIPs etc. Verder wordt het signaleringssysteem gebruikt voor dynamische inzet van rijstroken zoals spitsstroken, plusstroken, wisselstroken en het doseerkruis. De inzet van het verkeerssignaleringssysteem bij spitsstroken, plusstroken en wisselstroken wordt in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten. Verkeerssignalering is dan slechts een onderdeel van het totale systeem voor bediening van dynamische stroken (andere onderdelen zijn o.a. camera's en VAD). De verkeerskundige maatregel "Doseerkruis" wordt wel meegenomen in dit onderzoek.



Figuur 3.1: verkeerssignalering op de A4

3.2 **Stap 2: Vaststellen functionaliteit van verkeerssignalering**

In stap 2 wordt de functionaliteit van verkeerssignalering vastgesteld. De nadruk ligt daarbij op de verkeerskundige maatregelen die Rijkswaterstaat momenteel uitvoert met verkeerssignalering en de functies die daarbij worden gebruikt voor de beïnvloeding van het verkeer. In het Functioneel Eisenpakket Dynamisch Verkeersmanagement Systemen worden de volgende primaire functies richting de weggebruiker onderscheiden: informeren, adviseren en waarschuwen [39]. Wij constateren dat een aantal tekens op de matrixsignaalgevers door weggebruikers als een gebod of verbod dienen te worden opgevat. In dit onderzoek wordt daarom "instrueren" als functie toegevoegd.

Op basis van de beschrijving van verkeerssignalering in stap 1 zijn in tabel 3.1 de (netwerk)services, verkeerskundige maatregelen en functies van verkeerssignalering weergegeven.

Bij het uitwerken van de functionaliteit van verkeerssignalering constateren wij dat de benaming van de verkeerskundige maatregelen, zoals die doorgaans in de literatuur gebruikt worden ("Filebeveiliging", "Ondersteuning werk in uitvoering en incidenten", "homogeniseren" en "doseerkruis") niet één op één aansluit bij de verkeerskundige maatregelen zoals die geformuleerd zijn in het document Operationeel Verkeersmanagement (OVM) [42]. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de verkeerskundige maatregelen in het OVM zoveel mogelijk in functionele termen zijn beschreven, waarbij zoveel mogelijk is vermeden om het gebruikte systeem te benoemen [42]. Om de herkenbaarheid van de verkeerskundige maatregelen van verkeerssignalering te waarborgen, is er voor gekozen om in tabel 3.1 de benaming van de maatregelen aan te houden zoals die in de beschikbare literatuur over verkeerssignalering wordt gebruikt. In een voetnoot wordt aangegeven welke maatregelen in het document Operationeel Verkeersmanagement daarbij aansluiten.

Tabel 3.1: Uitwerking functionaliteit verkeerssignalering

Netwerkservice	Service	Verkeerskundige maatregel	Functie
Beïnvloeden ongevalsrisico	Botskans verkleinen	Filebeveiliging ⁴	<ul style="list-style-type: none"> • Instrueren • Waarschuwen • Informeren
	Effect verkleinen	Filebeveiliging	<ul style="list-style-type: none"> • Instrueren • Waarschuwen • Informeren
		Ondersteuning WiU en incidenten ⁵	<ul style="list-style-type: none"> • Instrueren • Adviseren • Informeren
Beïnvloeden capaciteit	Capaciteit herverdelen	Ondersteuning WiU en incidenten ⁶	<ul style="list-style-type: none"> • Instrueren • Adviseren • Informeren
	Capaciteit bottleneck maximaliseren	Doseerkruis ⁷	<ul style="list-style-type: none"> • Instrueren • Adviseren • Informeren
Beïnvloeden doorstroming	Snelheid beïnvloeden	Homogeniseren ⁸	<ul style="list-style-type: none"> • Instrueren • Informeren
	Rust in het verkeer vergroten	Homogeniseren	<ul style="list-style-type: none"> • Instrueren • Informeren

Uit tabel 3.1 blijkt dat de verkeerskundige maatregelen de weggebruiker op meerdere manieren beïnvloeden. De beïnvloedingsvorm/functie is afhankelijk van het beeld dat op de matrixsignaalgever wordt getoond. Hieronder wordt de functie per verkeerskundige maatregel, per beeldstand nader uitgewerkt.

⁴ Met de verkeerskundige maatregel "Filebeveiliging" worden twee services bediend, namelijk het verkleinen van de botskans en het verkleinen van het effect door het verlagen van de maximum snelheid. In het document Operationeel Verkeersmanagement (OVM) worden deze verkeerskundige maatregelen aangeduid als "Longitudinale beveiliging" en "Snelheidsbeperking"

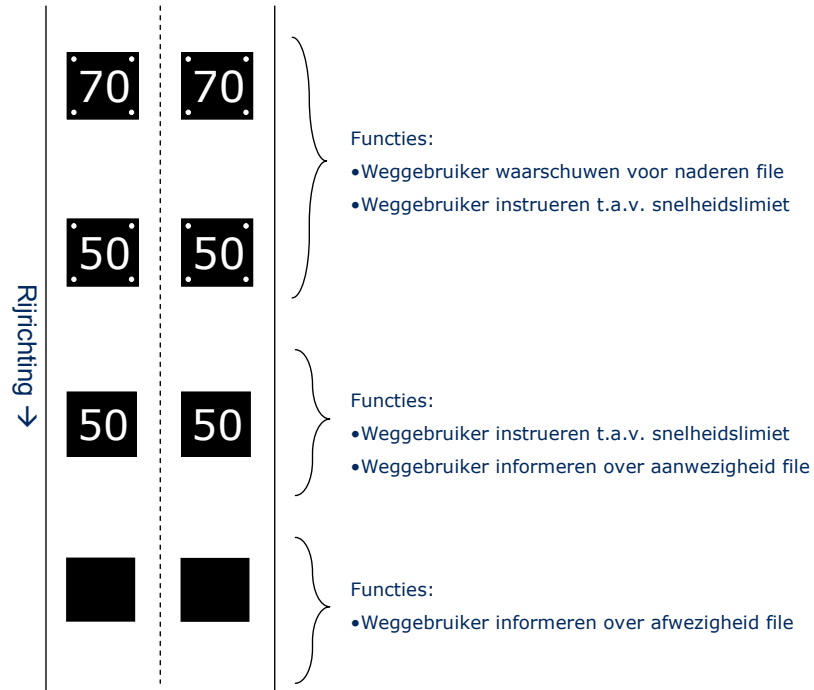
⁵ In het OVM wordt deze maatregel aangeduid als "Snelheidsbeperking"

⁶ In het OVM wordt deze maatregel aangeduid als "Rijstrookafzetting". Daarnaast wordt opgemerkt dat het uiteindelijke doel van de maatregel "Ondersteuning WiU en incidenten niet alleen is om de capaciteit te beïnvloeden. De capaciteit wordt beïnvloed om het beheer en onderhoud van het wegennet op orde te houden.

⁷ In het OVM wordt deze maatregel aangeduid als "Rijstrookafzetting"

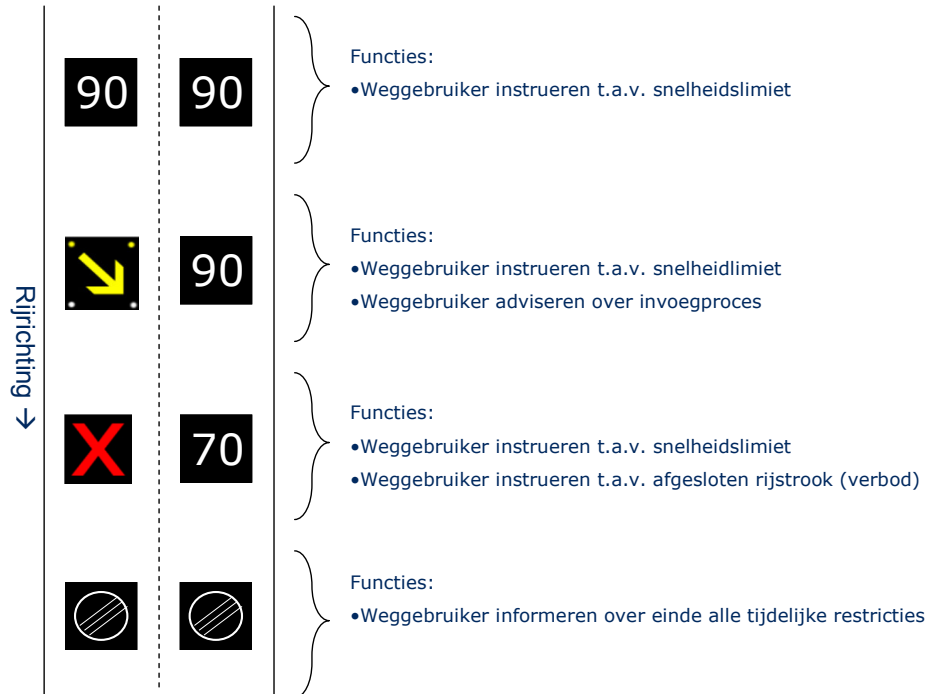
⁸ In het OVM wordt deze maatregel aangeduid als "Snelheidsadvies, dynamisch"

Filebeveiliging

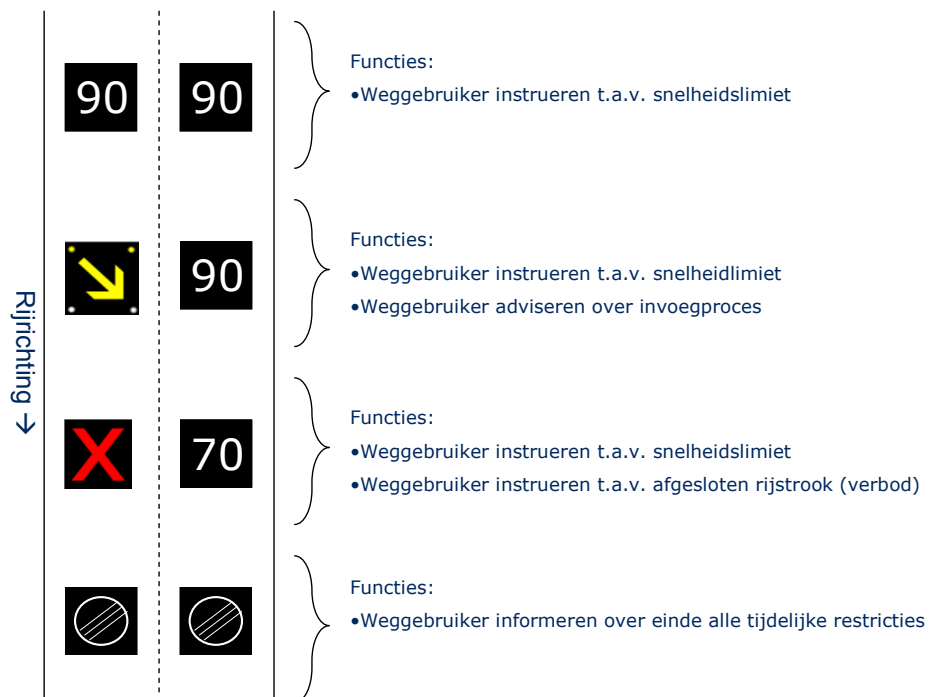


Juridisch betreft de getoonde snelheid op een matrixsignaalgever een gebod die de weggebruiker dient op te volgen (RVV teken A3). In bovenstaand schema is daarom de functie als instructie beschreven. Vanuit verkeerskundig oogpunt valt het te overwegen dat een weggebruiker in het geval van filebeveiliging de getoonde snelheid als een adviessnelheid opvat. Voor de overige verkeersmaatregelen dient de getoonde snelheden zowel juridisch als verkeerskundig als een instructie te worden opgevat.

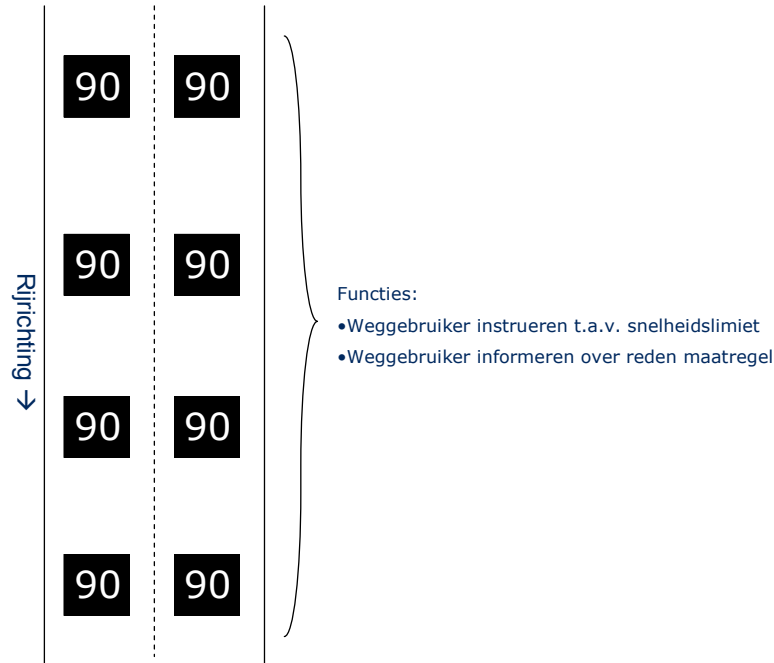
Ondersteuning Werk in Uitvoering (WiU) en incidenten



Doseerkruis



Homogeniseren



3.3 Stap 3: Vaststellen penetratiegraden

In tabel 3.2 is per beheergebied van Rijkswaterstaat weergegeven hoeveel kilometer autosnelweg op hoofdrijbaanniveau is voorzien van verkeerssignalering.

Tabel 3.2: Verkeerssignalering in beheer bij Rijkswaterstaat [30]

RWS onderdeel	Verkeerssignalering per onderdeel (km rijbaan)
RWS IJG	0
RWS LB	106,5
RWS NB	417,2
RWS NH	493,2
RWS NN	2,3
RWS ON	348,0
RWS UT	447,6
RWS ZH	542,7
RWS ZL	0
RWS totaal	2.357,4

Uit tabel 3.2 blijkt dat in totaal is in Nederland ruim 2.350 kilometer autosnelweg voorzien van verkeerssignalering. Dit komt neer op circa 41 procent van het totale Nederlandse autosnelwegennet.

Conform de Verkeerskundige richtlijn autosnelweginstrumentatie [38] worden de signaalgevers op een onderlinge afstand van 700 tot 900 meter in de langsrichting geprojecteerd (minimaal 500 meter, maximaal 900 meter). In de praktijk wordt op diverse plekken een kortere tussenafstand aangehouden, bijvoorbeeld ter hoogte

van toe- en afritten en in tunnels. Omdat in de literatuur geen gemiddelde tussenafstand is gevonden voor signaalgevers in de langsrichting, wordt in dit onderzoek een tussenafstand van 600 meter aangehouden. Dit betekent dat het Nederlandse autosnelwegennet is voorzien van ruim 3.900 signaalgevers.

3.4 Stap 4: Vaststellen kwaliteiten

In stap 4 wordt vastgesteld met welke kwaliteit verkeerssignalering de in stap 2 beschreven verkeerskundige maatregelen uitvoert. De kwaliteit is uitgedrukt in de grootheden bereik, beschikbaarheid en nauwkeurigheid.

1. Bereik

Geografisch bereik:

Het geografisch bereik van verkeerssignalering is ruim 2.350 kilometer autosnelweg (op hoofdrijbaanniveau). Dit komt neer op circa 41 procent van het Nederlandse autosnelwegennet. Het zwaartepunt ligt in de Randstad en omgeving.

Doelgroep:

Qua doelgroep mag worden aangenomen dat alle weggebruikers met gemotoriseerde voertuigen bekend zijn met verkeerssignalering, aangezien de getoonde tekens op de matrixsignaalgevers een standaard onderdeel zijn van de verplichte rijexamens.

2. Beschikbaarheid

Voor de bepaling van de beschikbaarheid van verkeerssignalering wordt een onderscheid gemaakt in de beschikbaarheid van het systeem zelf en de beschikbaarheid om de, in stap 2 geïdentificeerde, verkeerskundige maatregelen uit te voeren. Verkeerssignalering kan namelijk niet alle maatregelen tegelijkertijd uitvoeren. Een matrixsignaalgever kan slechts één beeld tegelijkertijd tonen.

Voor de bepaling van de beschikbaarheid van verkeerssignalering is de matrixsignaalgever een belangrijk onderdeel. De beschikbaarheid van een matrixsignaalgever is gedefinieerd als de fractie van de totale periode waarin de matrixsignaalgever op correcte wijze zonder functieverlies werkt [39]. De beschikbaar van matrixsignaalgevers moet gebaseerd zijn op een onderhoudsvrije periode van minimaal tien jaar waarbij gerekend moet worden dat gemiddeld over die tien jaar in 40 procent van de tijd een beeld getoond zal worden [39].

De beschikbaarheid om de verkeerskundige maatregelen uit te voeren is afhankelijk van de prioriteit waarmee matrixsignaalgevers de tekens tonen. Deze zijn weergegeven in restrictiviteitstabel van MTM-2. In aflopende volgorde is de prioriteit:

- Rood kruis
- Verdrijfpijlen naar links en rechts
- OVERRULING BLANK
- Snelheden (in oplopende volgorde)
- Vallende pijl (groen)
- Einde restricties
- Blank

3. Nauwkeurigheid

De nauwkeurigheid is in dit onderzoek geformuleerd als de foutenmarge die geldt bij het uitvoeren van de verkeerskundige maatregel. De nauwkeurigheid van verkeerssignalering heeft met name betrekking op de nauwkeurigheid van de tekens die op de matrixsignaalgevers worden getoond.

De werking van een matrixsignaalgever moet gebaseerd zijn op een betrouwbaarheid van 100 procent [39].

3.5 **Stap 5: Selectie nieuwe systemen per verkeerskundige maatregel**

In stap 5 wordt geïnventariseerd welke nieuwe systemen de verkeerskundige maatregelen van verkeerssignalering in de toekomst kunnen overnemen.

3.5.1 *Filebeveiliging*

In stap 2 is geconstateerd dat het verkeer met behulp van de verkeerskundige maatregel "Filebeveiliging" wordt beïnvloed door middel van de functies instrueren, waarschuwen en informeren. Weggebruikers krijgen een instructie ten aanzien van de snelheid, ze worden gewaarschuwd voor het naderen van een file en ze worden geïnformeerd over de af- of aanwezigheid van een file.

Aan de hand van 'de plaat' van DAWEG Fase 1 zijn er binnen de beschouwde periode geen systemen beschikbaar die de verkeerskundige maatregel geheel kunnen overnemen. Wel zijn er een aantal, op 'de plaat' ontbrekende systemen die één of meer functies van de verkeerskundige maatregel kunnen overnemen of optimaliseren.

Intelligente Snelheidsassistentie (ISA) is de algemene benaming voor geavanceerde coöperatieve bestuurders-ondersteuningsystemen die in staat zijn om de instruerende functie van Filebeveiliging te optimaliseren. ISA is gericht op de naleving van snelheidslimieten door bestuurders van motorvoertuigen [55]. Een ISA-systeem bepaalt over het algemeen de positie van een voertuig, vergelijkt de snelheid met de ter plaatse geldende snelheidslimiet en geeft vervolgens in het voertuig feedback aan de bestuurder over de snelheidslimiet of beperkt zelfs de snelheid van het voertuig aan de hand van die snelheidslimiet [55].

Er zijn verschillende soorten ISA-systemen in ontwikkeling die onderling verschillen in het beïnvloedingsniveau en het type feedback. Er zijn systemen die alleen informatie geven over de ter plaatse geldende snelheidslimiet. Er zijn echter ook systemen die de gebruiker waarschuwen als de snelheidslimiet wordt overschreden of zelfs interveniëren zodat overschrijding van de snelheidslimiet niet mogelijk is [55].

Tabel 3.3: Verschillende varianten van ISA-systemen [55]

Beïnvloedingsniveau	Type feedback	Feedback
Informatie	Voornameelijk visueel	De snelheidslimiet en wijzigingen in de snelheidslimiet worden weergegeven.
Waarschuwing (Open)	Visueel / auditief	Het systeem waarschuwt de bestuurder wanneer hij de ter plaatse geldende snelheidslimiet overschrijdt. De bestuurder beslist zelf wat hij met deze informatie doet en of hij zijn snelheid aanpast.
Interventie (halfopen)	Haptisch pedaal (middelmatige/lichte feedback)	De bestuurder voelt tegenwerking in het gaspedaal wanneer hij de snelheidslimiet probeert te overschrijden. Als er voldoende kracht wordt uitgeoefend is het mogelijk harder te rijden dan de limiet.
Automatische beheersing met snelheidsbegrenzer (gesloten)	Haptisch pedaal (krachtige feedback) en uitgeschakeld pedaal	De maximumsnelheid van het voertuig wordt automatisch beperkt tot ten hoogste de ter plaatse geldende snelheidslimiet. Pogingen van de bestuurder om harder te rijden worden eenvoudigweg genegeerd.

ISA-systemen kunnen gebruikmaken van drie soorten snelheidslimieten [55]:

1. Vaste snelheidslimieten: De bestuurder wordt geïnformeerd over de geldende snelheidslimieten.
2. Variabele snelheidslimieten: De bestuurder wordt bovendien geïnformeerd over (lagere) snelheidslimieten op speciale locaties, bijvoorbeeld bij wegwerkzaamheden, rond oversteekplaatsen voor voetgangers, in scherpe bochten, enzovoort. De snelheidslimieten hangen dan af van de locatie.
3. Dynamische snelheidslimieten: Het dynamische ISA-systeem past snelheidslimieten toe waarbij rekening wordt gehouden met de feitelijke weg- en verkeerssituatie (weersomstandigheden, verkeersdichtheid) en met de geldende vaste limiet als bovengrens. De dynamische snelheidslimieten verschillen daarom niet alleen per plaats maar ook in de tijd.

Voor de overname/optimalisatie van de snelheidsinstructie van Filebeveiliging gaat het specifiek om de ISA-systemen die gebruikmaken van dynamische snelheidslimieten. In de literatuur is geen informatie gevonden over de mate waarin de plaats- en tijdsaspecten gedynamiseerd kunnen worden met ISA-systemen.

In-car Traffic Management (IcTM) is de algemene benaming voor een cluster van coöperatieve systemen die in staat is om de instruerende en informerende functie van Filebeveiliging aan te vullen of over te nemen. In tegenstelling tot de huidige wegkantsystemen waarbij verkeerstekens boven of langs de weg worden getoond, wordt bij IcTM het verkeersteken in het voertuig getoond (bijvoorbeeld via een head-up display). Een reeds bestaande, concrete uitwerking van IcTM is het systeem "Traffic Sign Recognition (TSR)". TSR-systemen kunnen bestaande verkeersborden met een camera detecteren en herkennen en deze in het voertuig tonen. Op dit moment zijn er een aantal leveranciers die deze systemen aanbieden, waaronder Siemens en Opel (figuur 3.2 en 3.3).

Voor de overname/optimalisatie van Filebeveiliging van belang dat de TSR-systemen niet alleen statische verkeersborden, maar ook dynamische tekens, zoals tekens op matrixsignaalgevers, kunnen detecteren. In de literatuur is hierover geen informatie gevonden.



Figuur 3.2: Siemens VDO Traffic Sign Recognition [57]



Figuur 3.3: Opel Eye [58]

Advanced Cruise Control (ACC) met een zogeheten Stop&Go functie (ook wel Full-range ACC genoemd) is een geavanceerd Cruise Control systeem dat in staat is om de waarschuwende functie van Filebeveiliging over te nemen. ACC gebruikt een radar of laser sensor aan de voorzijde van het voertuig om voorliggers te detecteren en past daar vervolgens de voertuigsnellheid en -afstand op aan door de benzinetoevoer te controleren of door licht te remmen [56]. ACC-modellen met een Stop&go functie worden gezien als de volgende generatie ACC. Deze systemen hebben de mogelijkheid het voertuig af te remmen tot volkomen stilstand. Technisch gezien kan dit systeem de bestuurder ook waarschuwen bij een dreigende kop-staartbotsing. "Stop&go ACC" moet hiervoor onder meer in staat zijn om andere weggebruikers of stilstaande objecten op veel kortere afstand te signaleren dan de gewone ACC [56]. Nog een stap verder zijn de zogeheten Coöperatieve ACC-systemen (CACC). Bij deze systemen wisselen de met CACC uitgeruste voertuigen onderling informatie uit over o.a. hun positie en snelheid (voertuig-voertuig interactie).

De informerende functie van Filebeveiliging kan op termijn worden overgenomen door een aantal systemen: verkeersinformatie, routenavigatie met RDS/TMC, online routenavigatie en Cooperative Traveller Assistant (CTA). Verkeersinformatie is informatie over de toestand op de wegen. Via verschillende bronnen kan de informatie over de af- of aanwezigheid van files bij de weggebruiker terechtkomen. Navigatiesystemen die zijn uitgerust met RDS/TMC kunnen meldingen tijdens het autorijden aan de bestuurder doorgeven middels een tekst op een display, een icoon op de kaart of een gesproken bericht. Online routenavigatie geeft advies en informatie op basis van actuele verkeersgegevens over het HWN en OWN. CTA is een systeem dat informatie over de verkeersinformatie stroomafwaarts afstemt op de bestuurder [10].

3.5.2 *Ondersteuning Werk in Uitvoering (WIU) en incidenten*

In stap 2 is geconstateerd dat het verkeer met behulp van de verkeerskundige maatregel "Ondersteuning Werk in Uitvoering en incidenten" wordt beïnvloed door middel van instructie, advies en informatie. Weggebruikers krijgen een instructie ten aanzien van de snelheidslimiet en de afgesloten rijstroken, ze worden geadviseerd over het invoegproces en ze worden geïnformeerd over de beëindiging van alle tijdelijke restricties.

Bestudering van 'de plaat' van DAWEG Fase 1 leert dat er geen zicht is op systemen die binnen de beschouwde periode tot 2020 de maatregel geheel kunnen overnemen. Wel kan het ontbrekende systeem In-car Traffic Management (IcTM) voor deze verkeerskundige maatregel als alternatief dienen. Ook het ontbrekende systeem Intelligente Snelheidsassistentie (ISA) kan de maatregel deels overnemen.

IcTM (zie paragraaf 3.5.1) kan de instructie ten aanzien van de snelheidslimiet en de afgesloten rijstroken, het advies over het invoegproces en de informatie over de beëindiging van alle tijdelijke restricties (RVV bord F9) overnemen middels het tonen van de verkeerstekens in het voertuig. ISA (zie paragraaf 3.5.1) kan de instructie ten aanzien van de snelheidslimiet overnemen/optimaliseren.

3.5.3 *Doseerkruis*

De verkeerskundige maatregel "Doseerkruis" beïnvloedt het verkeer middels instructie, advies en informatie. Weggebruikers krijgen een instructie ten aanzien van de snelheidslimiet en de afgesloten rijstrook, ze worden geadviseerd over het invoegproces en ze worden geïnformeerd over de beëindiging van alle tijdelijke restricties.

Aan de hand van 'de plaat' van DAWEG Fase 1 zijn er binnen de beschouwde periode tot 2020 geen systemen beschikbaar die deze verkeerskundige maatregel geheel kunnen overnemen. Wel kunnen de ontbrekende systemen IcTM en ISA (deels) als alternatief dienen.

IcTM kan de instructie ten aanzien van de snelheidslimiet en de afgesloten rijstroken, het advies over het invoegproces en de informatie over de beëindiging van alle tijdelijke restricties overnemen. ISA kan de instructie ten aanzien van de snelheidslimiet overnemen/optimaliseren.

3.5.4 *Homogeniseren*

De verkeerskundige maatregel "Homogeniseren" beïnvloedt het verkeer middels instructie en informatie. Weggebruikers krijgen een instructie ten aanzien van de snelheidslimiet en ze worden geïnformeerd over de reden van de maatregel.

Bestudering van 'de plaat' van DAWEG Fase 1 leert dat er geen zicht is op systemen die binnen de beschouwde periode tot 2020 de verkeerskundige maatregel geheel kunnen overnemen. IcTM kan ook voor deze maatregel als alternatief dienen. ISA kan wederom de instructie ten aanzien van de snelheidslimiet overnemen/optimaliseren.

IcTM kan de instructie ten aanzien van de snelheidslimiet en het informeren over de reden van de maatregel verder optimaliseren door middel van het tonen van de verkeerstekens in het voertuig. ISA kan de instructie ten aanzien van de snelheidslimiet optimaliseren.

3.5.5 *'Systeem-maatregel-systeem matrix' voor verkeerssignalering*

Samengevat ziet de 'systeem-maatregel-systeem matrix' voor het wegkantsysteem verkeerssignalering er als volgt uit:

Tabel 3.3: 'systeem-maatregel-systeem matrix' voor verkeerssignalering

System	Netwerkservice	Service	Verkeerskundige maatregel	Functie	System	Functie
Verkeerssignalering	Beïnvloeden ongevalsrisico	Botskans verkleinen	Filebeveiliging	Instrueren	ISA	Interveniëren Waarschuwen Informereren
					IcTM	Instrueren Waarschuwen Informereren
				Waarschuwen	ACC met Stop & Go	Interveniëren Waarschuwen Informereren
					Coöperatieve ACC	Interveniëren
					Informereren	Verkeersinformatie
				Routenavigatie met RDS-TMC		Adviseren Informereren
				Online routenavigatie	Adviseren Informereren	
		CTA	Informereren			
		Effect verkleinen	Filebeveiliging	Instrueren	ISA	Interveniëren Waarschuwen Informereren
					IcTM	Instrueren Waarschuwen Informereren
				Waarschuwen	ACC met Stop & Go	Interveniëren Waarschuwen Informereren
					Coöperatieve ACC	Interveniëren
				Informereren	Verkeersinformatie	Informereren
					Routenavigatie met	Adviseren

System	Netwerkservice	Service	Verkeerskundige maatregel	Functie	System	Functie
					RDS-TMC	Informereren
					Online routenavigatie	Adviseren Informereren
					CTA	Informereren
			Ondersteuning WiU en incidenten	Instrueren	IcTM	Instrueren Waarschuwen Informereren
					ISA	Interveniëren Waarschuwen Informereren
				Adviseren	IcTM	Instrueren Waarschuwen Informereren
				Informereren	IcTM	Instrueren Waarschuwen Informereren
	Beïnvloeden capaciteit	Capaciteit herverdelen	Ondersteuning WiU en incidenten	Instrueren	IcTM	Instrueren Waarschuwen Informereren
					ISA	Interveniëren Waarschuwen Informereren
				Adviseren	IcTM	Instrueren Waarschuwen Informereren
				Informereren	IcTM	Instrueren Waarschuwen Informereren

System	Netwerkservice	Service	Verkeerskundige maatregel	Functie	System	Functie
		Capaciteit bottleneck maximaliseren	Doseerkruis	Instrueren	lcTM	Instrueren Waarschuwen Informereren
					ISA	Interveniëren Waarschuwen Informereren
				Adviseren	lcTM	Instrueren Waarschuwen Informereren
				Informereren	lcTM	Instrueren Waarschuwen Informereren
	Beïnvloeden doorstroming	Snelheid beïnvloeden	Homogeniseren	Instrueren	ISA	Interveniëren Waarschuwen Informereren
					lcTM	Instrueren Waarschuwen Informereren
				Informereren	lcTM	Instrueren Waarschuwen Informereren
		Rust in het verkeer vergroten	Homogeniseren	Instrueren	ISA	Interveniëren Waarschuwen Informereren
					lcTM	Instrueren Waarschuwen Informereren
				Informereren	lcTM	Instrueren Waarschuwen Informereren

3.6

Stap 6: Verkeerskundige redenering overname functionaliteit

Aan de hand van de ingevulde 'systeem-maatregel-systeem matrix' worden de drie onderzoeksvragen voor het wegwagstelsel verkeerssignalering beantwoord.

- 1 *Hoe en wanneer kunnen nieuwe systemen de verkeerskundige maatregelen van verkeerssignalering in de toekomst met dezelfde kwaliteit overnemen? En welke functies worden dan gebruikt om het verkeer te beïnvloeden?*

Overname verkeerskundige maatregel "Filebeveiliging"

- De instructie van Filebeveiliging ten aanzien van de snelheidslimiet kan op termijn worden overgenomen door de systemen IcTM en ISA. Juridisch moet de getoonde snelheid op de matrixsignaalgever door weggebruiker worden opgevat als een gebod. Dit betekent dat de potentiële nieuwe systemen alle verkeersdeelnemers moeten bereiken (oftewel een penetratiegraad van 100 procent). Ook moet juridisch zijn vastgelegd dat de instructie met behulp van de nieuwe systemen mag worden gegeven. Binnen de beschouwde periode tot 2020 zal dit waarschijnlijk niet gebeuren. Zoals in stap 2 is aangegeven wordt het voor Filebeveiliging wenselijk geacht dat de weggebruiker de getoonde snelheid niet als een instructie, maar als een advies opvat. Dit betekent dat verkeerskundig gezien geen penetratiegraad van 100 procent vereist is om de functie met dezelfde kwaliteit over te nemen. Bij Filebeveiliging is het opvolgingspercentage van de getoonde snelheden op matrixsignaalgevers relatief laag. Naar verwachting ligt het opvolgingspercentage bij de nieuwe systemen hoger, zeker als de systemen zelf interveniëren. Dit betekent dat bij relatief lage penetratiegraden van IcTM en ISA hetzelfde verkeerskundig effect bereikt kan worden.
- De waarschuwing ten aanzien van het naderen van een file kan op termijn worden overgenomen door de systemen ACC met Stop&Go en CACC. Uit het evaluatieonderzoek van het investeringsprogramma No Regret blijkt dat verkeerssignalering kan leiden tot een afname van 40-50 procent van het aantal kop-staartbotsingen [59]. Ervan uitgaande dat een voertuig met ACC met Stop&Go alle kop-staartbotsingen kan voorkomen, kan de waarschuwende functie vanaf een penetratiegraad van 60 procent worden overgenomen. Volgens 'de plaat' van DAWEG Fase 1 zou dit vanaf 2018 het geval kunnen zijn. CACC is gebaseerd op uitwisseling van informatie tussen voertuigen (voertuig-voertuig interactie). Dit vereist hoge penetratiegraden. Binnen de beschouwde periode tot 2020 is dit waarschijnlijk niet het geval.
- De informatie ten aanzien van de af- of aanwezigheid van files kan op termijn worden overgenomen voor de systemen Verkeersinformatie, Routenavigatie met RDS/TMC, Online routenavigatie en Cooperative Traveller Assistent. Alhoewel het onduidelijk is of deze systemen de functie met dezelfde actualiteit en nauwkeurigheid kunnen uitvoeren. Voor verkeerssignalering wordt verondersteld dat de informatie nagenoeg 100 procent van de weggebruikers bereikt. Voor de overname van de functie betekent dit dat alle weggebruikers binnen de beschouwde periode over één van de geselecteerde systemen moeten beschikken die de informatie met dezelfde nauwkeurigheid verstrekt. Dit is naar verwachting niet het geval.

Conclusie: Indien ACC met Stop&Go in staat is om alle kop-staartbotsingen te voorkomen, kan de waarschuwende functie van Filebeveiliging binnen de beschouwde periode tot 2020 met dezelfde kwaliteit door dit systeem worden overgenomen. Op de circa 60 procent van het Nederlandse autosnelwegennet dat niet is voorzien van verkeerssignalering levert elke penetratiegraad van ACC met Stop&Go groter dan 0 procent een verbetering op van de netwerkservice "Beïnvloeden ongevalsrisico".

Overname verkeerskundige maatregel "Ondersteuning WiU en incidenten"

- IctM en ISA kunnen op termijn de instructie ten aanzien van de snelheidslimiet en afgesloten rijstroken overnemen. Juridisch moet de getoonde snelheid en het rode kruis op de matrixsignaalgever door weggebruiker worden opgevat als een ge- of verbod. Dit betekent dat de nieuwe systemen alle verkeersdeelnemers moeten bereiken (oftewel een penetratiegraad van 100 procent). Ook moet juridisch zijn vastgelegd dat de instructie met behulp van deze nieuwe systemen mag worden gegeven. Binnen de beschouwde periode tot 2020 zal dit waarschijnlijk niet gebeuren.
- IctM kan op termijn ook het advies ten aanzien van het invoegproces (verdrijfpijl) overnemen. Aangezien een rood kruis op een matrixsignaalgever altijd vooraf wordt gegaan door een verdrijfpijl [60], moet het advies ten aanzien van het invoegproces alle verkeersdeelnemers bereiken. Met IctM zal dit binnen de beschouwde periode tot 2020 waarschijnlijk niet gebeuren.
- Het informeren over de beëindiging van alle tijdelijke restricties (RVV bord F9) kan op termijn worden overgenomen door het systeem IctM. Indien de beëindiging van de tijdelijke restricties net als in de huidige situatie ondersteund wordt met statische borden langs de rijbaan hoeft de informatie van de nieuwe systemen niet alle weggebruikers te bereiken. Dit betekent dat geen 100 procent penetratiegraad van IctM vereist is.

Conclusie: De verkeerskundige maatregel "Ondersteuning WiU en incidenten" kan binnen de beschouwde periode niet met dezelfde kwaliteit worden overgenomen door nieuwe systemen. Wel kan IctM mogelijk op termijn een verbetering opleveren voor de kwaliteit waarmee de adviserende en informerende functie wordt uitgevoerd.

Overname verkeerskundige maatregel "Doseerkruis"

De verkeerskundige maatregel "Doseerkruis" wordt op dezelfde manier uitgevoerd als de maatregel "Ondersteuning WiU en incidenten". Dit betekent dat ook de verkeerskundige maatregel "Doseerkruis" voor 2020 niet met dezelfde kwaliteit kan worden overgenomen door nieuwe systemen.

Overname verkeerskundige maatregel "homogeniseren"

- De instructie ten aanzien van de snelheidslimiet kan op termijn worden overgenomen door de systemen IctM en ISA. Juridisch moet de getoonde snelheid op de matrixsignaalgever door weggebruiker worden opgevat als een gebod. Dit betekent dat de nieuwe systemen alle verkeersdeelnemers moeten bereiken (oftewel een penetratiegraad van 100 procent). Ook moet juridisch zijn vastgelegd dat de instructie met behulp van deze nieuwe systemen mag worden

gegeven. Binnen de beschouwde periode tot 2020 zal dit waarschijnlijk niet gebeuren.

- De informerende functie ten aanzien van de reden van de maatregel wordt op dit moment vaak uitgevoerd met behulp van statische borden langs de rijbaan. Op termijn kan deze functie worden geoptimaliseerd door IcTM. Vanaf een penetratiegraad van 1 procent kan de functie met een betere kwaliteit worden uitgevoerd. De kans op beter geïnformeerde weggebruikers neemt hierdoor immers toe. Van overname is binnen de beschouwde periode geen sprake.

Conclusie: De verkeerskundige maatregel "Homogeniseren" kan binnen de beschouwde periode niet met dezelfde kwaliteit worden overgenomen door nieuwe systemen. IcTM biedt op termijn wel de mogelijkheid om weggebruikers met een betere kwaliteit te informeren over de reden van de homogeniseer-maatregel.

2. Kunnen deze nieuwe systemen vervolgens de betreffende verkeerskundige maatregelen ook met een betere kwaliteit uitvoeren?

Zoals uit de beantwoording van onderzoeksvraag 1 blijkt, is van vervanging van het wegkantsysteem verkeerssignaling binnen de beschouwde periode tot 2020 geen sprake. Slechts enkele functies kunnen voor 2020 met dezelfde kwaliteit worden overgenomen door nieuwe systemen. Indien de in stap 5 geselecteerde systemen complementair worden ingezet kunnen de verkeerskundige maatregelen bij lage penetratiegraden al wel leiden tot een verbetering van de kwaliteit waarmee de maatregelen worden uitgevoerd.

3. Welke nieuwe verkeerskundige maatregelen kunnen tot slot met de betreffende nieuwe systemen worden uitgevoerd?

Op basis van de beschrijving van de geselecteerde nieuwe systemen en de indeling van verkeerskundige maatregelen in het document Operationeel Verkeersmanagement [42], is een inschatting gemaakt van verkeerskundige maatregelen die in de toekomst ook met de nieuwe systemen kunnen worden uitgevoerd. De resultaten staan vermeld in tabel 3.4.

Tabel 3.4: Aanvullende verkeerskundige maatregelen die met de geselecteerde nieuwe systemen kunnen worden uitgevoerd

Nieuw systeem	Aanvullende verkeerskundige maatregel ⁹	Service	Netwerkservice
In-car Traffic Management (IcTM)	Dynamisch inhaalverbod vrachtverkeer	Rust in verkeer vergroten	Beïnvloeden doorstroming
	Dynamische bewegwijzering	Faciliteren ontvlechten verkeer	Beïnvloeden doorstroming
	Afritafsluiting	Omleiden verkeer	Beïnvloeden verkeersvraag
	Kruispuntregeling &-coördinatie	Optimaliseren instroom/uitstroom	Beïnvloeden verkeersvraag
	Snelheidsadvies + kruispuntregeling	Maximaliseren capaciteit bottleneck	Beïnvloeden capaciteit
	Rijstrookafzetting	Herverdelen capaciteit	Beïnvloeden capaciteit
	Laterale beveiliging	Verkleinen botskans	Beïnvloeden ongevalsrisico
Intelligente Snelheidsassistentie (ISA)	Snelheidsadvies, dynamische	Rust in verkeer vergroten	Beïnvloeden doorstroming
	Snelheidsadvies + kruispuntregeling	Capaciteit bottleneck maximaliseren	Beïnvloeden capaciteit
	Snelheidsadvies, correctief	Attitude beïnvloeden	Beïnvloeden gedrag
Adaptive Cruise Control (ACC)	-	Ondersteunen rijtaak	Beïnvloeden gedrag
	-	Vergroten rust in verkeer	Beïnvloeden doorstroming
Routenavigatie met RDS/TMC	Route-advies	Beïnvloeden routekeuze	Beïnvloeden verkeersstromen
	Route-informatie	Beïnvloeden routekeuze	Beïnvloeden verkeersstromen
Online routenavigatie	Route-advies	Beïnvloeden routekeuze	Beïnvloeden verkeersstromen
	Route-informatie	Beïnvloeden routekeuze	Beïnvloeden verkeersstromen
Cooperative Traveller Assistant (CTA)	Route-advies	Beïnvloeden routekeuze	Beïnvloeden verkeersstromen
Verkeersinformatie	Route-advies	Beïnvloeden routekeuze	Beïnvloeden verkeersstromen
	Route-informatie	Beïnvloeden routekeuze	Beïnvloeden verkeersstromen

⁹ Voor ACC geldt dat niet alle verkeerskundige maatregelen die vermeld staan in het document Operationeel Verkeersmanagement [42] aansluiten bij de werking van ACC. Op basis van de gevonden literatuur is geconcludeerd dat deze systemen wel een bijdrage kunnen leveren aan een aantal (netwerk)services.

Nieuw systeem	Aanvullende verkeerskundige maatregel ⁹	Service	Netwerkservice
	Verkeersinformatie (regio/land)	Beïnvloeden verkeersvraag	Beïnvloeden verkeersvraag
	Verkeerswaarschuwing	Beïnvloeden routekeuze	Beïnvloeden verkeersstromen
	Verkeerswaarschuwing	Verhogen aandacht	Beïnvloeden gedrag
	Weerwaarschuwing	Verhogen aandacht	Beïnvloeden gedrag

4 Dynamax

In dit hoofdstuk wordt de 'systeem-maatregel-systeem matrix' ingevuld voor Dynamax. Voor de invulling van de matrix wordt het stappenplan gevolgd zoals dat in voorgaand hoofdstuk 2 is beschreven.

4.1 **Stap 1: Beschrijving Dynamax**

Dynamax is één van de topprojecten die momenteel door Rijkswaterstaat wordt uitgevoerd. Het project behelst een proef met de dynamisering van maximumsnelheden, en maakt het mogelijk de snelheidslimiet op wegen af te stemmen op actuele verkeer-, weg en omgevinggerelateerde omstandigheden. Aanpassing van de snelheidslimiet aan onverwachte en wisselende situaties zoals weer, drukte of een ongeval, kan de verkeersveiligheid vergroten, de doorstroming verbeteren en de milieubelasting beperken.

Een dynamische snelheidsaanduiding is als verkeerskundige maatregel niet nieuw (zie eventueel voorgaand hoofdstuk over verkeerssignalering). Voor verschillende doeleinden, zoals Filebeveiliging en Ondersteuning van wegwerkzaamheden (WiU) en incidenten, wordt een dynamische snelheidsaanduiding al langer toegepast. Het project Dynamax betreft echter een verkenning naar een verdere dynamisering van de maximumsnelheden aan de hand van de actuele verkeer-, weg en omgevinggerelateerde omstandigheden. Door een flexibele inzet van een brede reeks van snelheidslimieten (50-120 km per uur) wordt precies ingespeeld op de actuele situatie op de weg. Het aan- en uitschakelen van de snelheid gebeurt automatisch. Middels een algoritme worden weers- of verkeersomstandigheden vertaald in signalen naar het systeem dat de maximumsnelheid bepaalt [44], met als doelstelling om de verkeersveiligheid te vergroten, de doorstroming te verbeteren en/of de milieubelasting te beperken.

Om inzicht te krijgen in de effecten van de verdere dynamisering van de maximumsnelheden en randvoorwaarden waaronder de maatregel kan worden toegepast, worden in 2009 en 2010 zes praktijkproeven op vijf locaties uitgevoerd. Deze proeven worden uitgebreid geëvalueerd. De evaluatieresultaten komen naar verwachting in de loop van 2010 beschikbaar. Afhankelijk van de resultaten wordt het project mogelijk in een vervolgstadium landelijk uitgerold.

In tabel 4.1 zijn de vijf proeven en de doelstellingen per proef weergegeven.

Tabel 4.1: Dynamax proeven [45]

Proef	Proeftraject	Doelstelling
1	A1 Bussum-Muiderberg	Snelheidsverhoging (van 100 naar 120 km per uur) om de reistijd in de rustige uren te verkorten
2	A58 bij Tilburg	Snelheidsverlaging (naar 80 km per uur) om de luchtkwaliteit te verbeteren
3, 4	A12 tussen Gouda en Woerden	Snelheidsverlaging (naar 100, 80 of 60 km per uur) voor een goede doorstroming van het verkeer en snelheidsverlaging (naar 100 of 80 km per uur) bij slecht weer
5	A12 Voorburg	Dynamische maximumsnelheden om de doorstroming en luchtkwaliteit te verbeteren
6	A20 Rotterdam (Noordbaan)	Dynamische maximumsnelheden om de doorstroming en luchtkwaliteit te verbeteren

Tijdens de proefperiode worden de weggebruikers ter plaatse geattendeerd op de aangepaste maximumsnelheid middels verkeerssignalering boven de weg of door kantelborden direct naast de weg. Matrixsignaalgevers van de verkeerssignalering geven bovendien met een pictogram de reden aan voor de snelheidsaanpassing aan (figuur 4.1 en 4.2).



Figuur 4.1: Matrixsignaalgevers die de aangepaste maximumsnelheid aangeven [44]



Figuur 4.2: Pictogrammen die de reden voor de snelheidsaanpassing aangeven [44]

De proeftrajecten worden gemarkeerd met statische borden in de berm die aangeven dat er op het traject sprake is van een dynamische snelheidslimiet (figuur 4.3) [44].



Figuur 4.3: Statische borden die naast de weg aan de weggebruiker met behulp van pictogrammen de reden voor de snelheidsaanpassing tonen [44]

4.2 Stap 2: Vaststellen functionaliteit van Dynamax

In tabel 4.2 is de functionaliteit van Dynamax uitgewerkt in termen van (netwerk)services, subservices, verkeerskundige maatregelen en functies [42].

Tabel 4.2: Uitwerking functionaliteit signalering voor maatregel Dynamax

Netwerkservice	Service	Verkeerskundige maatregel	Functie
Beïnvloeden ongevalsrisico	Effect verkleinen	Snelheidsbeperking	<ul style="list-style-type: none"> • Instrueren • Informeren
Beïnvloeden gedrag	Attitude beïnvloeden	Snelheidsinstructie, correctief	<ul style="list-style-type: none"> • Instrueren • Informeren
Beïnvloeden doorstroming	Snelheid beïnvloeden	Snelheidsinstructie, dynamisch ¹⁰	<ul style="list-style-type: none"> • Instrueren • Informeren
	Rust in het verkeer vergroten	Snelheidsinstructie, dynamisch	<ul style="list-style-type: none"> • Instrueren • Informeren
Beïnvloeden luchtkwaliteit	Snelheid beïnvloeden	Snelheidsinstructie, dynamisch	<ul style="list-style-type: none"> • Instrueren • Informeren
	Rust in het verkeer vergroten	Snelheidsinstructie, dynamisch	<ul style="list-style-type: none"> • Instrueren • Informeren •

Met de komst van Dynamax hebben we een nieuwe netwerkservice geïntroduceerd, dat is "Beïnvloeden luchtkwaliteit".

Voor de beïnvloeding van het verkeer worden twee functies onderscheiden: instrueren en informeren. Weggebruikers krijgen een instructie ten aanzien van de

¹⁰ In het document Operationeel Verkeersmanagement [42] is de verkeerskundige maatregel aangeduid als "Snelheidsadvies, dynamisch". Aangezien weggebruikers de snelheid moeten opvatten als een instructie, is de verkeerskundige maatregel omgezet in "Snelheidsinstructie, dynamisch"

actuele maximumsnelheid. Bij alle proeven worden de getoonde maximumsnelheden ondersteund door een rode rand.

Voor het begin van het proeftraject worden weggebruikers middels statische borden in de berm geïnformeerd over de uitvoering van de proef en de dynamische snelheidslimiet. Op het moment dat de dynamische snelheidsaanduiding in werking treedt worden weggebruikers middels een pictogram geïnformeerd over de reden van de dynamische snelheidsaanduiding.

4.3 **Stap 3: Vaststellen penetratiegraden**

In 2009 en 2010 worden er in het kader van Dynamax zes proeven op vijf locaties uitgevoerd. In tabel 4.1 is de lengte per traject weergegeven.

Tabel 4.1: Dynamax proeven

Proef	Lengte (km rijbaan)
A1 Bussum-Muiderberg	6,6
A58 Tilburg	5,9 (2x noordbaan + zuidbaan)
A12 Gouda-woerden	16,6 (2x: regen + doorstroming)
A12 Voorburg	2,3 (+/-)
A20 Rotterdam	3,1 (+/-)

In totaal worden de verkeerskundige maatregelen van Dynamax op circa 57 kilometer autosnelweg beproefd.

4.4 **Stap 4: Vaststellen kwaliteiten**

1. Bereik

Geografisch bereik:

Het geografisch bereik van Dynamax is op dit moment circa 1 procent van het autosnelwegennet (op hoofdrijbaanniveau) en circa 2-3 procent van het autosnelwegennet dat voorzien is van verkeerssignalering (op hoofdrijbaanniveau). Het potentiële bereik van de verkeerskundige maatregelen van Dynamax is circa 41 procent van het autosnelwegennet. Dit is het percentage van het Nederlandse autosnelwegennet dat is voorzien van verkeerssignalering.

Doelgroep:

Qua doelgroep mag worden aangenomen dat alle gebruikers van gemotoriseerde voertuigen die geconfronteerd worden met de Dynamax proeven bekend zijn met de tekens die op de matrixsignaalgevers of dynamische bebording worden getoond. De tekens zijn namelijk een standaard onderdeel van de verplichte rijexamen.

2. Beschikbaarheid

Over de beschikbaarheid van Dynamax zijn geen gegevens gevonden. Voor de beschikbaarheid van verkeerssignalering wordt verwezen naar paragraaf 3.4.

3. Nauwkeurigheid

Over de nauwkeurigheid waarmee de verkeerskundige maatregelen van Dynamax worden uitgevoerd zijn geen gegevens gevonden. Voor de beschikbaarheid van verkeerssignalering wordt verwezen naar paragraaf 3.4.

4.5 Stap 5: Selectie nieuwe systemen per verkeerskundige maatregel

In stap 5 wordt geïnventariseerd welke nieuwe systemen de verkeerskundige maatregelen van Dynamax in de toekomst kunnen overnemen.

4.5.1 "Snelheidsbeperking", "Snelheidsinstructie, dynamisch" en " Snelheidsinstructie, correctief"

In stap 2 is geconstateerd dat Dynamax de weggebruikers middels de functies "instrueren" en "informer" beïnvloedt. Weggebruikers krijgen een instructie ten aanzien van de actuele maximumsnelheid. Statische borden in de berm informeren de weggebruikers over de uitvoering van de proef en de dynamische snelheidslimiet. Bovendien informeren matrixsignaalgevers van de verkeerssignalering weggebruikers met pictogrammen over de reden van de dynamische snelheidsaanduiding.

Aan de hand van 'de plaat' van DAWEG Fase 1 zijn er binnen de beschouwde periode tot 2020 geen systemen beschikbaar die de verkeerskundige maatregel geheel kunnen overnemen. Wel kan het ontbrekende systeem In-car Traffic Management (IcTM) mogelijk de functies van Dynamax overnemen door de verkeerstekens in het voertuig te tonen. Verder kan het systeem Intelligente Snelheidsassistentie (ISA) mogelijk de snelheidsinstructie op termijn overnemen. Voor een uitgebreidere toelichting op de systemen wordt verwezen naar paragraaf 3.5.

4.5.2 Nieuw systeem voor service "Rust in het verkeer vergroten"

De verkeerskundige maatregelen van Dynamax leveren (naar verwachting) o.a. een bijdrage aan de service "Rust in het verkeer vergroten". Hoewel er weinig nieuwe systemen zijn die de verkeerskundige maatregelen van Dynamax zelf kunnen overnemen, is er aan de hand van 'de plaat' van DAWEG Fase 1 wel een systeem gevonden waarvan in de literatuur verondersteld wordt dat het een bijdrage levert aan de service "Rust in het verkeer vergroten". Dat is het voertuig autonome systeem "Advanced Cruise Control (ACC)". ACC is een uitbreiding op het conventionele Cruise Control systeem. ACC handhaaft niet alleen de door de bestuurder ingestelde rijsnelheid, maar stemt de snelheid van het voertuig ook af op die van de voorligger en helpt zo een vooraf ingestelde volgtijd tussen de eigen auto en de voorligger te handhaven [56]. Toepassing van ACC kan kunnen leiden tot een afname van de zeer korte volgafstanden, een verlaging van de rijsnelheden en daarmee een toename van de homogene snelheden [56].

Nog een stap verder zijn de zogeheten Coöperatieve ACC-systemen (CACC). Bij deze systemen wisselen de met CACC uitgeruste voertuigen onderling informatie uit over o.a. hun positie en snelheid (voertuig-voertuig interactie).

4.5.3 'Systeem-maatregel-systeem matrix' voor Dynamax

Samengevat komt de 'systeem-maatregel-systeem matrix voor de verkeerskundige maatregelen van Dynamax er als volgt uit te zien:

Tabel 4.3: 'systeem-maatregel-systeem matrix' voor de verkeerskundige maatregelen van Dynamax

System	Netwerkservice	Service	Verkeerskundige maatregel	Functie	System	Functie
Dynamax	Beïnvloeden ongevalsrisico	Effect verkleinen	Snelheidsbeperking	Instrueren	ISA	Interveniëren Waarschuwen Informereren
					IcTM	Instrueren Waarschuwen Informereren
				Informereren	IcTM	Instrueren Waarschuwen Informereren
	Beïnvloeden gedrag	Attitude beïnvloeden	Snelheidsinstructie, correctief	Instrueren	ISA	Interveniëren Waarschuwen Informereren
					IcTM	Instrueren Waarschuwen Informereren
				Informereren	IcTM	Instrueren Waarschuwen Informereren
	Beïnvloeden doorstroming	Snelheid beïnvloeden	Snelheidsinstructie, dynamisch	Instrueren	ISA	Interveniëren Waarschuwen Informereren
					IcTM	Instrueren Waarschuwen Informereren
				Informereren	IcTM	Instrueren Waarschuwen Informereren
		Rust in het verkeer vergroten	Snelheidsinstructie, dynamisch	Instrueren	ISA	Interveniëren Waarschuwen Informereren
					IcTM	Instrueren Waarschuwen Informereren
				Informereren	IcTM	Instrueren Waarschuwen Informereren
Beïnvloeden luchtkwaliteit	Snelheid beïnvloeden	Snelheidsinstructie, dynamisch	Instrueren	ISA	Interveniëren Waarschuwen Informereren	
				IcTM	Instrueren Waarschuwen Informereren	
			Informereren	IcTM	Instrueren Waarschuwen Informereren	

Stelsel	Netwerkdienst	Dienst	Verkeerskundige maatregel	Functie	Stelsel	Functie
		Rust in het verkeer vergroten	Snelheidsinstructie, dynamisch	Instrueren	ISA	Interveniëren Waarschuwen Informereren
					IcTM	Instrueren Waarschuwen Informereren
				Informereren	IcTM	Instrueren Waarschuwen Informereren

4.6 Stap 6: Verkeerskundige redenering overname functionaliteit

Aan de hand van de ingevulde 'stelsel-maatregel-stelsel matrix' worden de drie onderzoeksvragen voor Dynamax beantwoord.

1. Hoe en wanneer kunnen nieuwe systemen de verkeerskundige maatregelen van Dynamax in de toekomst met dezelfde kwaliteit overnemen? En welke functies worden dan gebruikt om het verkeer te beïnvloeden?

Overname verkeerskundige maatregelen "Snelheidsbeperking", "Snelheidsinstructie, dynamisch" en "Snelheidsinstructie, correctief"

- Het coöperatieve systeem IcTM is voor zover bekend het enige systeem dat in staat is om alle functies van de verkeerskundige maatregelen van Dynamax (instrueren en informeren) over te nemen en Dynamax daarmee op termijn te vervangen. Aangezien de snelheidsinstructie alle weggebruikers moet bereiken, is hiervoor een penetratiegraad van 100 procent nodig en moet juridisch zijn vastgelegd dat de instructie met behulp van IcTM mag worden gegeven. Binnen de beschouwde periode tot 2020 zal dit waarschijnlijk niet gebeuren.
- De instructie ten aanzien van de snelheidslimiet kan op termijn ook worden overgenomen ISA. Ook de toepassing van dit systeem moet juridisch zijn vastgelegd. Binnen de beschouwde periode tot 2020 zal dit waarschijnlijk niet gebeuren. Indien het technisch mogelijk blijkt om de dynamische snelheidslimieten met dezelfde nauwkeurigheid via ISA aan de weggebruiker te tonen, kan ISA vanaf een penetratiegraad van 1 procent wel leiden tot een verbetering van de kwaliteit waarmee de maatregel wordt uitgevoerd.
- De informerende functie ten aanzien van de reden van de maatregel wordt op dit moment vaak uitgevoerd met behulp van statische borden langs de rijbaan en pictogrammen op de matrixsignaalgevers van de verkeerssignalering. Op termijn kan deze functie worden geoptimaliseerd door IcTM. Vanaf een penetratiegraad van 1 procent kan de functie met een betere kwaliteit worden uitgevoerd. Met het tonen van de pictogrammen in het voertuig neemt de kans op beter geïnformeerde weggebruikers immers toe. Van overname is binnen de beschouwde periode geen sprake.

Conclusie: De verkeerskundige maatregelen van Dynamax kunnen binnen de beschouwde periode niet met dezelfde kwaliteit worden overgenomen door nieuwe systemen. ISA en IcTM bieden op termijn wel ook de mogelijkheid om de dynamische snelheidsinstructie met een betere kwaliteit uit te voeren. Bovendien

biedt IcTM op termijn de mogelijkheid om weggebruikers met een betere kwaliteit te informeren over de reden van de Dynamax-maatregel.

Overname service "Rust in het verkeer vergroten"

De verkeerskundige maatregelen van Dynamax leveren naar verwachting een bijdrage aan de service "Rust in het verkeer vergroten". Het evaluatieonderzoek van Dynamax moet dit effect in de loop van 2010 aantonen.

Ook van het nieuwe systeem ACC wordt in de literatuur verondersteld dat het in de toekomst een bijdrage levert aan het vergroten van de rust in het verkeer. Uit een SWOV-Factsheet over ACC blijkt daarover het volgende [56]: Als ACC wordt gebruikt in rustig verkeer, zal de gemiddelde rijsnelheid waarschijnlijk afnemen en zullen de snelheden homogener zijn. Als daarentegen ACC wordt gebruikt in druk verkeer, zal de gemiddelde rijsnelheid naar verwachting hoger worden en er zijn aanwijzingen dat de snelheden dan minder homogeen zullen zijn [56]. Deze effecten konden echter nog niet hard worden aangetoond. Uit een recente ACC-veldproef die in Nederland werd uitgevoerd bleek verder dat ACC het aantal verkeersongevallen op snelwegen kon doen afnemen met ongeveer 13 procent als alle voertuigen zouden zijn uitgerust met ACC [56].

Conclusie: ACC kan op termijn mogelijk een bijdrage leveren aan de service "Rust in het verkeer vergroten". Uit diverse onderzoeken die naar ACC zijn verricht, is dit effect echter nog niet hard aangetoond. Bij hoge verkeersintensiteiten zou ACC zelfs een averechts effect kunnen hebben op de homogene rijsnelheden. Voor de invulling van de service "Rust in het verkeer vergroten" blijven de verkeerskundige maatregelen van de huidige wegkantsystemen noodzakelijk.

2. Kunnen deze nieuwe systemen vervolgens de betreffende verkeerskundige maatregelen ook met een betere kwaliteit uitvoeren?

Binnen de beschouwde periode tot 2020 is het niet mogelijk om de verkeerskundige maatregelen van Dynamax met behulp van nieuwe systemen met dezelfde kwaliteit uit te voeren. Indien de in stap 5 geselecteerde systemen complementair worden ingezet kunnen de verkeerskundige maatregelen bij lage penetratiegraden al wel leiden tot een verbetering van de kwaliteit waarmee de maatregelen van Dynamax worden uitgevoerd.

3. Welke nieuwe verkeerskundige maatregelen kunnen tot slot met de betreffende nieuwe systemen worden uitgevoerd?

Op basis van de beschrijving van de geselecteerde nieuwe systemen en de indeling van verkeerskundige maatregelen in het document Operationeel Verkeersmanagement [42], is een inschatting gemaakt van verkeerskundige maatregelen die in de toekomst ook met de nieuwe systemen kunnen worden uitgevoerd. De resultaten staan vermeld in tabel 4.4.

Tabel 4.4: Aanvullende verkeerskundige maatregelen die met de geselecteerde nieuwe systemen kunnen worden uitgevoerd

Nieuw systeem	Aanvullende verkeerskundige maatregel ¹¹	Service	Netwerkservice
In-car Traffic Management (IcTM)	Dynamisch inhaalverbod vrachtverkeer	Rust in verkeer vergroten	Beïnvloeden doorstroming
	Dynamische bewegwijzering	Faciliteren ontvlechten verkeer	Beïnvloeden doorstroming
	Afritafsluiting	Omleiden verkeer	Beïnvloeden verkeersvraag
	Kruispuntregeling &-coördinatie	Optimaliseren instroom/uitstroom	Beïnvloeden verkeersvraag
	Snelheidsadvies + kruispuntregeling	Maximaliseren capaciteit bottleneck	Beïnvloeden capaciteit
	Rijstrookafzetting	Herverdelen capaciteit	Beïnvloeden capaciteit
	Laterale beveiliging	Verkleinen botskans	Beïnvloeden ongevalsrisico
Intelligente Snelheidsassistentie (ISA)	Snelheidsadvies, dynamische	Rust in verkeer vergroten	Beïnvloeden doorstroming
	Snelheidsadvies + kruispuntregeling	Capaciteit bottleneck maximaliseren	Beïnvloeden capaciteit
	Snelheidsadvies, correctief	Attitude beïnvloeden	Beïnvloeden gedrag
Adaptive Cruise Control (ACC)	-	Ondersteunen rijtaak	Beïnvloeden gedrag
	-	Vergroten rust in verkeer	Beïnvloeden doorstroming

¹¹ Voor ACC geldt dat niet alle verkeerskundige maatregelen die vermeld staan in het document Operationeel Verkeersmanagement [42] aansluiten bij de werking van ACC. Op basis van de gevonden literatuur is geconcludeerd dat deze systemen wel een bijdrage kunnen leveren aan een aantal (netwerk)services.

5 Verkeersregelininstallaties (VRI's)

In dit hoofdstuk wordt de 'systeem-maatregel-systeem matrix' ingevuld voor het wegkantsysteem verkeersregelininstallaties (VRI's). Voor de invulling van de matrix wordt het stappenplan gevolgd zoals dat in voorgaand hoofdstuk 2 is beschreven.

5.1 **Stap 1: Beschrijving VRI's**

Verkeerslichten regelen met behulp van lichtsignalen het oprijden van een gelijkvloerse kruising, de toegang tot bruggen, tunnels en spoorwegovergangen, de toegang tot parkeergarages en -terreinen, evenals de toegangsregulering bij fabrieken, bedrijven en andere afgesloten terreinen. Bij toepassingen op de openbare weg zijn de verkeerslichten onderdeel van een verkeersregelininstallatie (VRI), die bestaat uit de verkeerslichten, een vooraankondiging, voertuig-detectoren, detectielussen en een regelsysteem daarvoor.

Rijkswaterstaat past verkeerslichten in verschillende situaties toe, o.a. bij gelijkvloerse kruisingen, beweegbare bruggen en tunnels. Afhankelijk van de situatie worden verkeerslichten voor verschillende verkeerskundige maatregelen ingezet. Bij de uitwerking maken wij daarom onderscheid tussen verkeerslichten bij gelijkvloerse kruisingen en tunnellichten bij tunnels, bruglichten bij bruggen overweglichten bij spoorwegovergangen. Verkeerslichten op niet-openbare wegen worden niet meegenomen.

Het Reglement Verkeersregels en Verkeerstekens 1990 (RVV 1990) beschrijft de verschillende vormen waarin een verkeerslicht voor mag komen (met drie of twee lichten, overweg-, tram- en bruglichten, sjablonen in het licht voor verschillende doelgroepen en de kleuren die een verkeerslicht mag hebben) [23].

5.1.1 *Gelijkvloerse kruisingen*

Verkeersregelininstallaties (VRI's) worden geplaatst op locaties waar het kruisen van twee of meer verkeersstromen zou kunnen leiden tot congestie en of onveiligheid [21]. Met behulp van lichtsignalen regelt de VRI het oprijden van de kruising. Naast het bevorderen van de verkeersveiligheid en doorstroming worden VRI's tegenwoordig ook gebruikt voor verkeersmanagement, bijvoorbeeld om de instroom in een bepaald gebied te reguleren, of om bepaalde richtingen te prioriteren.

Verkeerslichten van een VRI bestaan in Nederland voor het gemotoriseerde verkeer uit drie lampen met de kleuren rood, geel en groen. In het RVV 1990 is de juridische status van het verkeerslicht en de drie kleuren geregeld. Het licht kan ook voorzien zijn van een sjabloon voor fietsers en geldt dan enkel voor (brom)fietsers. Ook kan een licht de vorm hebben van een pijl en deze geldt dan enkel voor verkeer in die richting. In Nederland geldt bij het gebruik van een pijl tevens dat de weggebruiker in die richting geen deelconflicten heeft met ander verkeer dat hij voor moet laten gaan.

VRI's zijn bedoelt voor alle soorten verkeer (voetgangers, fietsers, gemotoriseerd verkeer, etcetera), afhankelijk van de ligging en vormgeving. Bij een VRI kan door middel van Korte Afstands Radio (KAR) of vergelijkbare systemen ook prioriteit

gegeven worden aan bepaalde doelgroepen (bijvoorbeeld openbaar vervoer, vrachtverkeer of hulpdiensten).

Incidenteel wordt verkeer ook wel eens met de hand geregeld door een verkeersregelaar, bijvoorbeeld tijdens drukke manifestaties, toeristische attracties of indien het verkeerslicht door een storing niet functioneert.

Een VRI beschikt over het algemeen over detectielussen die gebruikt kunnen worden voor monitoring.



Figuur 5.1: Voorbeeld van een verkeersregelininstallatie op een gelijkvloerse kruising

5.1.2 *Tunnellichten, bruglichten en overweglichten*

Bij beweegbare bruggen worden bruglichten gebruikt (knipperend of niet-knipperend rood licht, of tweekleurige: al dan niet knipperend geel licht en een rood licht). Tunnellichten worden gebruikt om de tunnel af te kunnen sluiten voor verkeer of om bij filevorming in de tunnel het verkeer gedoseerd toe te kunnen laten [22]. Bij zowel bruggen als tunnels worden de lichten ondersteund met een slagboom om de weg ook fysiek af te sluiten. Bij spoorwegovergangen is dit voor het grootste deel ook het geval, maar bestaan er ook nog spoorwegovergangen zonder slagbomen.

5.2 **Stap 2: Stap 2: Vaststellen functionaliteit van VRI's**

In stap 2 wordt de functionaliteit van verkeerslichten bepaald. De nadruk ligt daarbij op de verkeerskundige maatregelen die Rijkswaterstaat momenteel uitvoert met verkeerslichten en de functies die daarbij worden gebruikt voor beïnvloeding van het verkeer.

Op basis van de beschrijving van verkeerslichten in stap 1 (paragraaf 5.1) en de indeling van verkeerskundige maatregelen in het document Operationeel

Verkeersmanagement [42] zijn in tabel 5.1 de (netwerk)services, verkeerskundige maatregelen en functies van verkeerslichten weergegeven.

Tabel 5.1: Uitwerking functionaliteit VRI's

Netwerkservice	Service	Verkeerskundige maatregel	Functie
VRI's bij gelijkvloerse kruisingen			
Beïnvloeden ongevalsrisico	Botskans verkleinen	Laterale beveiliging ¹²	Instrueren
			Waarschuwen
			Informereren
Beïnvloeden doorstroming	Kruisen van verkeer faciliteren	Kruispuntregeling	Instrueren
			Waarschuwen
			Informereren
Beïnvloeden verkeersvraag	Instroom/ uitstroom faciliteren	Kruispuntcoördinatie	Instrueren
Tunnellichten, bruglichten en overweglichten			
Beïnvloeden capaciteit	Minimaliseren duur blokkade	Incidentwaarschuwing: te hoog voertuig	Instrueren
		Rijbaanafsluiting: brugopening	Instrueren
Beïnvloeden ongevalsrisico	Verkleinen botskans	Laterale beveiliging: spoorovergang ¹³	Instrueren

In vergelijking tot de indeling van netwerk(services) in het document Operationeel Verkeersmanagement [42], is er in tabel 5.1 een nieuwe service is toegevoegd, namelijk "Kruisen van verkeer faciliteren". Deze ontbrekende service hebben we nodig om de functionaliteit van een VRI goed te kunnen positioneren. De service "Samenvoegen van verkeer faciliteren" dekt in dat opzicht onvoldoende de lading. We voegen deze service daarom bij deze toe aan het rijtje services.

Uit de tabel blijkt tevens dat de verkeerskundige maatregelen de weggebruiker op meerdere manieren beïnvloeden. De beïnvloedingsvorm/functie is afhankelijk van de kleur en de vorm van het getoonde verkeerslicht. In de bestudeerde literatuur over VRI's worden de functies (informereren, adviseren, waarschuwen, instrueren, interveniëren en prijsprikkelen) niet genoemd. Er is daarom op basis van eigen inzicht en de gehouden workshop een indeling gemaakt in de functies van een VRI op maatregelniveau.

¹² In het document Operationeel Verkeersmanagement [42] is een onderscheid gemaakt in het verkeersveiligheids- en doorstromingseffect van een VRI bij gelijkvloerse kruisingen. Doorgaans wordt in de literatuur de verkeerskundige maatregel enkel aangeduid als "Kruispuntregeling". In het OVM is de verkeerskundige maatregel uitgesplitst in de maatregel "Laterale beveiliging", die zich richt op het bevorderen van de verkeersveiligheid en de maatregel "Kruispuntregeling", die zich richt op het bevorderen van de doorstroming.

¹³ Voor de toepassing van verkeerslichten bij gelijkvloerse spoorwegovergangen is voor de duidelijkheid de verkeerskundige maatregel omschreven als "laterale beveiliging: spoorovergang"

Voor de verkeerskundige maatregelen "Laterale beveiliging", "Kruispuntregeling" en "Kruispuntcoördinatie" worden de volgende functies onderscheiden:

Instrueren [23]:

- Rood licht: verbod voor de weggebruiker door te rijden;
- Geel licht: gebod voor de weggebruiker om, indien mogelijk, te stoppen;
- Groen licht: gebod voor de weggebruiker om te rijden.

Waarschuwen voor:

- Naderend gevaar (geel knipperend licht bij een niet regelende of opstartende VRI);
- Mogelijke deelconflicten (groen, geel licht bij verkeerslichten met een volle lens).

Informereren over:

- Het niet aanwezig zijn van een (deel)conflict waarbij de weggebruiker het andere verkeer voorrang moet verlenen (groene richtingspijl in het verkeerslicht).

Het instrueren om te stoppen of door te rijden is de primaire functie van de VRI. Het waarschuwen en informeren zijn secundaire functies.

Voor lichten bij tunnels en bruggen en spoorwegovergangen worden de volgende functies onderscheiden:

Instrueren:

- Rood licht (al dan niet knipperend): het gebod om te stoppen voor een tunnel, brug of spoorwegovergang.

5.3 Stap 3: Vaststellen penetratiegraden

5.3.1 Gelijkvloerse kruisingen

Bij Rijkswaterstaat zijn momenteel 257 VRI's in beheer, verspreid over VRI's op de aansluitingen en aan het begin/eind van de autosnelweg en op N-wegen [30]. Uit onderstaande tabel 5.1 is op te maken dat de VRI's redelijk verspreid zijn over de regio's, met uitzondering van Rijkswaterstaat Utrecht die geen VRI's in beheer heeft.

Veel VRI's zijn verder geplaatst op het onderliggend wegennet en in beheer bij provincies of gemeenten. Naar schatting waren er in Nederland in 2004 totaal ruim 5.400 VRI's [21].

Tabel 5.2: Bestaande VRI's in beheer bij Rijkswaterstaat [30]

RWS onderdeel	Aantal VRI's per onderdeel
RWS IJG	18
RWS LB	47
RWS NB	30
RWS NH	14
RWS NN	18
RWS ON	53
RWS UT	0
RWS ZH	54
RWS ZL	23
RWS totaal	257

Aangezien er geen gedetailleerdere gegevens beschikbaar zijn over de bij Rijkswaterstaat in beheer zijnde VRI's, wordt er geschat dat 2/3^e van alle VRI's van Rijkswaterstaat geplaatst zijn onderaan aansluitingen en 1/3^e op N-wegen of aan het begin/einde van een autosnelweg.

Ervan uitgaande dat een Nederlandse autosnelweg om de circa 5 kilometer een aansluiting heeft [31], het merendeel van de aansluitingen uit 2 kruisingsvlakken bestaat en Rijkswaterstaat op dit moment 3.060 kilometer autosnelweg in beheer heeft [30], betekent dit dat Nederland ongeveer 1.200 kruisingsvlakken onderaan aansluitingen heeft. Dit betekent dat ongeveer 20 procent van de kruisingsvlakken bij aansluitingen in Nederland is voorzien van een VRI van Rijkswaterstaat.

5.3.2

Tunnellichten, bruglichten en overweglichten

In Nederland zijn er op dit moment 14 wegtunnels in het beheer van Rijkswaterstaat. Aangenomen wordt dat al deze tunnels in beide richtingen minimaal één tunnellicht per rijstrook hebben, aangezien deze vanuit het oogpunt van tunnelveiligheid noodzakelijk zijn om een tunnel bij calamiteiten af te kunnen sluiten.

Het aantal beweegbare bruggen in rijkswegen is onbekend. Op basis van de Wegenkaart van Rijkswaterstaat, wordt het aantal beweegbare bruggen in rijkswegen geschat op 40 bruggen. Elke beweegbare brug zal per rijstrook een bruglicht hebben om het verkeer te stoppen, inclusief een voorwaarschuwing.

Het rijkswegennet kent 7 gelijkvloerse spoorwegovergangen. 4 daarvan zijn uitgerust met een AHOB (Automatische Halve Overweg Bomen, aanwezig op enkele N-wegen van Rijkswaterstaat) en 3 met een AKI (Automatisch Knipperlicht Installatie, aanwezig bij de aansluiting S101 van de A10) [24].

100 procent van alle tunnels, beweegbare bruggen en spoorwegen is voorzien van een verkeerslicht.

5.4 **Stap 4: Vaststellen kwaliteiten van VRI's**

5.4.1 *Gelijkvloerse kruisingen*

1. Bereik

Geografisch bereik:

Voor elke kruising is doorgaans één VRI nodig, bestaande uit meerdere verkeerslichten, masten, detectoren en aansturing. Het effectgebied van een VRI is afhankelijk van de grootte van de doorstromingsproblemen en kan zich uitstrekken van de directe omgeving van de kruising tot een gebied van enkele honderden meters van de kruising.

Op de Nederlandse autosnelwegen bevinden zich geen VRI's. Op autowegen (N-wegen) en bij aansluitingen op het OWN wel.

Doelgroep:

Aangenomen mag worden dat alle weggebruikers met gemotoriseerde voertuigen bekend zijn met verkeerslichten, aangezien dit een standaard onderdeel is van de verplichte rijexamens. Ook bij weggebruikers met niet gemotoriseerde voertuigen wordt ingeschat dat nagenoeg 100% bekend zal zijn met verkeerslichten en hun werking.

VRI's zijn niet alleen gericht op automobilisten of gemotoriseerd verkeer, maar ook op voetgangers, fietsers, ruiters, etcetera. VRI's kunnen daarnaast wel nog speciaal onderscheid maken tussen verschillende doelgroepen en bijvoorbeeld meer prioriteit geven aan openbaar vervoer, fietsers, voetgangers, etcetera. Niet-gemotoriseerd verkeer komt niet bij alle kruisingen met VRI's van Rijkswaterstaat voor.

2. Beschikbaarheid

Uit veiligheidsoverwegingen kan de VRI van een geregelde kruising het beste 24 uur per dag in bedrijf zijn [21]. Uit overwegingen zoals energieverbruik, doorstroming op rustige momenten en geloofwaardigheid van de verkeersregeling tijdens rustige perioden, kan er echter besloten worden om de VRI uit te schakelen (geel laten knipperen) tijdens rustige (vaak nachtelijke) perioden [21]. Vanwege deze overwegingen en een incidentele storing van een VRI, kan de beschikbaarheid van een VRI lager zijn dan 100 procent.

Bij drukke kruisingen en kruisingen met hoge naderingssnelheden (zoals vaak bij rijkswegen het geval is), wordt er wel vaker voor gekozen om een VRI 24 uur per dag door te laten regelen. In dat geval is de beschikbaarheid van de VRI nagenoeg 100 procent.

3. Nauwkeurigheid

De VRI regelt het verkeer zeer nauwkeurig. Fouten door het groen geven aan conflicterende richtingen of het bijvoorbeeld tonen van groen/geel/rood in een verkeerde volgorde zijn uitgesloten door het verkeersregeltoestel van de VRI [26].

De nauwkeurigheid van het monitoren van verkeer door een VRI is o.a. afhankelijk van de kwaliteit en ligging van de lussen [28]. De nauwkeurigheid is over het algemeen lager dan specifiek voor het monitoren aangelegde lussen.

5.4.2 *Tunnellichten, bruglichten en overweglichten*

1. Bereik

Geografisch bereik:

Het bereik van de lichten beslaat de gehele brug, tunnel of spoorwegovergang, inclusief de toeleidende wegen.

Doelgroep:

Aangenomen mag worden dat alle weggebruikers met gemotoriseerde voertuigen bekend zijn met verkeerslichten, aangezien dit een standaard onderdeel is van de verplichte rijexamens. Ook bij weggebruikers met niet gemotoriseerde voertuigen wordt ingeschat dat nagenoeg 100 procent bekend zal zijn met de lichten en hun werking.

2. Beschikbaarheid

Lichten bij bruggen, tunnels en spoorwegovergangen worden doorgaans enkel gebruikt bij het sluiten van de doorgang. Het overige deel van de tijd is het systeem uit, maar wel beschikbaar om deze functie te vervullen.

3. Nauwkeurigheid

Geen gegevens over bekend.

5.5 Stap 5: Selectie nieuwe systemen per verkeerskundige maatregel

In stap 5 wordt geïnventariseerd welke nieuwe systemen de verkeerskundige maatregelen van VRI's in de toekomst kunnen overnemen.

5.5.1 *Gelijkvloerse kruisingen*

In stap 2 is geconstateerd dat het verkeer met behulp van de verkeerskundige maatregelen "Laterale beveiliging", "Kruispuntregeling" en "Kruispuntcoördinatie" op meerdere manieren worden beïnvloed. Weggebruikers krijgen een instructie ten aanzien van het oprijden van het kruispuntvlak, ze worden gewaarschuwd voor naderend gevaar en mogelijke deelconflicten en ze worden geïnformeerd over het niet aanwezig zijn van deelconflicten.

Aan de hand van 'de plaat' van DAWEG Fase 1 zijn er binnen de beschouwde periode tot 2020 geen systemen beschikbaar die deze verkeerskundige maatregelen in de toekomst geheel kunnen overnemen. Het systeem "In-car Traffic Management" (IcTM) blijkt echter in 'de plaat' te ontbreken. In tegenstelling tot de huidige wegkantsystemen waarbij verkeerstekens boven of langs de weg worden getoond, worden bij IcTM de verkeerstekens in het voertuig getoond (bijvoorbeeld via een head-up display). Passen we IcTM toe op bovenstaande verkeerskundige maatregelen, dan betekent dit, dat alle tekens in het voertuig worden gegeven (rood, geel, groen en varianten daarop).

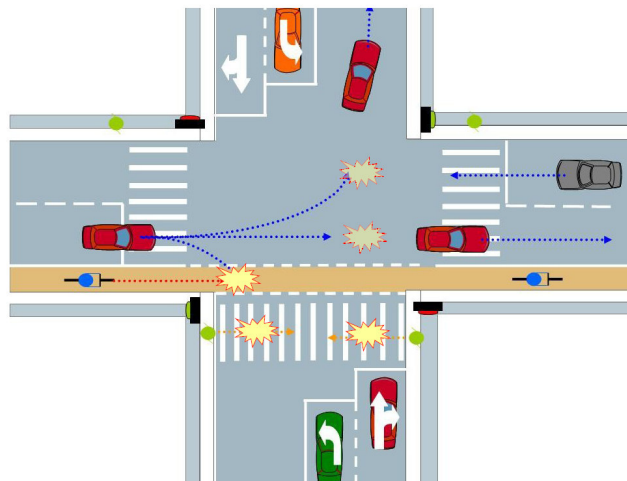
Daarnaast zijn er in 'de plaat' van DAWEG Fase 1 een aantal systemen gevonden die op termijn één of meer functies van de verkeerskundige maatregelen "Laterale beveiliging", "Kruispuntregeling" en "kruispuntcoördinatie" kunnen overnemen of aanvullen.

Cooperative Traffic Controller (CTC) een coöperatief systeem dat in staat is om de instructiefunctie van een VRI verder te optimaliseren. Bij CTC communiceren

voertuigen en VRI's onderling met als doel om de afwikkeling van het geregelde kruispunt te optimaliseren. De communicatie verloopt in drie stappen [49].

1. Informatiestroom van het voertuig naar de VRI.
2. Analyse van informatiestroom met als resultaat een verder geoptimaliseerde verkeersafhankelijke verkeersregeling. Verschil met de huidige generatie VRI is dat gegevens van wegkantgebonden voertuigdetectoren (doorgaans detectielussen) worden vervangen door informatie vanuit het voertuig zelf. Voordeel hiervan is enerzijds dat er extra gegevens ingewonnen kunnen worden (bijvoorbeeld verliestijden van individuele voertuigen) en anderzijds dat de verkeergegevens van naderen voertuigen continu aangeleverd kunnen worden, in tegenstelling tot detectielussen die slechts op enkele plekken voor het kruispuntvlak liggen.
3. Informatiestroom van de VRI naar het voertuig. Op basis van de informatie over de geoptimaliseerde verkeersregeling kan de bestuurder geadviseerd worden over het gewenste rijdrag (naderingssnelheid e.d.).

Intelligent Cooperative Intersection Safety (IRIS)¹⁴ is een coöperatief systeem dat in staat is om de informatie- en waarschuwingsfunctie van een VRI, aangaande de aanwezigheid van conflictsituatie met kruisende verkeersstromen, te optimaliseren. IRIS is één van de tientallen systemen die ontwikkeld worden in het kader van het Europese onderzoeksprogramma SAFESPOT, gericht op de verbetering van de verkeersveiligheid. IRIS richt zich op de verbetering van de veiligheid van kwetsbare verkeersdeelnemers bij kruispunten (figuur 5.2). IRIS monitort de gehele kruising met behulp van een laserscanner en detecteert kritieke situaties zo vroeg mogelijk (in figuur 5.2 zijn schematisch kritieke situaties weergegeven). Vervolgens geeft het systeem deze informatie door aan de naderende weggebruikers of activeert waarschuwingssystemen. Het systeem maakt daarbij gebruik van voertuig-infrastructuur (V2I) communicatie om voertuigbewegingen in kaart te brengen en te analyseren [46, 47].



Figuur 5.2: Schematische weergave van mogelijke deelconflicten op kruispunt vlak [47]

¹⁴ In de literatuur wordt dit systeem ook wel aangeduid als "Cooperative Intersection Safety system" [48]

Tot slot is er in 'de plaat' ook een systeem gevonden die zich specifiek richt op de verkeerskundige maatregel "kruispuntcoördinatie" en daarmee samenhangende service "optimaliseren instroom/uitstroom", namelijk "Dynamic Routing" (DRN). DRN is een systeem dat gebruikers een routeadvies geeft, met gebruik van de huidige verkeersinformatie, de regelstrategie van de wegbeheerders en de bereidheid van de gebruiker om de route te volgen. Als gevolg van het systeem DNR kan de in- of uitstroom geoptimaliseerd worden en de verkeersvraag beïnvloed worden.

5.5.2 *Tunnellichten, bruglichten en overweglichten*

In stap 2 is geconstateerd dat de lichten bij tunnels, bruggen en spoorwegovergangen het verkeer alleen beïnvloeden door middel van een instructie. Aan de hand van 'de plaat' van DAWEG Fase 1 zijn er binnen de beschouwde periode tot 2020 geen nieuwe systemen beschikbaar die deze instructiefunctie kunnen overnemen. Het ontbrekende systeem "In-car Traffic Management" (IcTM) zou echter onder een aantal condities in de toekomst ook voor deze verkeerskundige maatregelen als alternatief dienen.

5.5.3 *'Systeem-maatregel-systeem matrix' voor VRI's*

Samengevat komt de 'systeem-maatregel-systeem-matrix' voor het wegkantsysteem VRI er als volgt uit te zien:

Tabel 5.3: 'systeem-maatregel-systeem matrix' voor VRI's

System	Netwerkservice	Service	Verkeerskundige maatregel	Functie	System	Functie	
VRI's bij gelijkvloerse kruisingen							
VRI	Beïnvloeden ongevalsrisico	Botskans verkleinen	Laterale beveiliging	Instrueren	IcTM	<ul style="list-style-type: none"> • Instrueren • Waarschuwen • Informeren 	
					CTC	<ul style="list-style-type: none"> • Instrueren • Adviseren 	
				Waarschuwen	IRIS	<ul style="list-style-type: none"> • Waarschuwen • Informeren 	
				Informeren	IRIS	<ul style="list-style-type: none"> • Waarschuwen • Informeren 	
	Beïnvloeden doorstroming	Kruisen van verkeer faciliteren	Kruispuntregeling	Instrueren	IcTM	<ul style="list-style-type: none"> • Instrueren • Waarschuwen • Informeren 	
					CTC	<ul style="list-style-type: none"> • Instrueren • Adviseren 	
				Waarschuwen	IRIS	<ul style="list-style-type: none"> • Waarschuwen • Informeren 	
				Informeren	IRIS	<ul style="list-style-type: none"> • Waarschuwen • Informeren 	
	Beïnvloeden verkeersvraag	Instroom/uitstroom optimaliseren	Kruispuntcoördinatie	Instrueren	DRN	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren 	
					CTC	<ul style="list-style-type: none"> • Instrueren • Adviseren 	
	Tunnellichten, bruglichten en overweglichten						
		Beïnvloeden capaciteit	Minimaliseren duur blokkade	Incidentwaarschuwing: te hoog voertuig	Instrueren	IcTM	<ul style="list-style-type: none"> • Instrueren • Waarschuwen • Informeren

System	Netwerkservice	Service	Verkeerskundige maatregel	Functie	System	Functie
			Rijbaanafsluiting: brugopening	Instrueren	IcTM	<ul style="list-style-type: none"> • Instrueren • Waarschuwen • Informeren
	Beïnvloeden ongevalsrisico	Verkleinen botskans	Laterale beveiliging: spoorwegovergang	Instrueren	IcTM	<ul style="list-style-type: none"> • Instrueren • Waarschuwen • Informeren

5.6 **Stap 6: Verkeerskundige redenering overname functionaliteit**

Aan de hand van de ingevulde 'systeem-maatregel-systeem matrix' wordt tot slot voor het wegkantsysteem VRI de drie onderzoeksvragen beantwoord.

4. *Hoe en wanneer kunnen nieuwe systemen de verkeerskundige maatregelen van VRI's in de toekomst met dezelfde kwaliteit overnemen?
En welke functies worden dan gebruikt om het verkeer te beïnvloeden?*

Overname verkeerskundige maatregelen "kruispuntregeling" en "kruispuntcoördinatie"

IcTM

Het coöperatieve systeem IcTM is voor zover bekend het enige systeem dat in staat is om alle functies van de verkeerskundige maatregelen "Laterale beveiliging" en "Kruispuntregeling" (instrueren, waarschuwen en informeren) op termijn over te nemen en waarmee het wegkantsysteem VRI voor deze maatregel te vervangen. Aangezien de instructie aangaande het oprijden van het kruispuntvlak alle verkeersdeelnemers moet bereiken, is hiervoor een penetratiegraad van 100 procent nodig (inclusief langzaam verkeer) en moet juridisch zijn vastgelegd dat de instructie met behulp van dit nieuwe systeem mag worden gegeven. Binnen de beschouwde periode tot 2020 zal dit waarschijnlijk niet gebeuren.

CTC

Het coöperatieve systeem CTC is in staat om de instructiefunctie van een VRI verder te optimaliseren. De verwachting is dat CTC de afwikkeling van het gereguleerde kruispunt verder kan verbeteren door gebruik te maken van een informatiestroom van het voertuig naar de VRI. Beperking van het systeem is dat daarbij naar verwachting alleen gebruik kan worden gemaakt van een communicatiestroom tussen gemotoriseerd verkeer en de VRI. Verder blijft de VRI noodzakelijk om alle functies van de verkeerskundige maatregel "Kruispuntregeling" te bedienen. Het systeem CTC is complementair aan het huidige wegkantsysteem VRI, waarbij de voertuigdetectie verbetert. Kortom, door een VRI met CTC kan de kwaliteit van de instructiefunctie verbeteren, maar van overname van de functie is geen sprake.

Indien de informatiestroom vanuit het voertuig richting de VRI aanvullend wordt gebruikt op de bestaande voertuigdetectie (doorgaans detectielussen), kan de verkeerskundige maatregel "Kruispuntregeling" vanaf de commerciële introductie van CTC (penetratiegraad > 1 procent) verder worden geoptimaliseerd. De verkeersregeling krijgt dan immers aanvullende informatie over naderende voertuigen. Indien de informatiestroom van CTC de bestaande voertuigdetectie vervangt, is er een veel hogere penetratiegraad nodig (circa gelijk aan de nauwkeurigheid waarmee voertuigdetectie momenteel plaatsvindt). Volgens 'de plaat' uit DAWEG Fase 1 wordt het systeem CTC vanaf circa 2014 commercieel geïntroduceerd.

IRIS

Het coöperatieve systeem IRIS kan de informatie- en waarschuwingfunctie van een VRI, aangaande de aanwezigheid van conflictsituatie met kruisende verkeersstromen, optimaliseren. Mogelijke conflictsituaties worden gedetecteerd en doorgegeven aan de naderende weggebruikers. Bij toepassing van IRIS zijn er twee

toepassingsmogelijkheden. Ten eerste kan IRIS worden toegepast op locaties waar geen VRI aanwezig is. Ten tweede kan IRIS ook in combinatie met geregelde kruispunten worden toegepast. Uit de literatuur maken wij op dat het vooralsnog om een complementair systeem gaat. Uitgaande van technisch goed functioneren van IRIS levert elke penetratiegraad groter dan 1 procent een verbetering van de informerende- en waarschuwende functie op van de verkeerskundige maatregel "Laterale beveiliging". Gebruikers van het systeem zijn in dat geval immers beter geïnformeerd over deelconflicten. Volgens 'de plaat' uit DAWEG Fase 1 is dit vanaf circa 2018 het geval.

DRN

Het systeem DRN richt zich specifiek op de verkeerskundige maatregel "Kruispuntcoördinatie" en daarmee samenhangende service "Optimaliseren instroom/uitstroom". Op basis van een routeadvies, kan als gevolg van DRN de in- of uitstroom geoptimaliseerd worden en de verkeersvraag beïnvloed worden.

Met behulp van een VRI kan de in- of uitstroom 'hard' worden geoptimaliseerd. DRN geeft gebruikers een routeadvies en heeft daarmee een minder dwingend karakter. Dit betekent meer keuzevrijheid voor de gebruiker, lagere opvolgingspercentages en daarmee een minder geoptimaliseerde in- of uitstroom. De penetratiegraad van DRN moet daarom vrij hoog zijn om de verkeerskundige maatregel "Kruispuntcoördinatie" met dezelfde kwaliteit uit te voeren. Indien DRN complementair wordt ingezet kan met lage penetratiegraden al wel een betere kwaliteit worden geleverd. Volgens 'de plaat' uit DAWEG Fase 1 wordt het systeem DRN vanaf circa 2013 commercieel geïntroduceerd als nomadisch systeem.

Conclusies:

- De verkeerskundige maatregelen "Kruispuntregeling" en "Laterale beveiliging" van het wegkantsysteem VRI kunnen vooralsnog niet worden overgenomen door het coöperatieve systeem IcTM.
- De instructiefunctie van een VRI, aangaande het oprijden van een kruising, kan vooralsnog niet door het systeem CTC worden overgenomen. Indien de informatiestroom vanuit het voertuig aanvullend wordt gebruikt op de bestaande voertuigdetectie, kan vanaf de commerciële introductie van CTC (circa 2014) de verkeerskundige maatregel "Kruispuntregeling" met behulp van CTC wel verder worden geoptimaliseerd.
- IRIS kan de informatie- en waarschuwingsfunctie, aangaande conflictsituaties, van de verkeerskundige maatregel "Laterale beveiliging" verbeteren. Indien IRIS in combinatie met een VRI wordt toegepast, levert elke penetratiegraad groter dan 1 procent een verbetering van de kwaliteit op waarmee de functie wordt uitgevoerd.
- De verkeerskundige maatregel "Kruispuntcoördinatie" van het wegkantsysteem VRI kan vooralsnog niet worden overgenomen door het systeem DRN. Indien DRN complementair aan VRI's wordt toegepast betekent een lage penetratiegraad van het systeem wel direct een verbetering van de kwaliteit op waarmee de verkeerskundige maatregel wordt uitgevoerd.

Overname verkeerskundige maatregelen "incidentwaarschuwing: te hoog voertuig", "rijbaanafsluiting: brugopening" en "laterale beveiliging: spoorwegovergang"

Voor de instructiefunctie van tunnellichten, bruglichten en overweglichten kan het systeem IcTM, onder dezelfde condities als beschreven bij VRI's bij kruisingen, op termijn het huidige systeem vervangen.

5. *Kunnen deze nieuwe systemen vervolgens de betreffende verkeerskundige maatregelen ook met een betere kwaliteit uitvoeren?*

Zoals uit de beantwoording van onderzoeksvraag 1 blijkt, is van vervanging van het wegkantsysteem VRI binnen de beschouwde periode tot 2020 geen sprake. Indien de in stap 5 geselecteerde systemen complementair worden ingezet kunnen de verkeerskundige maatregelen "Kruispuntregeling", "Laterale beveiliging" en "Kruispuntcoördinatie" bij lage penetratiegraden al wel leiden tot een verbetering van de kwaliteit waarmee de maatregelen worden uitgevoerd.

6. *Welke nieuwe verkeerskundige maatregelen kunnen tot slot met de betreffende nieuwe systemen worden uitgevoerd?*

Op basis van de beschrijving van de geselecteerde nieuwe systemen en de indeling van verkeerskundige maatregelen in het document Operationeel Verkeersmanagement [42], is een inschatting gemaakt van verkeerskundige maatregelen die in de toekomst ook met de nieuwe systemen kunnen worden uitgevoerd. De resultaten staan vermeld in tabel 5.4.

Tabel 5.4: Aanvullende verkeerskundige maatregelen die met de geselecteerde nieuwe systemen kunnen worden uitgevoerd

Nieuw systeem	Aanvullende verkeerskundige maatregel	Service	Netwerkservice
Cooperative Traffic Controller (CTC)	Snelheidsadvies, correctief	Attitude beïnvloeden	Beïnvloeden gedrag
	Snelheidsbeperking	Effect verkleinen	Beïnvloeden ongevalsrisico
	Snelheidsadvies + kruispuntregeling	Capaciteit bottleneck maximaliseren	Beïnvloeden capaciteit
Intelligent Cooperative Intersection Safety (IRIS)	Attitude-advies	Attitude beïnvloeden	Beïnvloeden gedrag
Dynamic Routing (DRN)	Route-advies	Routekeuze beïnvloeden	Beïnvloeden verkeersstromen
	Route-informatie	Routekeuze beïnvloeden	Beïnvloeden verkeersstromen
	Afritafsluiting	Verkeer omleiden	Beïnvloeden verkeersvraag
	Omrijroute	Verkeer omleiden	Beïnvloeden verkeersvraag
In-car Traffic Management (IcTM)	Dynamische snelheidsaanduiding	Snelheid beïnvloeden	Beïnvloeden doorstroming
	Dynamisch inhaalverbod vrachtverkeer	Rust in verkeer vergroten	Beïnvloeden doorstroming
	Dynamische bewegwijzering	Ontvlechten van verkeer faciliteren	Beïnvloeden doorstroming
	Afritafsluiting	Verkeer omleiden	Beïnvloeden verkeersvraag
	Toeritregeling & coördinatie	Instream/uitstroom optimaliseren	Beïnvloeden verkeersvraag
	Snelheidsadvies + kruispuntregeling	Capaciteit bottleneck maximaliseren	Beïnvloeden capaciteit
	Rijstrookafzetting	Capaciteit herverdelen	Beïnvloeden capaciteit
	Laterale beveiliging	Botskans verkleinen	Beïnvloeden ongevalsrisico

6 Toeritdoseerinstallaties (TDI's)

In dit hoofdstuk wordt de 'systeem-functie-systeem matrix' ingevuld voor het wegkantsysteem toeritdoseerinstallaties (TDI's).

6.1 Stap 1: beschrijving TDI's

Om de verkeersafwikkeling op autosnelwegen te verbeteren heeft Rijkswaterstaat verschillende verkeerskundige maatregelen en systemen tot haar beschikking. Eén van de mogelijkheden is het toepassen van de maatregel toeritregeling, met behulp van het wegkantsysteem 'toeritdoseerinstallatie' (TDI).

Een TDI is een specifiek type verkeersregelinstallatie die ter hoogte van een toerit de instroom naar een hoofdrijbaan van een autosnelweg reguleert, met als doelstelling om schokgolven en turbulentie te voorkomen en daarmee de doorstroming op de hoofdrijbaan te verbeteren. In onderstaand figuur 6.1 is een voorbeeld gegeven van een TDI ter hoogte van de toerit S113 richting de A10.

Een TDI kan op twee verschillende manieren werken [32]. Ten eerste kan een TDI de toevoer via de toerit beperken. Ten tweede kan een TDI de toevoer via de toerit verspreiden in de tijd. Daarmee kan een TDI een (gedeeltelijke) oplossing bieden voor:

- Het verminderen van congestie op de autosnelweg ten gevolge van invoegend verkeer, waarbij het verkeersaanbod de capaciteit *nadert*;
- Het verminderen van congestie op de autosnelweg ten gevolge van het feit dat het verkeersaanbod *groter* is dan de capaciteit;
- Het tegengaan van sluipverkeer via de toerit.

De verkeersafwikkeling rond een toerit wordt daarbij bepaald door de capaciteit op de hoofdrijbaan stroomafwaarts van de toerit en het verkeersaanbod voor ieder van de twee inkomende takken (de hoofdrijbaan en de toerit). Afhankelijk van het verkeersaanbod op de toerit kan voor een enkelstrooks, of dubbelstrooks TDI worden gekozen [32].



Figuur 6.1: foto van de TDI ter hoogte van de toerit S113 richting de A10

Een TDI bestaat uit de volgende onderdelen [32]:

- Detectie op de hoofdrijbaan;
- Detectie op de toerit;
- Stopstreep, lantaarns, belijning en bebording op toerit;
- Eventueel een doelgroepstrook.

Kenmerkend voor een TDI, ten opzichte van een normale VRI, is de uitvoering van de lantaarn met gele achtergrondschilden (zie figuur 4.2). Andere belangrijke verschillen tussen een TDI en een VRI zijn:

- Een TDI schakelt pas in als de omstandigheden daarom vragen;
- Bij een TDI zijn er geen conflicterende richtingen;
- Door een TDI worden per groenfase één of twee voertuigen per rijstrook toegelaten.



Figuur 6.2: De lantaarn van een TDI is voorzien van een geel achtergrondschild

De eerste TDI in Nederland is geplaatst in 1989 op de aansluiting van Westpoort met de A10 richting de Coentunnel. In de jaren daarna zijn er tientallen TDI's gerealiseerd, met als hoogtepunt de realisatie van 36 TDI's in eind 2009 op alle aansluitingen van de A10, in het kader van het project 'Verbeteren doorstroming A10'.

Sinds de introductie van de TDI is het wegkantsysteem een aantal keer doorontwikkeld en aangepast. Op dit moment is een TDI van de derde generatie de standaard. Deze TDI kan aangesloten worden op het Centraal Verkeersregelinstallatie Management Systeem (CVMS). Hiermee kunnen de TDI's op afstand vanuit de verkeerscentrale beheerd en ingezet worden [33].

6.2 Stap 2: Vaststellen functionaliteit van TDI's

In stap 2 wordt de functionaliteit van TDI's bepaald. De nadruk ligt daarbij op de verkeerskundige maatregelen die Rijkswaterstaat momenteel uitvoert met TDI's en de functies die daarbij worden gebruikt voor beïnvloeding van het verkeer.

Op basis van de beschrijving van TDI's in stap 1 (paragraaf 6.1) en de indeling van verkeerskundige maatregelen in het document Operationeel Verkeersmanagement [42] zijn in tabel 5.1 de (netwerk)services, verkeerskundige maatregelen en functies van verkeerslichten weergegeven.

Tabel 6.1: Uitwerking functionaliteit TDI's

Netwerkservice	Service	Verkeerskundige maatregel	Functie
Beïnvloeden verkeersvraag	Instroom op hoofdrijbaan optimaliseren ¹⁵	Toeritregeling	• Instrueren
Beïnvloeden verkeersvraag	Instroom op hoofdrijbaan optimaliseren	Toeritcoördinatie	• Instrueren
Beïnvloeden doorstroming	Samenvoegen van verkeer faciliteren	Toeritregeling / rijbaandosering	• Instrueren

In termen van de zes functies die voor verkeersmanagement geformuleerd zijn voor de beïnvloeding van de weggebruiker (zie paragraaf 2.5) vervult een TDI alleen een instruerende functie. De weggebruiker krijgt ter hoogte van de toerit een teken ten aanzien van het wel of niet oprijden van de hoofdrijbaan. Aangezien het teken door de weggebruiker dient te worden opgevolgd (gebod) spreekt men in dit geval van een instructie. Afhankelijk van de kleur van het licht kunnen daarbij drie instructies worden onderscheiden [23]:

- Groen licht: gebod voor de weggebruiker om de hoofdrijbaan op te rijden;
- Geel licht: gebod voor de weggebruiker om indien mogelijk te stoppen;
- Rood licht: verbod voor de weggebruiker om de hoofdrijbaan op te rijden.

6.3

Stap 3: vaststellen penetratiegraden

Rijkswaterstaat heeft op dit moment 99 TDI's in beheer [30]. Deze zijn als volgt over de Regionale Diensten van Rijkswaterstaat verdeeld:

Tabel 6.2: Bestaande TDI's [30]

RWS onderdeel	Aantal TDI's per onderdeel
RWS IJG	1
RWS LB	0
RWS NB	2
RWS NH	57
RWS NN	0
RWS ON	11
RWS UT	16
RWS ZH	12
RWS ZL	0
RWS totaal	99

Uit tabel 6.2 kan worden afgeleid dat het zwaartepunt van het aantal TDI's duidelijk in de Randstad ligt.

¹⁵ In het document Operationeel Verkeersmanagement [42] is deze service omschreven als "Instroom/uitstroom optimaliseren". Aangezien een TDI zich specifiek richt op de regulering van de instroom van een toerit naar een autosnelweg, is de service herschreven tot "Instroom op hoofdrijbaan optimaliseren"

Ervan uitgaande dat een Nederlandse autosnelweg om de circa 5 kilometer een aansluiting heeft [31] die doorgaans uit 2 toeritten bestaat en Rijkswaterstaat op dit moment 3.060 kilometer autosnelweg in beheer heeft [30], betekent dit dat Nederland ongeveer 1.200 toeritten tot autosnelwegen heeft. Dit betekent dat ongeveer 8 procent van de aansluitingen in Nederland is voorzien van een TDI.

6.4 Stap 4: vaststellen kwaliteiten van TDI's

1. Bereik

Geografisch bereik:

Het geografisch bereik van een TDI speelt voornamelijk een rol bij de services die een TDI vervult. In diverse studies is het invloedsgebied van een TDI bepaald. Zo is er in 1998 een haalbaarheidsstudie uitgevoerd naar de realisatie van TDI's bij aansluitingen van de A12 [35]. In deze studie is een bereik van maximaal 3,4 kilometer gevonden. In een evaluatiestudie van de tweede proef met toeritdosering bij de aansluiting Delft-Zuid op de A13 is een onderzoeksgebied van 4,9 kilometer aangehouden, waarvan 3,0 kilometer stroomafwaarts aan de TDI [34]. In de evaluatiestudie die momenteel wordt uitgevoerd in het kader van de realisatie van TDI's op alle aansluitingen van de A10 wordt verondersteld dat het invloedsgebied maximaal reikt tot de volgende aansluiting op de A10. Gemiddeld is dit een aantal kilometer.

Over het algemeen kan worden gesteld dat het bereik van een TDI maximaal 5 kilometer betreft. Uitgaande van 99 TDI's betekent dit een landelijk invloedsgebied van circa 500 kilometer. Dit komt neer op een totaal bereik van circa 8 procent van het Nederlandse autosnelwegennet.

Hierbij moet wel de kanttekening worden gemaakt dat hierbij vooral de service "faciliteren samenvoegen verkeer" betreft. Verondersteld wordt dat de service "beperken van de instroom op de hoofdrijbaan" een groter geografisch bereik heeft. Ook verder stroomafwaarts wordt namelijk geprofiteerd van de beperking van het verkeersaanbod.

In diverse studies is ook onderzoek uitgevoerd naar de capaciteitstoename van een TDI. Bij de tweede proef met toeritdosering bij de aansluiting Delft-Zuid is een capaciteitstoename van vier procent gemeten [34]. Bij een onderzoek naar het technisch en verkeerskundig beheer van TDI's in de regio Utrecht is bij goed functionerende TDI's een afname van het aantal voertuigverliesuren gemeten van vijf tot tien procent gemeten [36].

Doelgroep:

Voor VRI's is in hoofdstuk 5 aangenomen dat alle weggebruikers van gemotoriseerde voertuigen bekend zijn met dit systeem. Het is immers een standaard onderdeel van de verplichte rijexamens. Aangezien voor TDI's hetzelfde geldt mag worden verondersteld dat nagenoeg 100 procent van de weggebruikers bekend zijn met TDI's en hun werking.

Verder wordt verondersteld dat een verdere onderverdeling van de doelgroep in reismotief, voertuigcategorie en type weggebruiker geen rol speelt bij de beoordeling van de kwaliteit waarmee een TDI de verkeerskundige maatregelen

“toeritregeling” en “toeritcoördinatie” uitvoert. Alle weggebruikers dienen zich aan de instructie te houden. Wel is het mogelijk dat weggebruikers die lokaal bekend zijn met de TDI, wellicht eerder geneigd zijn om een alternatieve route te gebruiken om zodoende de TDI te vermijden.

Wat betreft de opvolging van de instructie blijkt dit voornamelijk afhankelijk te zijn van de aanwezigheid van handhaving [33]. Zonder handhaving ligt de roodlichtnegatie op circa 15 procent. Met handhaving daalt dit percentage tot beneden de 2 procent.

2. Beschikbaarheid

In tegenstelling tot een normale VRI schakelt een TDI pas in op het moment dat de omstandigheden daarom vragen. In de praktijk betekent dat een TDI wordt ingeschakeld op het moment dat het verkeersaanbod op de autosnelweg de capaciteit nadert, of groter is dan de capaciteit, of om sluipverkeer tegen te gaan.

Deze situaties doen zich vooral voor tijdens reguliere spitsmomenten, of in geval van irreguliere situaties, zoals incidenten, evenementen, etcetera.

Verder is de beschikbaarheid afhankelijk van het technisch en verkeerskundig functioneren van de TDI. In 2008 heeft Rijkswaterstaat een onderzoek laten uitvoeren naar het technisch en verkeerskundig beheer van TDI's in de regio Utrecht [36]. Uit dit onderzoek bleek dat van de 11 geanalyseerde TDI's er op dat moment 6 naar behoren functioneerden. De overige 5 functioneerden op dat moment matig of onvoldoende. Oftewel 55 procent van de TDI's waren op dat moment in staat om de verkeerskundige maatregelen voldoende uit te voeren. Behalve dit onderzoek zijn er geen gegevens gevonden over het technisch en verkeerskundig functioneren van TDI's.

3. Nauwkeurigheid

De nauwkeurigheid waarmee een TDI de verkeerskundige maatregelen uitvoert is o.a. afhankelijk van:

- De nauwkeurigheid waarmee de verkeerstekens aan de weggebruiker worden getoond
- De parameterinstellingen van de TDI
- De voertuigdetectie op de hoofdrijbaan en toerit

Evenals een VRI regelt een TDI het verkeer zeer nauwkeurig. Fouten door het tonen van verkeerde verkeerstekens (groen/geel/rood) zijn uitgesloten door het regeltoestel van de TDI.

De voornaamste parameterinstellingen van een TDI zijn:

- Aantal rijstroken
- Afvlakpercentages
- Doseertijden
- In- en uitschakelcriteria
- Doelgroepstrook

Op de toerit liggen voor de stopstreep per rijstrook twee detectielussen, die de aanwezigheid van één of meerdere voertuigen voor de stopstreep detecteren. Eén korte lus direct voor de stopstreep en een lange lus op enige meters afstand [33].

In de literatuur zijn geen gegevens gevonden over de nauwkeurigheid waarmee deze lussen ten behoeve van een TDI de voertuigen detecteren. Aangenomen wordt, dat bij goede plaatsing van de lussen, de nauwkeurigheid erg hoog is.

6.5 Stap 5: Selectie nieuwe systemen per verkeerskundige maatregel

In stap 5 wordt geïnventariseerd welke nieuwe systemen de (netwerk)services en verkeerskundige maatregelen van een TDI in de toekomst kunnen overnemen. We richten ons hierbij vooral op de verkeerskundige maatregelen "toeritregeling" en "toeritcoördinatie".

Toepassing van 'de plaat' van DAWEG Fase 1 leidt voor het wegkantsysteem TDI tot de 'systeem-maatregel-systeem matrix' zoals die in tabel 6.3 is weergegeven.

Tabel 6.3: 'systeem-maatregel-systeem matrix' voor TDI's

Huidig wegkantsysteem					Nieuw Systeem	
System	Netwerk-service	Service	Verkeerskundige maatregel	Functie	System	Functie
TDI	Beïnvloeden verkeersvraag	Instroom op hoofdrijbaan optimaliseren	Toeritregeling	Instrueren	Routenavigatie met RDS/TMC	Adviseren
					Online routenavigatie	Adviseren
					Cooperative Traveller Assistent	Informereren
					Verkeersinformatie	Informereren
	Beïnvloeden verkeersvraag	Instroom op hoofdrijbaan optimaliseren	Toeritcoördinatie	Instrueren	Routenavigatie met RDS/TMC	Adviseren
					Online routenavigatie	Adviseren
					Cooperative Traveller Assistent	Informereren
					Verkeersinformatie	Informereren
	Beïnvloeden doorstroming	Samenvoegen van verkeer faciliteren	Toeritregeling / rijbaandosering	Instrueren	In-Car Traffic Management (IcTM)	Instrueren
					Adaptive Cruise Control (ACC)	Interveniëren
					Safe Lane Change Manoeuvres (SLCM)	Interveniëren

Verkeerskundige maatregelen "Toeritregeling" en "Toeritcoördinatie"

De verkeerskundige maatregelen "toeritregeling" en "toeritcoördinatie" bestaan uit één instruerende functie. De weggebruiker krijgt ter hoogte van de toerit van een autosnelweg een ge- of verbod om de hoofdrijbaan op te rijden. Voor overname van de verkeerskundige maatregelen moet er in 'de plaat' van DAWEG Fase 1 een systeem worden gevonden die deze instructie op deze locatie aan de weggebruikers kan overbrengen. Bestudering van 'de plaat' leert dat er geen zicht is op systemen die dit binnen de beschouwde periode (tot 2020) kunnen. Het systeem "In-car Traffic Management" (IcTM) blijkt echter in 'de plaat' te ontbreken. IcTM is een systeem dat in het voertuig verkeerstekens toont aan de bestuurder. Passen we IcTM toe op de verkeerskundige maatregelen van een TDI, dan betekent dit, dat gebruikers van IcTM alle verkeerstekens ter hoogte van de toerit in het voertuig worden getoond (rood, geel, groen).

De overige nieuwe systemen in tabel 6.3 richten zich vooral op de overname/aanvulling van de (netwerk)services van een TDI. Hieronder worden de nieuwe systemen per service kort toegelicht.

Service "Instroom op hoofdrijbaan optimaliseren"

- Routenavigatie met RDS/TMC: een routenavigatiesysteem dat is uitgerust met RDS/TMC-ontvangst. Het Traffic Message Channel (ofwel TMC) is een radiosignaal dat kan worden meegezonden door gebruik te maken van het Radio Data System (ofwel RDC). Navigatiesystemen die zijn uitgerust met RDS/TMC-ontvangst, kunnen deze meldingen tijdens het autorijden aan de bestuurder doorgeven, door middel van een tekst op een display, een icoon op de kaart of een gesproken bericht.
- Online routenavigatie: een routenavigatiesysteem dat een routeadvies verstrekt op basis van actuele verkeersgegevens van het HWN en OWN.
- Cooperative Traveller Assistant (CTA): een systeem dat informatie over de verkeerssituatie stroomafwaarts afstemt op de bestuurder. CTA ondersteunt de bestuurder gedurende de reis bij routekeuzes en planning [10].
- Verkeersinformatie: Verkeersinformatie is informatie over de toestand op de wegen. De informatie kan gaan over files, vertragingen, weersomstandigheden, omleidingen en incidenten. Verkeersinformatie kan via verschillende bronnen (service providers) bij de weggebruiker terechtkomen, zoals via radio, teletekst, internet en televisie [14].

De nieuwe systemen hebben gemeen dat op basis van de verstrekte informatie weggebruikers kunnen besluiten om een alternatieve route te volgen, waardoor de instroom van een specifieke toerit kan worden beperkt.

Service "Samenvoegen van verkeer faciliteren"

- In-car Traffic Management (IcTM): een coöperatief systeem dat in het voertuig verkeerstekens toont aan de bestuurder.
- Adaptive Cruise Control (ACC): een in-car systeem dat een ingestelde snelheid vasthoudt en deze zo nodig aanpast, zodat een ingestelde volgafstand wordt aangehouden in het geval van een langzame voorligger of invoegende medeweggebruiker [37].
- Safe Lane Change Manoeuvres: cluster van in-car veiligheidssystemen die een bijdrage leveren aan het voorkomen van laterale en kop-staartbotsingen door de bestuurder te ondersteunen in geval van slecht zicht en dodehoek objecten [10].

6.6

Stap 6: Verkeerskundige redenering overname functionaliteit

Aan de hand van de ingevulde 'systeem-maatregel-systeem matrix' wordt tot slot voor het wegkantsysteem TDI de drie onderzoeksvragen beantwoord.

2. *Hoe en wanneer kunnen nieuwe systemen de verkeerskundige maatregelen "toeritregeling" en "toeritcoördinatie" van een TDI in de toekomst met dezelfde kwaliteit overnemen? En welke functies worden dan gebruikt om het verkeer te beïnvloeden?*

Overname verkeerskundige maatregelen "Toeritregeling" en "Toeritcoördinatie"

De verkeerskundige maatregelen "toeritregeling" en "toeritcoördinatie" worden momenteel uitgevoerd met behulp van het wegkantsysteem TDI, waarbij de weggebruiker een instructie krijgt ter hoogte van de toerit van een autosnelweg. Uit tabel 6.3 blijkt dat deze maatregelen in de toekomst wellicht door het coöperatieve systeem IcTM kunnen worden uitgevoerd. Ook dit systeem beïnvloedt de weggebruiker door middel van een instructie.

De instructie van een TDI bereikt momenteel 100 procent van de passanten. Uit evaluatiestudies blijkt dat de instructie van een TDI door circa 85 procent van de passanten wordt opgevolgd. Met handhaving op roodlichtnegatie stijgt dit percentage zelfs boven de 98 procent [33].

Ervan uitgaande dat de instructie van het systeem IcTM door 100 procent van de bezitters wordt opgevolgd, betekent dat voor eenzelfde verkeerskundig effect het systeem IcTM een penetratiegraad moeten hebben van tenminste 85 procent. Bovendien moet de instructie van een IcTM juridisch zijn vastgelegd en iedereen bereiken, oftewel een penetratiegraaf van 100 procent. Binnen de beschouwde periode (tot 2020) zal dat waarschijnlijk niet gebeuren.

Conclusie: De verkeerskundige maatregelen "toeritregeling" en "toeritcoördinatie" die momenteel met het wegkantsysteem TDI worden uitgevoerd, kunnen vooralsnog niet door nieuwe systemen worden overgenomen.

Overname service "Instroom op hoofdrijbaan optimaliseren"

Een TDI is een wegkantsysteem dat op basis van actuele verkeersgegevens de instroom op de hoofdrijbaan 'hard' reguleert. Zoals uit het document Operationeel Verkeersmanagement kan worden afgeleid, zijn er meerdere wegkantsystemen die een bijdrage leveren aan de service "optimaliseren instroom hoofdrijbaan". Een VRI levert hier bijvoorbeeld, door middel van de verkeerskundige maatregel

"Aansluitingsregeling", ook een bijdrage aan. Alle systemen hebben gemeen dat weggebruiker wordt beïnvloed door middel van een instructie.

De in tabel 6.3 vermelde nieuwe systemen hebben met de functies informeren en adviseren een minder dwingend karakter. Dit betekent meer keuzevrijheid voor de weggebruiker, lagere opvolgingspercentages en daarmee hoge penetratiegraden om hetzelfde effect te bereiken.

Conclusie: Aangezien de nieuwe systemen een keuzevrijheid aan de weggebruiker bieden, lijkt het onwaarschijnlijk dat de nieuwe systemen binnen de beschouwde periode de instroom op de hoofdrijbaan van autosnelwegen vanuit doorstromingsoogpunt kunnen optimaliseren. Het wegkantsysteem TDI blijft daarom voor de service "optimaliseren instroom op hoofdrijbaan" een belangrijk instrument binnen de beschouwde periode (tot 2020).

Overname service "Samenvoegen van verkeer faciliteren"

Met een TDI wordt het verkeersaanbod op de toerit zodanig gespreid in de tijd dat de verkeersstroom soepel invoegt op de hoofdrijbaan waardoor schokgolven en turbulentie kunnen worden voorkomen en daarmee de doorstroming op de hoofdrijbaan verbetert. Uit diverse evaluatiestudie blijkt dat een TDI zeer effectief is in het vervullen van deze service. Op diverse locaties is een capaciteitstoename van 5 procent gemeten.

De systemen "In-car Traffic Management" (IcTM), "Adaptive Cruise Control" (ACC) en "Safe Lane Change Manoeuvres" (SLCM) kunnen in de toekomst een bijdrage leveren aan het soepel samenvoegen van verkeer ter hoogte van een toerit. De systemen hebben een instruerende of interveniërende functie, waarbij de keuzevrijheid van de bestuurder beperkt is. De systemen ACC en SLCM werken echter wezenlijk anders dan een TDI. Bij een TDI wordt het samenvoegen van het verkeer geoptimaliseerd door de spreiding van het verkeer op de toerit in de tijd. Bij ACC en SLCM blijft het verkeersaanbod op de toerit hoog, maar wordt het invoegproces zelf geoptimaliseerd. Vanuit doorstromingsoogpunt functioneert dit waarschijnlijk pas echt goed wanneer de voertuigen op de hoofdrijbaan en de toerit onderling interacteren. Vooral SLCM lijkt daarom een potentieel kansrijk systeem om deze service te ondersteunen. Volgens 'de plaat' van DAWEG Fase 1 is dit type systeem vanaf circa 2018 commercieel verkrijgbaar op de markt.

Conclusie: De nieuwe systemen leveren ook bij lagere penetratiegraden een bijdrage aan de service "faciliteren samenvoegen verkeer". Binnen de beschouwde periode tot 2020 blijft de penetratiegraad van deze systemen naar verwachting te laag om de service "faciliteren samenvoegen verkeer" te bedienen zonder het wegkantsysteem TDI.

3. *Kunnen deze nieuwe systemen vervolgens de betreffende verkeerskundige maatregelen "toeritregeling" en "toeritcoördinatie" ook met een betere kwaliteit uitvoeren?*

Gezien de beantwoording van onderzoeksvraag 1 is een uitvoering van de verkeerskundige maatregelen met een betere kwaliteit binnen de beschouwde periode niet van toepassing.

4. *Welke nieuwe verkeerskundige maatregelen kunnen tot slot met de betreffende nieuwe systemen worden uitgevoerd?*

Op basis van de beschrijving van de geselecteerde nieuwe systemen en de indeling van verkeerskundige maatregelen in het document Operationeel Verkeersmanagement [42], is een inschatting gemaakt van verkeerskundige maatregelen die in de toekomst ook met de nieuwe systemen kunnen worden uitgevoerd. De resultaten staan vermeld in tabel 6.4.

Tabel 6.4: Aanvullende verkeerskundige maatregelen die met de geselecteerde nieuwe systemen kunnen worden uitgevoerd

Nieuw systeem	Aanvullende verkeerskundige maatregel ¹⁶	Service	Netwerkservice
Routenavigatie met RDS/TMC	Route-advies	Routekeuze beïnvloeden	Beïnvloeden verkeersstromen
	Route-informatie	Routekeuze beïnvloeden	Beïnvloeden verkeersstromen
Online routenavigatie	Route-advies	Routekeuze beïnvloeden	Beïnvloeden verkeersstromen
	Route-informatie	Routekeuze beïnvloeden	Beïnvloeden verkeersstromen
Cooperative Traveller Assistant (CTA)	Route-advies	Routekeuze beïnvloeden	Beïnvloeden verkeersstromen
Verkeersinformatie	Route-advies	Routekeuze beïnvloeden	Beïnvloeden verkeersstromen
	Route-informatie	Routekeuze beïnvloeden	Beïnvloeden verkeersstromen
	Verkeersinformatie (regio/land)	Verkeersvraag beïnvloeden	Beïnvloeden verkeersvraag
	Verkeerswaarschuwing	Routekeuze beïnvloeden	Beïnvloeden verkeersstromen
	Verkeerswaarschuwing	Aandacht verhogen	Beïnvloeden gedrag
	Weerwaarschuwing	Aandacht verhogen	Beïnvloeden gedrag
In-car Traffic Management (IcTM)	Dynamische snelheidsaanduiding	Snelheid beïnvloeden	Beïnvloeden doorstroming
	Dynamisch inhaalverbod vrachtverkeer	Rust in verkeer vergroten	Beïnvloeden doorstroming
	Dynamische bewegwijzering	Ontvlechten van verkeer faciliteren	Beïnvloeden doorstroming
	Afritafsluiting	Verkeer omleiden	Beïnvloeden verkeersvraag
	Kruispuntregeling & coördinatie	Instream/uitstroom optimaliseren	Beïnvloeden verkeersvraag
	Snelheidsadvies + kruispuntregeling	Capaciteit bottleneck maximaliseren	Beïnvloeden capaciteit
	Rijstrookafzetting	Capaciteit herverdelen	Beïnvloeden capaciteit
	Laterale beveiliging	Botskans verkleinen	Beïnvloeden ongevalsrisico

¹⁶ Voor de nieuwe systemen Adaptive Cruise Control en Safe Lane Change Manoeuvres geldt dat niet alle verkeerskundige maatregelen die vermeld staan in het document Operationeel Verkeersmanagement [42] aansluiten bij de werking van ACC. Op basis van de gevonden literatuur is geconcludeerd dat deze systemen wel een bijdrage kunnen leveren aan een aantal (netwerk)services.

Nieuw systeem	Aanvullende verkeerskundige maatregel ¹⁶	Service	Netwerkservice
	Snelheidsbeperking	Effect verkleinen	Beïnvloeden ongevalsrisico
Adaptive Cruise Control (ACC)	Longitudinale beveiliging	Botskans verkleinen	Beïnvloeden ongevalsrisico
	-	Rijtaak ondersteunen	Beïnvloeden gedrag
	-	Rust in verkeer vergroten	Beïnvloeden doorstroming
Safe Lane Change Moeuvres	Laterale beveiliging	Botskans verkleinen	Beïnvloeden ongevalsrisico
	Longitudinale beveiliging	Botskans verkleinen	Beïnvloeden ongevalsrisico
	-	Rust in verkeer vergroten	Beïnvloeden doorstroming

7 Dynamische route-informatiepanelen (DRIPs)

In dit hoofdstuk wordt de 'systeem-functie-systeem matrix' ingevuld voor het wegkantsysteem dynamische route-informatiepaneel (DRIP).

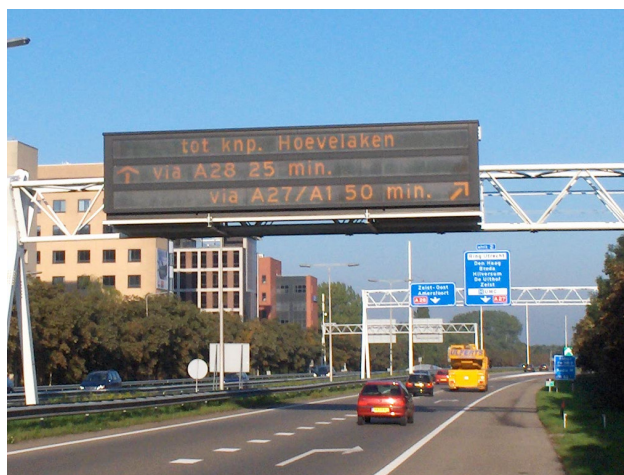
7.1 Stap 1: beschrijving DRIPs

Een dynamisch route-informatiepaneel (DRIP) is een informatiepaneel boven de weg met als primaire functie weggebruikers te informeren, te adviseren en te waarschuwen met behulp van uniforme en eenduidige teksten [16]. Doel van een DRIP is de verdeling van de verkeersstromen op het netwerk te optimaliseren, de congestiekans te verkleinen en het reiscomfort van weggebruikers te verhogen.

In Nederland zijn er veel soorten dynamische informatieborden in gebruik, zoals [50]:

- drieregelige tekst DRIPs boven de weg;
- bermDRIPs, vrij programmeerbare grafische panelen, beschikbaar in drie standaardafmetingen;
- zogenaamde "Brabantse bermDRIPs", niet volledig vrij programmeerbare bermDRIPs, bestaande uit vijf tekstregels en de mogelijkheid om één RVV-teken af te beelden;
- AutoDRIPs, informatiepanelen gemonteerd op de pick-ups van RWS weginspecteurs;
- Tekstwagens of informatiewagens.

Dit hoofdstuk richt zich op de drieregelige tekst DRIP, zoals afgebeeld in figuur 7.1. Hoofdstuk 8 bevat de uitwerking van de meest gangbare vormen van bermDRIPs.



Figuur 7.1: foto van een DRIP bij knooppunt Rijnsweerd (A27/A28)

De drieregelige tekst DRIP bestaat uit een zwart beeldvlak van 2,36 x 10,20 meter. Het beeldvlak kan drie regels tekst tonen met een tekstregelhoogte van 480 mm, een letterhoogte van 350 mm, met een tekstkleur van geel of wit. Binnen deze maatvoering moet het beeldvlak zoveel mogelijk tekens kunnen tonen conform het ANWB-Ee alfabet [51].

Communicatie tussen de DRIP en de verkeerscentrale vindt plaats middels het Centraal DRIP Management Systeem (CDMS), via het landelijk datacommunicatie netwerk ten behoeve van dynamisch verkeersmanagement (VICnet).

DRIPs worden gebruikt voor [50]:

- Dynamisch verkeersinformatie (reistijd of doorstroming);
- Werk in uitvoering;
- Onvoorziene gebeurtenissen;
- Evenementen en andere bijzondere gebeurtenissen;
- Ondersteuning verkeersmaatregelen;
- Motto's.

Het zwaartepunt van het gebruik van drieregelige tekst DRIPs ligt op het tonen van dynamische verkeersinformatie. Op verzoek van de minister van Verkeer en Waterstaat worden gedurende het jaar 2010 het merendeel van de DRIPs op het hoofdwegennet die dynamische informatie tonen overgeschakeld naar de situatie waarbij uitsluitend reistijden worden getoond.

Daarnaast worden de DRIPs ingezet voor het tonen andere boodschappen. Ze tonen, wanneer er buiten de spits geen files te melden zijn, vaak mottoteksten. DRIPs staan normaliter dan ook nooit "uit" [50].

In het CDMS is de prioriteit van elke soort boodschap vastgelegd. De boodschap met de hoogste prioriteit 'wint' en wordt op de DRIP getoond. Handteksten hebben altijd de hoogste prioriteit, gevolgd door stremmingsteksten, urgente Werk in Uitvoering boodschappen en daarna geautomatiseerde dynamische verkeersinformatie [50].

7.2 Stap 2: Vaststellen functionaliteit van DRIPs

In stap 2 wordt de functionaliteit van DRIPs bepaald. De nadruk ligt daarbij op de verkeerskundige maatregelen die Rijkswaterstaat momenteel uitvoert met DRIPs en de functies die daarbij worden gebruikt voor beïnvloeding van het verkeer.

Op basis van het document Richtlijn informatievoorziening op (berm)DRIPs [50] en de indeling van verkeerskundige maatregelen in het document Operationeel Verkeersmanagement [42] zijn in tabel 5.1 de (netwerk)services, verkeerskundige maatregelen en functies van DRIPs weergegeven. Voor de benaming van de verkeerskundige maatregelen is de indeling aangehouden zoals die in de Richtlijn informatievoorziening op (berm)DRIPs wordt gebruikt. In een voetnoot is aangegeven welke verkeerskundige maatregelen in het document Operationeel Verkeersmanagement daarbij aansluiten.

Tabel 7.1: Uitwerking functionaliteit drieregelige tekst DRIPs

Netwerkservice	Service	Verkeerskundige maatregel	Functie
Beïnvloeden verkeersstromen	Routekeuze beïnvloeden	Dynamische geautomatiseerde verkeersinformatie ¹⁷	<ul style="list-style-type: none"> • Informeren
Beïnvloeden verkeersstromen	Routekeuze beïnvloeden	Werk in Uitvoering ¹⁸	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren
Beïnvloeden verkeersvraag	Verkeersvraag beïnvloeden	Vooraankondiging Werk in Uitvoering ¹⁹	<ul style="list-style-type: none"> • Waarschuwen • Adviseren • Informeren
Beïnvloeden verkeersstromen	Routekeuze beïnvloeden	Evenementen en andere bijzondere gebeurtenissen ²⁰	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren
Beïnvloeden verkeersvraag	Verkeersvraag beïnvloeden	Vooraankondiging, evenementen en andere bijzondere gebeurtenissen ²¹	<ul style="list-style-type: none"> • Waarschuwen • Adviseren • Informeren
Beïnvloeden verkeersstromen	Routekeuze beïnvloeden	Ondersteuning van verkeersmaatregelen ²²	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren
Beïnvloeden verkeersstromen	Routekeuze beïnvloeden	Onvoorziene gebeurtenissen ²³	<ul style="list-style-type: none"> • Waarschuwen • Adviseren • Informeren
Beïnvloeden gedrag	Attitude beïnvloeden	Motto's ²⁴	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren

Op de volgende pagina worden de verkeerskundige maatregelen beknopt toegelicht.

Dynamische geautomatiseerde verkeersinformatie

Automatische, op grond van ingewonnen verkeersinformatie, door het besturingssysteem gegenereerde dynamische verkeersinformatie. De maximale reikwijdte van de verkeersinformatie bedraagt 50 kilometer vanaf de DRIP.

¹⁷ In het document Operationeel Verkeersmanagement (OVM) wordt deze maatregel aangeduid als "Route-informatie" [42]

¹⁸ In het OVM wordt deze maatregel aangeduid als "Route-advies"

¹⁹ In het OVM wordt deze maatregel aangeduid als "Verkeersinformatie (regio/land)"

²⁰ In het OVM wordt deze maatregel aangeduid als "Route-advies"

²¹ In het OVM wordt deze maatregel aangeduid als "Verkeersinformatie (regio/land)"

²² In het OVM wordt deze maatregel aangeduid als "Route-advies"

²³ In het OVM wordt deze maatregel aangeduid als "Verkeerswaarschuwing"

²⁴ In het OVM wordt deze maatregel aangeduid als "Attitude-advies"

Werk in Uitvoering

Bedoeld voor situaties waarin de rijbaan als gevolg van werkzaamheden geheel of gedeeltelijk dicht is, inclusief een eventueel daarbij behorende omleiding. Hieronder vallen ook vooraankondigingen van werk in uitvoering.

Evenementen en andere bijzondere gebeurtenissen

Bedoeld voor verwachte gebeurtenissen, anders dan wegwerkzaamheden zoals (vooraankondigingen voor) evenementen, brugopeningen, adviezen t.a.v. parkeren, P+R, etc.

Ondersteuning van verkeersmaatregelen

Gericht op het begeleiden en/of toelichten van DVM maatregelen waar de weggebruiker mee wordt geconfronteerd, zoals bijvoorbeeld blokrijden.

Onvoorziene gebeurtenissen

Bedoeld voor situaties waarin de rijbaan als gevolg van de onvoorziene gebeurtenis geheel of gedeeltelijk dicht is, inclusief een eventueel daarbij behorende omleiding.

Motto's

Dit zijn in de meeste gevallen teksten gerelateerd aan verkeersveiligheids-campagnes.

Uit tabel 7.1 blijkt dat DRIPs voor de beïnvloeding van de weggebruiker bij de verkeerskundige maatregelen gebruik maken van de functies informeren, adviseren en waarschuwen.

Het gebruik van DRIPs voor vooraankondigingen van geplande gebeurtenissen, zoals WiU en evenementen, wordt in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten. Het betreft in deze gevallen niet-actuele verkeerssituaties, die niet noodzakelijkerwijs met behulp van een dynamisch informatiepaneel getoond hoeven te worden.

Ook de inzet van DRIPs voor de ondersteuning van verkeersmaatregelen wordt in het vervolg van dit onderzoek buiten beschouwing gelaten. De DRIPs maken voor deze verkeerskundige maatregel onderdeel uit van een set van gecoördineerd ingezette verkeerskundige maatregelen en systemen (scenario's).

De inzet van DRIPs voor de verkeerskundige maatregel "Motto's" wordt wel beknopt meegenomen. Buiten spitsperioden wordt deze maatregel namelijk veelvuldig uitgevoerd met DRIPs.

7.3 Stap 3: vaststellen penetratiegraden

Op het Nederlandse HWN zijn op dit moment 118 DRIPs geplaatst [30]. Uit tabel 7.2 kan worden opgemaakt dat het zwaartepunt van het aantal DRIP's in de Randstad ligt. De penetratiegraad ligt buiten de Randstad aanzienlijk lager.

Tabel 7.2: Bestaande DRIPs [30]

RWS onderdeel	Aantal DRIPs per onderdeel
RWS IJG	1
RWS LB	0
RWS NB	7
RWS NH	35
RWS NN	2
RWS ON	10
RWS UT	16
RWS ZH	47
RWS ZL	0
RWS totaal	118

Volgens de richtlijn voor plaatsbepaling van DRIPs [8] worden de panelen in principe alleen direct stroomopwaarts aan een keuzepunt geplaatst. Voor HWN geldt dat de maximale afstand tussen een DRIP en de eerste vooraankondiging van het bijbehorende keuzepunt bij voorkeur minimaal 300 en maximaal 900 meter bedraagt. Dit impliceert dat DRIPs op het HWN minimaal 1.500 meter en maximaal 2.100 meter voor een knooppunt of uitvoegstrook worden geplaatst. In specifieke gevallen wordt soms afgeweken van deze richtlijn, bijvoorbeeld als gevolg van beperkingen vanuit de configuratie van de fysieke infrastructuur. In een aantal gevallen zijn DRIPs ook geplaatst aan het begin van een wegvak. Een voorbeeld hiervan is een DRIP op de A13 die actuele reistijdinformatie geeft.

7.4 Stap 4: vaststellen kwaliteiten van DRIPs

1. Bereik

Geografisch bereik:

Het geografisch bereik van een DRIP is afhankelijk van de verkeerskundige maatregel waarvoor de DRIP wordt ingezet. Voor de maatregel "Dynamische geautomatiseerde verkeersinformatie" (primaire doel van een DRIP) geldt dat de getoonde informatie alleen betrekking mag hebben op een weggedeelte waarvan het einde niet verder dan 50 kilometer verwijderd is van de DRIP. Een uitzondering op deze regel geldt voor boodschappen in het kader van omleidingsroutes of Cross Border Management [50]. Uitgaande van 118 DRIPs met gemiddeld twee wegvakken van 50 kilometer per keuzepunt, is het absolute bereik van deze maatregel maximaal 1.180 kilometer.

Rijkswaterstaat heeft op dit moment 3.060 kilometer autosnelweg in beheer [30]. In relatieve zin bedraagt het bereik van deze maatregel met behulp van DRIPs maximaal 38 procent van het Nederlandse autosnelwegennet²⁵.

Voor de overige verkeerskundige maatregelen waarvoor een DRIP wordt ingezet, is het bereik niet eenduidig vast te stellen. De inzet is in die gevallen zeer locatie- en situatiespecifiek.

²⁵ Bij deze berekening is geen rekening gehouden met eventuele overlap van DRIPs die op een onderlinge afstand van minder dan 50 kilometer zijn geplaatst

Doelgroep:

In algemene zin geldt dat circa 99 procent van de weggebruikers bekend is met het bestaan van DRIPs [2, 12, 53].

De primaire doelgroep is afhankelijk van de verkeerskundige maatregel waarvoor de DRIP wordt ingezet. In de literatuur is geen informatie gevonden over de doelgroep van de verkeerskundige maatregelen. Daarom is op basis van de uitkomsten van de interne bijeenkomst en eigen inschatting in tabel 7.3 de voornaamste doelgroep per verkeerskundige maatregel weergegeven. Wanneer er in de tabel specifieke doelgroepen benoemd worden, betekent dit niet per definitie dat de maatregel niet voor andere doelgroepen bedoeld is, maar wel dat de nadruk op deze doelgroep ligt.

Tabel 7.3: doelgroep van DRIPs per verkeerskundige maatregel

Verkeerskundige maatregel	Reismotief	Voertuigcategorie	Type weggebruiker
Dynamische geautomatiseerde verkeersinformatie	Alle	Alle	Lokaal bekende weggebruiker
Werk in Uitvoering	Alle	Alle	Alle
Evenementen en andere bijzondere gebeurtenissen	Sociaal-recreatief	Personenauto's Motoren Bussen	Lokaal onbekende weggebruiker
Onvoorziene gebeurtenissen	Alle	Alle	Alle
Motto's	Sociaal-recreatief Zakelijk	Alle	Alle

2. Beschikbaarheid

Voor de bepaling van de beschikbaarheid van een DRIP wordt een onderscheid gemaakt in de beschikbaarheid van het wegkantstelsel als geheel en de beschikbaarheid om de, in stap 2 geïdentificeerde, verkeerskundige maatregelen uit te voeren met behulp van het wegkantstelsel. Met behulp van één DRIP kunnen de maatregelen immers niet tegelijkertijd worden uitgevoerd.

De beschikbaarheid van een DRIP is geformuleerd als de fractie van een totale periode waarin het wegkantstelsel op correcte wijze zonder functieverlies werkt. Voor DRIPs wordt gesteld dat de beschikbaarheid en betrouwbaarheid van het wegkantstelsel gebaseerd moet zijn op een onderhoudsvrije periode van minimaal vijf jaar, waarbij gerekend moet worden dat over die vijf jaar het prestatiesysteem 100 procent van de tijd in gebruik is met 100 procent betrouwbaarheid [51].

In het CDMS kan voor elke soort boodschap een prioriteit worden vastgelegd. De boodschap met de "hoogste" prioriteit wint het, en wordt getoond, in het geval er tegelijkertijd meerdere wensen voor het tonen van een afbeelding op een (berm)DRIP bestaan. Op deze manier wordt bijvoorbeeld bereikt dat een mottotekst alleen verschijnt als er geen handtekst gewenst is en er ook geen file te melden is.

Handteksten zullen altijd de hoogste prioriteit hebben, gevolgd door stremmingsteksten, urgente Werk in Uitvoering boodschappen en daarna reistijden filemeldingen [50].

3. Nauwkeurigheid

De nauwkeurigheid is in dit onderzoek geformuleerd als de foutenmarge die geldt bij het uitvoeren van de verkeerskundige maatregel.

De nauwkeurigheid van een DRIP heeft met name betrekking op de nauwkeurigheid van de teksten die op de informatiepanelen worden getoond. Voor handmatig ingevoerde teksten is het lastig om de nauwkeurigheid te bepalen, deze zijn vaak locatie- en situatiespecifiek. Voor de geautomatiseerde dynamische reistijd-informatie is de nauwkeurigheid wel van belang.

Vooruitlopend op de landelijke introductie van het tonen van reistijd-informatie in plaats van filelengte-informatie, is er in de regio Utrecht sinds langere tijd een proef uitgevoerd op het traject tussen Utrecht en Amersfoort (rijdend via de A28, of via A27/A1). Voor het tonen van de reistijd-informatie is destijds een systeem (RUTH) ontwikkeld om de rijtijden te kunnen schatten. RUTH werkt volgens een regelconcept dat op zijn beurt weer gebruik maakt van een algoritme (Astrid RT) dat de rijtijd schat over korte wegvakken.

In 2001 is aan de hand van veldmetingen een validatie-onderzoek uitgevoerd, waarbij is beoordeeld of de door het DRIP-systeem berekende reistijden overeenkwamen met de werkelijke reistijden [52]. Uitkomst van het onderzoek is dat de berekende rijtijden zowel in de reguliere- als in de incidentsituaties voldoende overeenkwamen met de daadwerkelijke rijtijden. In de reguliere situaties bedroeg de standaardfout over de gehele range 4 minuten. In incidentsituaties werd de discrepantie tussen de DRIP-tijd en de daadwerkelijke rijtijd al snel groter, maar door zowel grote DRIP-tijden als daadwerkelijke rijtijden bleven ze voor de weggebruiker wel geloofwaardig. De enige situaties waarin voor de weggebruiker misleidend grote afwijkingen voorkwamen waren de momenten dat de weggebruiker de DRIP al gepasseerd was, en er vervolgens een ongeval gebeurde op het vervoltraject. Deze weggebruikers kregen op de DRIP een rijtijd te zien die absoluut niet klopte. Dergelijke overgangsmomenten vallen echter nooit te voorkomen [52].

7.5 Stap 5: Selectie nieuwe systemen per verkeerskundige maatregel

In stap 5 wordt geïnventariseerd welke nieuwe systemen de (netwerk)services en verkeerskundige maatregelen van een DRIP in de toekomst kunnen overnemen. We richten ons hierbij vooral op de overname van de verkeerskundige maatregelen.

Toepassing van 'de plaat' van DAWEG Fase 1 leidt voor het wegkantsysteem DRIP tot de 'systeem-maatregel-systeem matrix' zoals die in tabel 7.4 is weergegeven.

Tabel 7.4: 'systeem-maatregel-systeem matrix' voor drieregelige tekst DRIPs

System	Netwerkservice	Service	Verkeerskundige maatregel	Functie	System	Functie
DRIP	Beïnvloeden verkeersstromen	Routekeuze beïnvloeden	Dynamische geautomatiseerde verkeersinformatie	<ul style="list-style-type: none"> • Informeren 	Verkeersinformatie	<ul style="list-style-type: none"> • Informeren
					Routenavigatie met RDS/TMC	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren
					Online routenavigatie	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren
					Cooperative Traveller Assistent	<ul style="list-style-type: none"> • Informeren
	Beïnvloeden verkeersstromen	Routekeuze beïnvloeden	Werk in Uitvoering	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren 	Routenavigatie met RDS/TMC	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren
					Online routenavigatie	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren
					Cooperative Traveller Assistent	<ul style="list-style-type: none"> • Informeren
					Verkeersinformatie	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren
	Beïnvloeden verkeersstromen	Routekeuze beïnvloeden	Evenementen en andere bijzondere gebeurtenissen	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren 	Routenavigatie met RDS/TMC	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren
					Online routenavigatie	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren
					Cooperative Traveller Assistent	<ul style="list-style-type: none"> • Informeren
					Verkeersinformatie	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren
	Beïnvloeden verkeersstromen	Routekeuze beïnvloeden	Onvoorziene gebeurtenissen	<ul style="list-style-type: none"> • Waarschuwen • Adviseren • Informeren 	Routenavigatie met RDS/TMC	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren
					Online routenavigatie	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren
					Cooperative Traveller Assistent	<ul style="list-style-type: none"> • Informeren
	Beïnvloeden gedrag	Attitude beïnvloeden	Motto's	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren 	Verkeersinformatie	<ul style="list-style-type: none"> • Informeren

Verkeersinformatie

Verkeersinformatie is informatie over de toestand op de wegen. De informatie kan gaan over files, vertragingen, weersomstandigheden, omleidingen en incidenten. Verkeersinformatie kan via verschillende bronnen (service providers) bij de weggebruiker terecht komen. Sinds 1960 is verkeersinformatie via de radio te horen. Tegenwoordig is de informatie ook via diverse andere bronnen beschikbaar, zoals teletekst, internet en televisie [14]. Met betrekking tot dit onderzoek is er een belangrijk onderscheid in deze bronnen te maken: een aantal bronnen, zoals televisie en teletekst, informeren de weggebruiker voorafgaand aan de reis, terwijl andere bronnen de weggebruiker vooral onderweg informeren. Aangezien een DRIP tot doel heeft om de weggebruiker onderweg te beïnvloeden, wordt voor dit onderzoek alleen ingezoomd op verkeersinformatie via de radio. Verkeersinformatie via overige bronnen is buiten beschouwing gelaten.

Routenavigatie met RDS/TMC

Het Traffic Message Channel (ofwel TMC) is een radiosignaal dat kan worden meegezonden door gebruik te maken van het Radio Data Systeem (ofwel RDC). Navigatiesystemen die zijn uitgerust met RDS/TMC-ontvangst, kunnen deze meldingen tijdens het autorijden aan de bestuurder doorgeven, door middel van een tekst op een display, een icoon op de kaart of een gesproken bericht. Bij navigatiesystemen worden alleen berichten over de gekozen route weergegeven. Verder is RDS/TMC taalafhankelijk. Voor buitenlandse automobilisten is het mogelijk om de actuele Nederlandse verkeersinformatie in ondermeer Duits, Engels en Frans op het informatiesysteem te ontvangen.

Routenavigatie met RDS/TMC is op de markt sinds 2000 [14]. Over de huidige penetratiegraad van het systeem is geen specifieke informatie gevonden. Wel is in het kader van DAWEG Fase 2 verondersteld dat medio 2009 circa 30 procent van de weggebruikers over een dergelijk systeem beschikt.

Online routenavigatie

Online routenavigatie is een intelligent routenavigatiesysteem, waarbij het advies is gebaseerd op basis van actuele verkeersgegevens. Onderscheid tussen routenavigatie met RDS/TMC en online routenavigatie is dat routenavigatie met RDS/TMC vooralsnog alleen gebruik maakt van gegevens van het HWN. Online routenavigatiesystemen, zoals een TomTom met Hd Traffic, maakt op dit moment ook al gebruik van gegevens van het OWN, zij het in beperkte mate.

Cooperative Traveller Assistent

Cooperative Traveller Assistent (CTA) is een systeem dat informatie over de verkeerssituatie stroomafwaarts afstemt op de bestuurder. CTA ondersteunt de bestuurder gedurende de reis bij routekeuzes en planning [10].

7.6

Stap 6: Verkeerskundige redenering overname functionaliteit

Aan de hand van de ingevulde 'systeem-maatregel-systeem matrix' worden tot slot voor het wegkantsysteem DRIP de drie onderzoeksvragen beantwoord.

- 1. Hoe en wanneer kunnen nieuwe systemen de verkeerskundige maatregelen van een DRIP in de toekomst met dezelfde kwaliteit overnemen? En welke functies worden dan gebruikt om het verkeer te beïnvloeden?*

Overname verkeerskundige maatregel "Dynamische geautomatiseerde verkeersinformatie"

- Een DRIP informeert passerende weggebruikers op één vaste plek stroomopwaarts aan een keuzepunt (in de regel 1.500 tot 2.100 meter voor een knooppunt of uitvoegstrook) over de reistijd op één of meerdere trajecten stroomafwaarts aan het keuzepunt.
- Aan de hand van 'de plaat' van DAWEG Fase 1 zijn er in stap 5 een aantal systemen geïdentificeerd die deze verkeerskundige maatregel op termijn kunnen overnemen, te weten: verkeersinformatie die onderweg aan de gebruiker wordt verstrekt via de radio, een routenavigatiesysteem met RDS/TMC, online routenavigatiesysteem en Cooperative Traveller Assistent (CTC).
- Uit diverse evaluatieonderzoeken blijkt dat 99 procent van de weggebruikers op de hoogte is van de aanwezigheid van DRIPs op specifieke locaties [2, 12, 53]. Ook blijkt uit deze evaluatieonderzoeken dat als weggebruikers in *algemene* zin ("één of meerdere keren per week/maand") wordt gevraagd of ze de getoonde informatie op een DRIP hebben gezien, dat dit door 92-99 procent van de weggebruikers wordt bevestigd [2, 12, 53]. Door allerlei oorzaken (zoals afleiding tijdens een inhaalbeweging, afscherming door een vrachtwagen e.d.), wordt de informatie op de DRIPs op *specifieke* momenten wel eens gemist. Uit een literatuurinventarisatie blijkt dat er weinig onderzoek is uitgevoerd naar de zichtbaarheid van DRIPs in specifieke situaties. De evaluatie van het investeringsprogramma No Regret, waarbij een omvangrijk belevingsonderzoek is uitgevoerd naar de zichtbaarheid van bermDRIPs, is het enige bekende onderzoek naar het effect en van getoonde route-informatie op specifieke momenten. Voor een aantal bermDRIPs bleek de zichtbaarheid in specifieke situaties op circa 69 procent te liggen [12]. Aangezien een DRIP die boven de rijbaan hangt over het algemeen een betere zichtbaarheid heeft dan een bermDRIP die naast de rijbaan staat, wordt voor dit onderzoek aangenomen dat route-informatie op DRIPs op specifieke momenten door circa **75** procent van de passerende weggebruikers wordt gezien.
- Dit betekent dat op het moment dat bovengenoemde nieuwe systemen 75 procent van de passerende weggebruikers bereiken met specifieke route-informatie, de verkeerskundige maatregel met dezelfde kwaliteit kan worden overgenomen.
- In de literatuur zijn over de nieuwe systemen de volgende gegevens gevonden:
 - Verkeersinformatie onderweg: in de literatuur wordt verondersteld dat 98 procent van de weggebruikers tegenwoordig de beschikking heeft over een autoradio [12]. In nieuwe auto's is een autoradio nagenoeg standaard ingebouwd. Uit het evaluatieonderzoek van No Regret blijkt dat 80 procent van de weggebruikers gedurende de reis de verkeersinformatie op de radio hoort. Verkeersinformatie via de radio heeft echter een aantal beperkende factoren. Zo moet de informatie op het juiste moment worden verstrekt. Ook moet alle voor de weggebruiker gewenste informatie worden verstrekt. In de praktijk is dit lang niet altijd het geval. Zo wordt tijdens de spitsperiodes vaak volstaan met twee tot vier keer per uur een opsomming van de voornaamste en opvallende files. Gezien deze beperkende factoren wordt in dit onderzoek aangenomen dat over het algemeen **35** procent van de weggebruikers de gewenste route-informatie voor het passeren van het keuzepunt via de radio ontvangt. Verder wordt verondersteld dat dit percentage constant is in de tijd.

- Routenavigatiesystemen met RDS/TMC zijn sinds 2000 op de markt [14]. Over de huidige penetratiegraad van het systeem is in de literatuur geen informatie gevonden. Wel is het in DAWEG Fase 2 verondersteld dat medio 2009 circa **30** procent van de weggebruikers over een dergelijk systeem beschikt. Verondersteld wordt dat bezitters het systeem in circa **80** procent van de tijd daadwerkelijk het navigatiesysteem aan heeft staan. Aangezien de informatie via dit systeem op elk moment opvraagbaar (in tegenstelling tot een DRIP die de informatie slechts op één vaste locatie verstrekt), wordt op basis van bovenstaande gegevens verondersteld dat op dit moment **25** procent van de weggebruikers de gewenste route-informatie voor het passeren van het keuzepunt ontvangt.
- Online routenavigatiesystemen zijn sinds circa 2008 op de markt verkrijgbaar [10]. Over de huidige penetratiegraad van dit systeem is in de literatuur geen informatie gevonden. Geschat wordt dat de penetratiegraad van dit systeem medio 2010 op circa **5** procent ligt.
- Cooperative Traveller Assistent (CTA) is vanaf circa 2017 commercieel verkrijgbaar. Tot die tijd hoeft met dit systeem geen rekening te worden gehouden voor de overname van de verkeerskundige maatregel "route-informatie".
- Cumulatief ontvangt op dit moment circa **53** procent van de weggebruikers de gewenste route-informatie voor het passeren van het keuzepunt via de nieuwe systemen.²⁶

Conclusie: DRIPs kunnen de verkeerskundige maatregel "Dynamische geautomatiseerde verkeersinformatie" op dit moment met een betere kwaliteit uitvoeren (75 versus 53 procent). Uitgaande van een stijgende penetratiegraad van intelligente navigatiesystemen zal de komende jaren wel een omslagpunt worden bereikt, waarbij de nieuwe systemen de verkeerskundige maatregel met dezelfde kwaliteit uitvoeren. Berekening leert dat het omslagpunt ligt bij een penetratiegraad van circa 75 procent van de intelligente navigatiesystemen (navigatie met RDS/TMC en online routenavigatie). Als de verkoop van deze navigatiesystemen de komende jaren zich in dezelfde trend voortzet, zou dit vanaf circa 2015-2016 het geval kunnen zijn.

Overname verkeerskundige maatregel "Werk in Uitvoering"

- In situaties waarbij een rijbaan als gevolg van werkzaamheden geheel of gedeeltelijk dicht is, geeft een DRIP passerende weggebruikers op één vaste plek stroomopwaarts aan een keuzepunt een advies over de te volgen omleidingsroute.
- Aan de hand van 'de plaat' van DAWEG Fase 1 zijn er in stap 5 een aantal systemen geïdentificeerd die deze verkeerskundige maatregel op termijn kunnen overnemen, te weten: verkeersinformatie die onderweg aan de gebruiker wordt verstrekt via de radio, een routenavigatiesysteem met RDS/TMC, online routenavigatiesysteem en Cooperative Traveller Assistent (CTC).
- Het opvolgingspercentage van een route-advies bij WiU op DRIPs is afhankelijk van vele factoren, zoals de ernst van de stremming, het aantal beschikbare

²⁶ 53 procent = 35 procent via verkeersinformatie op de radio + (25 procent via navigatie met RDS/TMC *65) + (5 procent via online routenavigatie*49)

alternatieve routes, de omrijfactor van de alternatieve routes, etcetera. In beschikbare evaluatierapporten is een spreiding gevonden in het opvolgingspercentage van 2 tot bijna 100 procent (bij een gehele stremming en slechts één alternatieve route) [12]. In het recente evaluatieonderzoek van No Regret is bij de wegwerkzaamheden eind 2009 op de A32 een opvolgingspercentage van het route-advies op een bermDRIP van 36 procent gemeten [12].

- Voor de overname van de verkeerskundige maatregel "Werk in Uitvoering" betekent dit dat het niet eenvoudig is om te bepalen op welk moment de hierboven genoemde nieuwe systemen, de maatregel met dezelfde kwaliteit kunnen overnemen. Bij lage opvolgingspercentages van het route-advies op DRIPs kan dit al bij lage penetratiegraden van de nieuwe systemen het geval zijn, bij hoge opvolgingspercentages van het route-advies op DRIPs zal dit mogelijk pas bij hele hoge penetratiegraden van de nieuwe systemen het geval zijn. Daarnaast houden navigatiesystemen met RDS/TMC en online routenavigatiesystemen bij het verstrekken van het route-advies op dit moment nog geen/onvoldoende rekening moet tijdelijke stremmingen van wegvakken als gevolg van wegwerkzaamheden.

Conclusie: de verkeerskundige maatregel "Werk in Uitvoering" die momenteel met een DRIP wordt uitgevoerd kan op dit moment nog niet in alle gevallen door nieuwe systemen worden overgenomen. Binnen de beschouwde periode tot 2020 zal dit naar verwachting ook niet voor alle wegwerkzaamheden het geval zijn.

Overname verkeerskundige maatregel "Evenementen en andere bijzondere gebeurtenissen"

- Bij geplande gebeurtenissen anders dan wegwerkzaamheden, zoals evenementen, geeft een DRIP passerende weggebruikers op één vaste plek stroomopwaarts aan een keuzepunt een route-advies.
- Aan de hand van 'de plaat' van DAWEG Fase 1 zijn er in stap 5 een aantal systemen geïdentificeerd die deze verkeerskundige maatregel op termijn kunnen overnemen, te weten: verkeersinformatie die onderweg aan de gebruiker wordt verstrekt via de radio, een routenavigatiesysteem met RDS/TMC, online routenavigatiesysteem en Cooperative Traveller Assistent (CTC).
- Het opvolgingspercentage van een route-advies bij evenementen en andere bijzondere gebeurtenissen is afhankelijk van vele factoren, zoals de omvang van het evenement, het aantal alternatieve routes om het evenement te bereiken, de locatie en aanwezigheid van parkeervoorzieningen, etcetera.
- In de beschikbare literatuur zijn weinig onderzoeken gevonden over het effect en de beleving van deze verkeerskundige maatregel. Het recente evaluatieonderzoek van No Regret is wederom het enige bekende onderzoek. In november 2009 zijn drie evenementen in Ahoy geëvalueerd, waarbij de bermDRIPs rondom Rotterdam een route-advies richting de Ahoy toonden (de Europort beurs, een concert van Pearl Jam en een concert van Anouk). Afhankelijk van de locatie van de bermDRIP op de Ruit van Rotterdam bedroeg het opvolgingspercentage van het route-advies tussen de 2 en 82 procent [12]. Uit het belevingsonderzoek bleek dat 91 procent van de respondenten het getoonde route-advies op de bermDRIP hebben gezien en daarvan heeft 52 procent zijn/haar route aangepast vanwege het verstrekte route-advies. Dit betekent dat circa 48 procent van de bezoekers van de evenementen in de Ahoy

het route-advies heeft opgevolgd²⁷. In vergelijking tot opvolgingspercentages van andere route-adviezen is dit een redelijk hoog percentage. Mogelijk kan dit verklaard worden door het feit dat bezoekers van een evenement doorgaans lokaal minder goed bekend zijn, waardoor ze snel geneigd zijn om het route-advies op te volgen.

- Gezien de grote spreiding in het opvolgingspercentage (2 tot 82 procent), is het voor de overname van de verkeerskundige maatregel "Evenementen en andere bijzondere gebeurtenissen" niet eenvoudig om te bepalen op welk moment de hierboven genoemde nieuwe systemen, de maatregel met dezelfde kwaliteit kunnen overnemen. Voor het specifieke voorbeeld van de evenementen in de Ahoy kan wel een inschatting worden gegeven:
 - Verkeersinformatie onderweg: Bij grote evenementen in de Ahoy wordt via de verkeersinformatie op de radio regelmatig een route-advies gegeven, bij kleinere of regelmatig terugkerende evenementen is dit minder het geval. Verder heeft deze vorm een aantal beperkende factoren. Zo moet het route-advies op het juiste moment worden gegeven en moet het voor alle bezoekers relevant zijn. Gezien deze beperkingen wordt in dit onderzoek aangenomen dat over het algemeen **10** procent van de bezoekers van een evenement in de Ahoy het gewenste route-advies via de verkeersinformatie op de radio ontvangt en opvolgt voor het passeren van het keuzepunt. Verder wordt verondersteld dat dit percentage constant is in de tijd.
 - Routenavigatiesystemen met RDS/TMC zijn sinds 2000 op de markt [14]. Over de huidige penetratiegraad van het systeem is in de literatuur geen informatie gevonden. Wel is het in DAWEG Fase 2 verondersteld dat medio 2009 circa 30 procent van de weggebruikers over een dergelijk systeem beschikt. Verondersteld wordt dat bezitters het systeem bij bezoek aan een evenement in circa **80** procent van de tijd daadwerkelijk het navigatiesysteem aan heeft staan. Aangezien de informatie via dit systeem op elk moment opvraagbaar (in tegenstelling tot een DRIP die de informatie slechts op één vaste locatie verstrekt), wordt op basis van bovenstaande gegevens verondersteld dat op dit moment **25** procent van de bezoekers van een evenement het gewenste route-advies voor het passeren van het keuzepunt ontvangt. Over het opvolgingspercentage van route-adviezen van navigatiesystemen is in de literatuur geen informatie gevonden. In dit onderzoek wordt aangenomen dat dit percentage redelijk hoog ligt, zeker bij een bezoek aan evenementen waarbij bezoekers doorgaans lokaal minder bekend zijn. Aangenomen wordt dat het opvolgingspercentage circa **80** procent is. Dit betekent dat op dit moment circa **20** procent van de bezoekers van een evenement in de Ahoy het gewenste route-advies via een navigatiesysteem met RDS/TMC ontvangt en opvolgt.
 - Online routenavigatiesystemen zijn sinds circa 2008 op de markt verkrijgbaar [10]. Over de huidige penetratiegraad van dit systeem is in de literatuur geen informatie gevonden. Geschat wordt dat de penetratiegraad van dit systeem medio 2010 op circa **5** procent ligt. Ook voor dit systeem wordt aangenomen dat **80** procent van de bezitters het systeem aan heeft staan bij een bezoek aan een evenement en dat het opvolgingspercentage van een route-advies bij evenementen op circa **80** procent ligt. Dit betekent dat op dit moment circa **3** procent van de bezoekers van een evenement in de Ahoy het gewenste route-

²⁷ 48 procent = 92 procent * 52 procent

advies via een online navigatiesysteem ontvangt en opvolgt voor het passeren van het keuzepunt.

- Cooperative Traveller Assistent (CTA) is vanaf circa 2017 commercieel verkrijgbaar. Tot die tijd hoeft met dit systeem geen rekening te worden gehouden voor de overname van de verkeerskundige maatregel "Evenementen en andere bijzondere gebeurtenissen".
- Cumulatief wordt op dit moment door circa **30** procent van de bezoekers van een evenement in de Ahoy het gewenste route-advies voor het passeren van het keuzepunt via de nieuwe systemen ontvangen en opgevolgd.
- Voor het specifieke geval van een evenement in de Ahoy betekent dit dat DRIPs de verkeerskundige maatregel "Evenementen en andere bijzondere gebeurtenissen" op dit moment met een betere kwaliteit uitvoeren (48 versus 30 procent). Uitgaande van stijgende penetratiegraad van intelligente navigatiesystemen zal de komende jaren wel een omslagpunt worden bereikt, waarbij de nieuwe systemen de verkeerskundige maatregel met dezelfde kwaliteit uitvoeren. Berekening leert dat het omslagpunt ligt bij een penetratiegraad van circa **65** procent van de intelligente navigatiesystemen (navigatie met RDS/TMC en online routenavigatie). Als de verkoop van deze navigatiesystemen de komende jaren zich in dezelfde trend voortzet, zou dit vanaf circa 2014-2015 het geval kunnen zijn.

Conclusie: Gezien de grote spreiding in het opvolgingspercentage van het route-advies bij evenementen moet in algemene zin worden geconcludeerd dat de verkeerskundige maatregel "Evenementen en andere bijzondere gebeurtenissen" op dit moment nog niet in alle gevallen door nieuwe systemen kan worden overgenomen. Binnen de beschouwde periode tot 2020 zal dit naar verwachting ook niet voor alle situaties het geval zijn.

Kanttekening: bij deze verkeerskundige maatregel kan er een spanning ontstaan tussen het collectief belang van een wegbeheerder en het individueel belang van een gebruiker van intelligente navigatiesystemen. Zolang regelscenario's van evenementen niet worden afgestemd met, en overgenomen worden door, service providers kunnen er tegenstrijdige route-adviezen worden afgegeven.

Overname verkeerskundige maatregel "Onvoorziene gebeurtenissen"

- In situaties waarbij een rijbaan als gevolg van een onvoorziene gebeurtenis, zoals een ernstig ongeval, geheel of gedeeltelijk dicht is, geeft een DRIP passerende weggebruikers op één vaste plek stroomopwaarts aan een keuzepunt een advies over de te volgen omleidingsroute.
- Aan de hand van 'de plaat' van DAWEG Fase 1 zijn er in stap 5 een aantal systemen geïdentificeerd die deze verkeerskundige maatregel op termijn kunnen overnemen, te weten: verkeersinformatie die onderweg aan de gebruiker wordt verstrekt via de radio, een routenavigatiesysteem met RDS/TMC, online routenavigatiesysteem en Cooperative Traveller Assistent (CTA).
- Het opvolgingspercentage van een route-advies bij onvoorziene omstandigheden op DRIPs is afhankelijk van vele factoren, zoals de ernst van het ongeval, het aantal beschikbare alternatieve routes, de omrijdfactor van de alternatieve routes, etcetera. In de beschikbare literatuur zijn geen onderzoeksresultaten gevonden van de inzet van DRIPs bij onvoorziene omstandigheden. Wel is in het kader van No Regret een evaluatie uitgevoerd naar de inzet van bermDRIPs bij

onvoorziene omstandigheden, zoals een windwaarschuwing in Zeeland en een aantal ernstige ongevallen in Noord-Brabant [12]. Uit dit onderzoek blijkt dat het erg lastig is om een generiek opvolgingspercentage voor het route-advies bij onvoorziene omstandigheden te bepalen. In een aantal gevallen is een opvolgingspercentage van 30 tot 40 procent gevonden. In andere gevallen kon helemaal geen effect worden gemeten.

- Voor de overname van de verkeerskundige maatregel "Onvoorziene gebeurtenissen" betekent dit dat het niet eenvoudig is om te bepalen op welk moment de hierboven genoemde nieuwe systemen, de maatregel met dezelfde kwaliteit kunnen overnemen. Bij lage opvolgingspercentages van het route-advies op DRIPs kan dit al bij lage penetratiegraden van de nieuwe systemen het geval zijn, bij hoge opvolgingspercentages van het route-advies op DRIPs zal dit mogelijk pas bij hele hoge penetratiegraden van de nieuwe systemen het geval zijn.

Conclusie: voor de verkeerskundige maatregel "Onvoorziene gebeurtenissen" die momenteel met een DRIP wordt uitgevoerd, kan op dit moment met onvoldoende zekerheid worden vastgesteld of nieuwe systemen de verkeerskundige maatregel kunnen overnemen. Binnen de beschouwde periode tot 2020 zal dit naar verwachting ook niet voor alle onvoorziene omstandigheden het geval zijn.

Overname verkeerskundige maatregel "Motto's"

- Op het moment dat er buiten de spitsperiode geen vertraging te melden is en er ook geen handtekst gewenst is, voert een DRIP doorgaans de verkeerskundige maatregel "Motto's" uit, doorgaans in de vorm van teksten gerelateerd aan verkeersveiligheidscampagnes.
- De kwaliteit waarmee DRIPs de verkeerskundige maatregel uitvoert, wordt in dit geval bepaald door de bekendheid van de motto's op DRIPs onder weggebruikers.
- In 2003 heeft Rijkswaterstaat onderzoek laten uitvoeren naar de bekendheid van motto's op DRIPs [53]. Van de 99 procent van de weggebruikers die destijds wel eens een DRIP had gezien, had 85 procent hier wel eens een motto op zien staan. Hoewel er geen vervolgonderzoeken bekend zijn, wordt in dit onderzoek verondersteld dat de afgelopen zeven jaar de bekendheid van motto's op DRIPs verder is gestegen naar circa **95** procent. In die periode hebben de motto's namelijk consequent op de DRIPs gestaan.
- Aan de hand van 'de plaat' van DAWEG Fase 1 is er in stap 5 één systeem geïdentificeerd die deze verkeerskundige maatregel op termijn kan overnemen, namelijk verkeersinformatie die onderweg aan de gebruiker wordt verstrekt via de radio.
- Aangezien de motto's niet-actuele of plaatsgebonden informatie betreft, kan de verkeerskundige maatregel ook met behulp van statische borden langs de rijbaan of verspreiding van flyers bij tankstations worden uitgevoerd.

Conclusie: Via extra aandacht voor de motto's op de radio, of met behulp van andere niet-dynamische systemen kan naar verwachting op korte termijn ook 95 procent van de weggebruikers worden bereikt. Uitvoering van de maatregel met behulp van DRIPs is wel een effectieve manier (ervan uitgaande dat de DRIPs er toch al beschikbaar zijn).

2. *Kunnen deze nieuwe systemen vervolgens de betreffende verkeerskundige maatregelen ook met een betere kwaliteit uitvoeren?*

Bij de beantwoording van onderzoeksvraag 1 is gesteld dat de verkeerskundige maatregel "Dynamische geautomatiseerde verkeersinformatie" vanaf circa 2015-2016 met dezelfde kwaliteit kan worden uitgevoerd door de nieuwe systemen: verkeersinformatie, routenavigatie met RDS/TMC en online routenavigatie. Uitgaande van een constante kwaliteit van verkeersinformatie die via de radio wordt verspreid, wordt het omslagpunt bereikt bij een penetratiegraad van circa 75 procent van intelligente navigatiesystemen. Op het moment dat de penetratiegraad van intelligente navigatiesystemen vervolgens verder toeneemt, wordt de verkeerskundige maatregel met een betere kwaliteit uitgevoerd.

Gezien de grote spreiding in de kwaliteit waarmee een DRIP momenteel de overige verkeerskundige maatregelen uitvoert, is het op dit moment onmogelijk om te beoordelen of de nieuwe systemen deze maatregelen in de toekomst met een betere kwaliteit kunnen uitvoeren. In sommige gevallen zal dat nu al het geval zijn, in andere gevallen zal dat binnen de beschouwde periode tot 2020 niet aan de orde zijn.

3. *Welke nieuwe verkeerskundige maatregelen kunnen tot slot met de betreffende nieuwe systemen worden uitgevoerd?*

Op basis van de beschrijving van de geselecteerde nieuwe systemen en de indeling van verkeerskundige maatregelen in het document Operationeel Verkeersmanagement [42], is een inschatting gemaakt van verkeerskundige maatregelen die in de toekomst ook met de nieuwe systemen kunnen worden uitgevoerd. De resultaten staan vermeld in tabel 7.5.

Tabel 7.5: Aanvullende verkeerskundige maatregelen die met de geselecteerde nieuwe systemen kunnen worden uitgevoerd

Nieuw systeem	Aanvullende verkeerskundige maatregel	Service	Netwerkservice
Routenavigatie met RDS/TMC	Dynamische bewegwijzering	Ontvlechten van verkeer faciliteren	Beïnvloeden doorstroming
	Omrijroute	Verkeer omleiden	Beïnvloeden verkeersvraag
Online routenavigatie	Dynamische bewegwijzering	Ontvlechten van verkeer faciliteren	Beïnvloeden doorstroming
	Omrijroute	Verkeer omleiden	Beïnvloeden verkeersvraag
Cooperative Traveller Assistant (CTA)	Snelheidsadvies, dynamisch	Snelheid beïnvloeden	Beïnvloeden doorstroming
	Snelheidsadvies, dynamisch	Rust in verkeer vergroten	Beïnvloeden doorstroming
	Dynamische bewegwijzering	Ontvlechten van verkeer faciliteren	Beïnvloeden doorstroming
	Omrijroute	Verkeer omleiden	Beïnvloeden verkeersvraag
	Afritafsluiting	Verkeer omleiden	Beïnvloeden verkeersvraag
	Snelheidsadvies, correctief	Attitude beïnvloeden	Beïnvloeden gedrag
	Info oorzaak snelheidsmaatregel	Attitude beïnvloeden	Beïnvloeden gedrag
Verkeersinformatie	Verkeersinformatie (regio/land)	Verkeersvraag beïnvloeden	Beïnvloeden verkeersvraag
	Verkeerswaarschuwing	Aandacht verhogen	Beïnvloeden gedrag
	Weerwaarschuwing	Aandacht verhogen	Beïnvloeden gedrag

8 bermDRIPs

In dit hoofdstuk wordt de 'systeem-functie-systeem matrix' ingevuld voor het wegkantsysteem bermDRIP. Aangezien de functionaliteit van DRIPs en bermDRIPs grotendeels overeenkomen, wordt bij de uitwerking van bermDRIPs hoofdzakelijk ingegaan op de verschillen tussen beide wegkantsystemen. Vervolgens wordt aangegeven welke invloed de verschillen hebben op het moment waarop verkeerkundige maatregelen met dezelfde kwaliteit overgenomen kunnen worden door nieuwe systemen.

8.1 Stap 1: beschrijving bermDRIPs

Een bermDRIP is een informatiepaneel welke hoofdzakelijk naast de weg is geplaatst. De bermDRIP heeft als doel om de weggebruikers te informeren, te adviseren en te waarschuwen met behulp van uniforme en eenduidige teksten en afbeeldingen [15]. In de praktijk worden bermDRIPs voornamelijk aanvullend ingezet op rijbaanbrede DRIP's boven de weg. Het voornaamste verschil met de drieregelige tekst DRIP, is dat de bermDRIP beschikt over een vrij invulbaar informatiepaneel [15].

In Nederland zijn er verschillende soorten bermDRIPs in gebruik [50]:

- bermDRIPs, vrij programmeerbare grafische panelen beschikbaar in 3 standaardafmetingen (figuur 8.1);
- Zogenaamde "Brabantse bermDRIPs", niet volledig vrij programmeerbare bermDRIPs, bestaande uit vijf tekstregels en de mogelijkheid om één RVV-teken af te beelden;
- bermDRIPs zoals toegepast in Limburg en Noord-Brabant in het kader van o.a. Cross Border Management met vijf tekstregels en een mogelijkheid voor een grafische afbeelding en een zogenaamde Centrico-pijl;
- autoDRIPs, informatiepanelen gemonteerd op de pick-ups van RWS wegingspecteurs;
- tekstwagens of informatiewagens, en ook nog diverse andere borden zoals veiling DRIPs en diverse stedelijke toepassingen.

Dit hoofdstuk richt zich vooral op de vrij programmeerbare grafische panelen, zoals afgebeeld in figuur 8.1.



Figuur 8.1: foto van een bermDRIP

De vrij programmeerbare bermDRIPs zijn beschikbaar in drie standaardafmetingen [54]:

BermDRIP type 1

Bedoeld voor auto(snel)wegen met maximum snelheden 100 en 120 km/h en wordt altijd hoog geplaatst. De vrije doorrijhoogte moet minimaal 5,00 meter van onderkant informatiepaneel ten opzichte van het wegdek zijn.

BermDRIP type 2

In het algemeen bedoeld voor 70 en 80 km/h wegen of compacte berichten langs de autosnelwegen. De onderkant van het informatiepaneel wordt op minimaal 2,75 meter hoogte boven het maaiveld geplaatst.

BermDRIP type 3

In het algemeen bedoeld voor (stedelijke) 50 en 60 km/h wegen of zeer compacte berichten langs autosnelwegen. Type 3 kent 4 varianten. De onderkant van het informatiepaneel wordt op minimaal 2,75 meter hoogte boven het maaiveld geplaatst.

Dit onderzoek heeft vooral betrekking op de overname van de verkeerskundige maatregelen die met bermDRIP type 1 bij auto(snel)wegen kunnen worden uitgevoerd.

De bermDRIP type 1 dient achter de geleiderail in de berm van de weg geplaatst te worden, met het informatiepaneel gedeeltelijk boven de naastgelegen vluchtstrook. In incidentele gevallen wordt de bermDRIP boven de rijbaan gemonteerd of in de middenberm geplaatst [54].

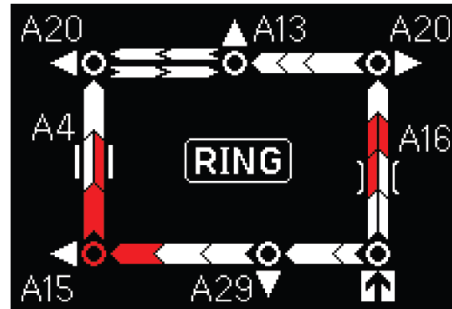
De bermDRIP bestaat uit de volgende componenten [54]:

- Informatiepaneel; dit is een behuizing voorzien van één beeldvlak ten behoeve van het tonen van zowel tekst als grafische afbeeldingen aan weggebruikers en inwendig voorzien van de nodige optieken en LEDs
- Apparatuurkast voor de elektronica voor communicatie en aansturing c.q. bewaking van de kwaliteit van de getoonde beelden, inclusief test/lokale bedienaansluiting
- Draagconstructie voor het dragen en bevestigen van het informatiepaneel, dat is voorzien van instelmogelijkheden voor de zichthoeken van het informatiepaneel (om de horizontale en om de verticale as)
- Mast
- Uithouder (alleen type 1)
- Fundatie

Communicatie tussen de bermDRIP en de verkeerscentrale vindt plaats middels het Centraal DRIP Management Systeem (CDMS), via het landelijk datacommunicatie netwerk ten behoeve van dynamisch verkeersmanagement (VICnet).

BermDRIPs zijn voornamelijk bedoeld voor het tonen van boodschappen in geval van incidenten, evenementen, werkzaamheden, etcetera [50]. Dynamische verkeersinformatie wordt ook regelmatig op bermDRIPs getoond, vooral op het onderliggend wegennet. Ook worden bermDRIPs soms ingezet om de file-informatie grafisch te ondersteunen met een afbeelding van bijvoorbeeld een ringweg waarop

men kan waarnemen waar de files eventueel staan. Voorbeelden hiervan zijn de bermDRIPs in de regio Amsterdam (figuur 8.1) en bermDRIPs op de Ruit van Rotterdam (figuur 8.2).



Figuur 8.2: Schematische weergave van de afbeeldingen die op de bermDRIPs op de Ruit van Rotterdam getoond worden

In tegenstelling tot de drieregelige tekst DRIP worden op bermDRIPs geen motto's getoond zodat ze, behalve bij bovengenoemd gebruik voor dynamische verkeersinformatie of grafische afbeeldingen, blank zijn als er niets te melden is [50].

8.2 Stap 2: Vaststellen functionaliteit van bermDRIPs

In stap 2 wordt de functionaliteit van bermDRIPs bepaald. De nadruk ligt daarbij op de verkeerskundige maatregelen die Rijkswaterstaat momenteel uitvoert met bermDRIPs en de functies die daarbij worden gebruikt voor beïnvloeding van het verkeer.

Op basis van het document Richtlijn informatievoorziening op (berm)DRIPs [50] en de indeling van verkeerskundige maatregelen in het document Operationeel Verkeersmanagement [42] zijn in tabel 5.1 de (netwerk)services, verkeerskundige maatregelen en functies van DRIPs weergegeven. Voor de benaming van de verkeerskundige maatregelen is wederom de indeling aangehouden zoals die in de Richtlijn informatievoorziening op (berm)DRIPs wordt gebruikt. In een voetnoot is aangegeven welke verkeerskundige maatregelen in het document Operationeel Verkeersmanagement daarbij aansluiten.

Tabel 8.1: Uitwerking functionaliteit bermDRIPs

Netwerkservice	Service	Verkeerskundige maatregel	Functie
Beïnvloeden verkeersstromen	Routekeuze beïnvloeden	Dynamische geautomatiseerde verkeersinformatie ²⁸	<ul style="list-style-type: none"> • Informeren
Beïnvloeden verkeersstromen	Routekeuze beïnvloeden	Werk in Uitvoering ²⁹	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren
Beïnvloeden verkeersvraag	Verkeersvraag beïnvloeden	Vooraankondiging Werk in Uitvoering ³⁰	<ul style="list-style-type: none"> • Waarschuwen • Adviseren • Informeren
Beïnvloeden verkeersstromen	Routekeuze beïnvloeden	Evenementen en andere bijzondere gebeurtenissen ³¹	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren
Beïnvloeden verkeersvraag	Verkeersvraag beïnvloeden	Vooraankondiging, evenementen en andere bijzondere gebeurtenissen ³²	<ul style="list-style-type: none"> • Waarschuwen • Adviseren • Informeren
Beïnvloeden verkeersstromen	Routekeuze beïnvloeden	Ondersteuning van verkeersmaatregelen ³³	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren
Beïnvloeden verkeersstromen	Routekeuze beïnvloeden	Onvoorziene gebeurtenissen ³⁴	<ul style="list-style-type: none"> • Waarschuwen • Adviseren • Informeren

Uit tabel 8.1 blijkt dat bermDRIPs qua functionaliteit grotendeels overeenkomt met de drieregelige tekst DRIP. Tevens blijkt uit tabel 8.1 dat bermDRIPs voor de beïnvloeding van de weggebruiker bij de verkeerskundige maatregelen gebruik maken van de functies informeren, adviseren en waarschuwen.

Het gebruik van bermDRIPs voor vooraankondigingen van geplande gebeurtenissen, zoals WiU en evenementen, wordt in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten. Het betreft in deze gevallen niet-actuele verkeerssituaties, die niet noodzakelijkerwijs met behulp van een dynamisch informatiepaneel getoond hoeven te worden.

²⁸ In het document Operationeel Verkeersmanagement (OVM) wordt deze maatregel aangeduid als "Route-informatie"[42]

²⁹ In het OVM wordt deze maatregel aangeduid als "Route-advies"

³⁰ In het OVM wordt deze maatregel aangeduid als "Verkeersinformatie (regio/land)"

³¹ In het OVM wordt deze maatregel aangeduid als "Route-advies"

³² In het OVM wordt deze maatregel aangeduid als "Verkeersinformatie (regio/land)"

³³ In het OVM wordt deze maatregel aangeduid als "Route-advies"

³⁴ In het OVM wordt deze maatregel aangeduid als "Verkeerswaarschuwing"

Ook de inzet van bermDRIPs voor de ondersteuning van verkeersmaatregelen wordt in het vervolg van dit onderzoek buiten beschouwing gelaten (zie figuur 8.3 voor twee voorbeelden). De bermDRIPs maken in dat geval onderdeel uit van een set van gecoördineerd ingezette verkeerskundige maatregelen en systemen (scenario's).



Figuur 8.3: Schematische weergave van twee voorbeelden waarbij een bermDRIP kan worden ingezet ten behoeve van het ondersteunen van verkeersmaatregelen

8.3 Stap 3: Vaststellen penetratiegraden

Volgens recente informatie zijn op dit moment in Nederland 135 bermDRIPs geplaatst. Uit tabel 8.2 kan worden opgemaakt dat het zwaartepunt van het aantal bermDRIPs in de volgende provincies ligt: Limburg, Noord-Brabant, Noord Holland, Zuid-Holland en Zeeland.

De geografische verdeling van bermDRIPs is afwijkend ten opzichte van de geografische plaatsing van standaard DRIPs (zie paragraaf 7.3). Met name het grote aantal bermDRIPs in Zeeland is opmerkelijk. Standaard DRIPs worden hoofdzakelijk aangetroffen in het Randstedelijk netwerk HWN.

Tabel 8.2: Bestaande bermDRIPs [30]

RWS onderdeel	Aantal bermDRIPs per onderdeel
RWS IJG	6
RWS LB	15
RWS NB	23
RWS NH	34
RWS NN	1
RWS ON	4
RWS UT	0
RWS ZH	19
RWS ZL	33
RWS totaal	135 ³⁵

Volgens de richtlijn voor plaatsbepaling van DRIPs [8] worden de bermpanelen in principe alleen geplaatst vóór een keuzepunt. Volgens de richtlijnen mag de minimale afstand van een bermDRIP voor een invoeger (HWN) niet minder dan 200 meter bedragen.

³⁵ Het aantal bermDRIP's kan in werkelijkheid mogelijk iets afwijken in verband met zeer recente plaatsing van extra bermDRIPs in het kader van Investeringsprogramma No Regret.

Voor de drieregelige tekst DRIPs betekent dit doorgaans voor een knooppunt. BermDRIPs daarentegen kunnen, naast de plaatsing voor een knooppunt, tevens geplaatst worden voor een afrit of toerit (OWN).

8.4 Stap 4: Vaststellen kwaliteiten van bermDRIPs

1. Bereik

Geografisch bereik:

Het geografisch bereik van bermDRIPs komt grofweg overeen met het bereik van drieregelige tekst DRIPs. Aangezien het aantal bermDRIPs iets hoger ligt dan het aantal DRIPs zal het bereik van bermDRIPs naar verwachting net iets hoger zijn dan 38 procent van het auto(snel)wegennet.

Voor de uitwerking wordt verwezen naar paragraaf 7.4.

Doelgroep:

In tegenstelling tot drieregelige tekst DRIPs zijn bermDRIPs voornamelijk gericht op het tonen van boodschappen in geval van incidenten, evenementen en werkzaamheden [50]. Een bermDRIP wordt in mindere mate ingezet voor het tonen van reistijd-informatie tijdens reguliere spitsperiodes. Een bermDRIP is daarom qua reismotief minder gericht op het woon-werk verkeer, maar meer op andere reismotieven met een groter aandeel lokaal onbekend verkeer.

2. Beschikbaarheid

Voor de bepaling van de beschikbaarheid van bermDRIPs wordt een onderscheid gemaakt in de beschikbaarheid van het wegkantsysteem als geheel en de beschikbaarheid om de, in stap 2 geïdentificeerde, verkeerskundige maatregelen uit te voeren met behulp van het wegkantsysteem. Met behulp van één bermDRIP kunnen de maatregelen immers niet tegelijkertijd worden uitgevoerd.

De beschikbaarheid van een bermDRIP is geformuleerd als de fractie van een totale periode waarin het wegkantsysteem op correcte wijze zonder functieverlies werkt [54]. Voor bermDRIPs wordt gesteld dat de beschikbaarheid en betrouwbaarheid van het wegkantsysteem gebaseerd moet zijn op een onderhoudsvrije periode van minimaal tien jaar, waarbij gerekend moet worden dat over die tien jaar het prestatiesysteem 100 procent van de tijd in gebruik is met 100 procent betrouwbaarheid [54]. Voor de beschikbaarheid van drieregelige tekst DRIPs is een periode van 5 jaar aangehouden [51].

In het CDMS kan voor elke soort boodschap een prioriteit worden vastgelegd. De boodschap met de "hoogste" prioriteit wint het, en wordt getoond, in het geval er tegelijkertijd meerdere wensen voor het tonen van een afbeelding op een (berm)DRIP bestaan. Handteksten zullen altijd de hoogste prioriteit hebben, gevolgd door stremmingsteksten, urgente Werk in Uitvoering boodschappen en daarna reistijden filemeldingen [50].

In tegenstelling tot drieregelige tekst DRIPs staan bermDRIPs buiten de spits en wanneer er geen boodschappen te melden zijn, doorgaans op blank.

3. Nauwkeurigheid

De nauwkeurigheid waarmee bermDRIPs de verkeerskundige maatregelen uitvoeren komt grofweg overeen met de nauwkeurigheid van standaard DRIPs. Voor de uitwerking wordt verwezen naar paragraaf 7.4.

8.5

Stap 5: Selectie nieuwe systemen per verkeerskundige maatregel

In stap 5 wordt geïnventariseerd welke nieuwe systemen de (netwerk)services en verkeerskundige maatregelen van een bermDRIP in de toekomst kunnen overnemen. We richten ons hierbij vooral op de overname van de verkeerskundige maatregelen.

Toepassing van 'de plaat' van DAWEG Fase 1 leidt voor het wegkantsysteem bermDRIP tot de 'systeem-maatregel-systeem matrix' zoals die in tabel 8.3 is weergegeven.

Tabel 8.3: 'systeem-maatregel-systeem matrix' voor bermDRIPs

System	Netwerkservice	Service	Verkeerskundige maatregel	Functie	System	Functie
bermDRIP	Beïnvloeden verkeersstromen	Routekeuze beïnvloeden	Dynamische geautomatiseerde verkeersinformatie	<ul style="list-style-type: none"> • Informeren 	Verkeersinformatie	<ul style="list-style-type: none"> • Informeren
					Routenavigatie met RDS/TMC	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren
					Online routenavigatie	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren
					Cooperative Traveller Assistent	<ul style="list-style-type: none"> • Informeren
	Beïnvloeden verkeersstromen	Routekeuze beïnvloeden	Werk in Uitvoering	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren 	Routenavigatie met RDS/TMC	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren
					Online routenavigatie	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren
					Cooperative Traveller Assistent	<ul style="list-style-type: none"> • Informeren
					Verkeersinformatie	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren
	Beïnvloeden verkeersstromen	Routekeuze beïnvloeden	Evenementen en andere bijzondere gebeurtenissen	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren 	Routenavigatie met RDS/TMC	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren
					Online routenavigatie	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren
					Cooperative Traveller Assistent	<ul style="list-style-type: none"> • Informeren
					Verkeersinformatie	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren
	Beïnvloeden verkeersstromen	Routekeuze beïnvloeden	Onvoorziene gebeurtenissen	<ul style="list-style-type: none"> • Waarschuwen • Adviseren • Informeren 	Routenavigatie met RDS/TMC	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren
					Online routenavigatie	<ul style="list-style-type: none"> • Adviseren • Informeren
					Cooperative Traveller Assistent	<ul style="list-style-type: none"> • Informeren

Voor toelichting op de nieuwe systemen wordt verwezen naar paragraaf 7.5.

8.6 **Stap 6: Verkeerskundige redenering overname functionaliteit**

Aan de hand van de ingevulde 'systeem-maatregel-systeem matrix' worden tot slot voor het wegkantsysteem bermDRIP de drie onderzoeksvragen beantwoord.

1. *Hoe en wanneer kunnen nieuwe systemen de verkeerskundige maatregelen van een bermDRIP in de toekomst met dezelfde kwaliteit overnemen? En welke functies worden dan gebruikt om het verkeer te beïnvloeden?*

Overname verkeerskundige maatregel "Dynamische geautomatiseerde verkeersinformatie"

Voor het wegkantsysteem DRIP is in hoofdstuk 7 gesteld dat de verkeerskundige maatregel "Dynamische geautomatiseerde verkeersinformatie" vanaf circa 2015-2016 met dezelfde kwaliteit kan worden uitgevoerd door de nieuwe systemen: verkeersinformatie, routenavigatie met RDS/TMC en online routenavigatie. Uitgaande van een constante kwaliteit van verkeersinformatie die via de radio wordt verspreid, wordt het omslagpunt bereikt bij een penetratiegraad van circa 75 procent van intelligente navigatiesystemen.

Zoals in stap 1 is aangegeven zijn BermDRIPs voornamelijk bedoeld voor het uitvoeren van verkeerskundige maatregelen in relatie tot incidenten, evenementen, werkzaamheden en andere onvoorziene omstandigheden [50]. In een aantal gevallen worden bermDRIPs ook ingezet om de verkeerskundige maatregel "Dynamische geautomatiseerde verkeersinformatie" uit te voeren. Ten opzichte van drieregelige tekst DRIPs zijn er in dat geval twee verschillen die kunnen leiden tot andere kwaliteit van bermDRIPs. Ten eerste de zichtbaarheid van bermDRIPs, ten tweede de manier waarop bermDRIPs de route-informatie aan de weggebruiker tonen.

1. Zichtbaarheid van bermDRIPs

Op basis van het evaluatierapport van het investeringsprogramma No Regret is in hoofdstuk 7 geconstateerd dat de getoonde boodschap op bermDRIPs in specifieke situaties door 69 procent van de weggebruikers wordt opgemerkt. Aangezien DRIPs boven de rijbaan hangen en daarmee over het algemeen een betere zichtbaarheid hebben, is aangenomen dat de getoonde boodschap op DRIPs in specifieke situaties door circa 75 procent van de weggebruikers wordt opgemerkt.

Naar verwachting kan een bermDRIP de verkeerskundige maatregel "Dynamische geautomatiseerde verkeersinformatie" daarom met een iets lagere kwaliteit uitvoeren. Het omslagpunt waarbij de nieuwe systemen de verkeerskundige maatregel met dezelfde kwaliteit uitvoeren zal daarom voor bermDRIPs iets eerder dan 2015-2016 liggen.

2. Grafische weergave van route-informatie op bermDRIPs

In een aantal gevallen wordt route-informatie op bermDRIPs grafisch weergegeven, met een afbeelding van bijvoorbeeld een ringweg waarop men kan waarnemen waar de files staan (figuur 8.1). Voordeel van de grafische weergave is dat de weggebruiker alle relevante route-informatie in één oogopslag overzichtelijk krijgt gepresenteerd. Mogelijk nadeel is de begrijpelijkheid van de grafische presentatie.

Naar aanleiding van de plaatsing van een aantal bermDRIPs in de regio Amsterdam is er in 2007 er een weggebruikersonderzoek uitgevoerd naar de beleving van de verkeerskundige maatregel "Dynamische geautomatiseerde verkeersinformatie" op deze panelen [3].

Uit dit weggebruikersonderzoek bleek dat 90 procent van de weggebruikers de grafische bermDRIP *in algemene zin* ("meerdere keren") is opgevallen [3]. Hoewel hier in dit onderzoek niet expliciet naar gevraagd is, zal dit naar verwachting in specifieke gevallen ook ongeveer 69 procent zijn. Vervolgens is aan deze weggebruikers gevraagd of men begrijpt welke informatie er op de bermDRIP getoond wordt. Ruim 73 procent begreep de informatie, 16 procent begreep de informatie ongeveer, 11 procent begreep de informatie niet, of kon zich het niet meer herinneren. Aangezien de route-informatie dagelijks getoond wordt, mag worden verondersteld dat een groot deel van de weggebruikers die de informatie in eerste instantie niet helemaal begreep, dit na verloop van tijd alsnog zal begrijpen. Voor dit onderzoek wordt verondersteld dat in totaal circa 75 procent van de weggebruikers de grafische weergave van de route-informatie begrijpt. Dit betekent dat van alle weggebruikers die de grafische bermDRIPs passeren ruim **51** procent de verkeerskundige maatregel in specifieke gevallen begrijpt. Voor drieregelige tekst DRIPs ligt dit percentage op circa **75** procent.

Dit betekent dat een bermDRIP de verkeerskundige maatregel "Dynamische geautomatiseerde verkeersinformatie" met een iets lagere kwaliteit uitvoert. Het omslagpunt waarbij de nieuwe systemen de verkeerskundige maatregel met dezelfde kwaliteit uitvoeren zal daarom voor bermDRIPs iets eerder dan 2015-2016 liggen.

Overname overige verkeerskundige maatregelen

Voor het wegkantstelsel DRIP is in hoofdstuk 7 geconcludeerd dat er een grote spreiding bestaat in de kwaliteit waarmee een DRIP momenteel de overige verkeerskundige maatregelen uitvoeren. Het is daarom op dit moment onmogelijk om te beoordelen op welk moment nieuwe systemen de verkeerskundige maatregelen met dezelfde kwaliteit kunnen uitvoeren. In sommige gevallen zal dat nu al het geval zijn, in andere gevallen zal dat binnen de beschouwde periode tot 2020 niet aan de orde zijn.

Aangezien bermDRIPs de verkeerskundige maatregelen veelal op dezelfde manier uitvoeren als drieregelige tekst DRIPs, is het ook voor bermDRIPs onmogelijk om te beoordelen op welk moment de verkeerskundige maatregelen met dezelfde kwaliteit door nieuwe systemen kunnen worden uitgevoerd.

Meerwaarde van bermDRIPs, ten opzichte van drieregelige tekst DRIPs, is dat bermDRIPs de mogelijkheid bieden om boodschappen over wegwerkzaamheden, incidenten, e.d. met behulp van pictogrammen aan de weggebruiker te tonen (zie bijvoorbeeld 8.4). Naar verwachting neemt de begrijpelijkheid van de boodschap hierdoor toe. Dit betekent dat een bermDRIP de verkeerskundige maatregelen met een betere kwaliteit uitvoeren, waardoor ze iets minder snel kunnen worden overgenomen door nieuwe systemen.



Figuur 8.4: Schematische weergave van een voorbeeld waarbij de weggebruiker via een pictogram op een bermDRIP wordt geïnformeerd over een ongeval

- 2. Kunnen deze nieuwe systemen vervolgens de betreffende verkeerskundige maatregelen ook met een betere kwaliteit uitvoeren?*

Bij een penetratiegraad van circa 75 procent van intelligente navigatiesystemen kan de verkeerskundige maatregel "Dynamische geautomatiseerde verkeersinformatie" vanaf circa 2015-2016 met dezelfde kwaliteit kan worden uitgevoerd door de nieuwe systemen: verkeersinformatie, routenavigatie met RDS/TMC en online routenavigatie, in vergelijking tot uitvoering van de maatregel met drieregelige tekst DRIPs.

Bij de beantwoording van onderzoeksvraag 1 is gesteld dat bermDRIPs deze verkeerskundige maatregel waarschijnlijk met een iets lagere kwaliteit uitvoeren. Dit betekent dat bij een penetratiegraad van 75 procent van intelligente navigatiesystemen de verkeerskundige maatregel al met een betere kwaliteit wordt uitgevoerd, in vergelijking tot uitvoering met een bermDRIP. Op het moment dat de penetratiegraad van intelligente navigatiesystemen vervolgens verder toeneemt, wordt de verkeerskundige maatregel met een nog betere kwaliteit uitgevoerd.

Gezien de grote spreiding in de kwaliteit waarmee een bermDRIP momenteel de overige verkeerskundige maatregelen uitvoert, is het op dit moment onmogelijk om te beoordelen of de nieuwe systemen deze maatregelen in de toekomst met een betere kwaliteit kunnen uitvoeren. In sommige gevallen zal dat nu al het geval zijn, in andere gevallen zal dat binnen de beschouwde periode tot 2020 niet aan de orde zijn.

- 3. Welke nieuwe verkeerskundige maatregelen kunnen tot slot met de betreffende nieuwe systemen worden uitgevoerd?*

Op basis van de beschrijving van de geselecteerde nieuwe systemen en de indeling van verkeerskundige maatregelen in het document Operationeel Verkeersmanagement [42], is een inschatting gemaakt van verkeerskundige maatregelen die in de toekomst ook met de nieuwe systemen kunnen worden uitgevoerd. Aangezien voor DRIPs en bermDRIPs dezelfde nieuwe systemen zijn geselecteerd, wordt voor de resultaten verwezen naar tabel 7.5 (hoofdstuk 7).

9 Conclusies³⁶

In dit hoofdstuk worden de voornaamste conclusies van DAWEG Fase 3 besproken. Om te beginnen worden de voornaamste conclusies per wegkantsysteem gepresenteerd. Vervolgens wordt ingegaan op een aantal generieke conclusies die op basis van de uitkomsten van DAWEG Fase 3 kunnen worden getrokken. Tot slot worden de voornaamste conclusies van DAWEG Fase 3 in tabelvorm gepresenteerd. Hiervoor is de 'eindplaat' van DAWEG Fase 1 als basis gebruikt.

9.1 Voornaamste conclusies per wegkantsysteem

Verkeerssignalering

De verkeerskundige maatregelen van verkeerssignalering beïnvloeden het verkeer middels de functies informeren, adviseren, waarschuwen en instrueren. De verkeerskundige maatregel Filebeveiliging heeft o.a. als functie om de weggebruiker te waarschuwen voor het naderen van een file. Deze functie kan naar verwachting binnen de beschouwde periode (tot 2020) met dezelfde kwaliteit worden overgenomen door "Advanced Cruise Control (ACC) met Stop&Go". Ervan uitgaande dat dit systeem in potentie alle kop-staartbotsingen kan voorkomen, kan het omslagpunt in circa 2018 worden bereikt. Diverse andere opkomende systemen, zoals In-car Traffic Management (IcTM) en Intelligente Snelheidsassistentie (ISA), zullen de komende jaren de kwaliteit, waarmee verkeerssignalering de verkeerskundige maatregelen uitvoert, vergroten. Van overname van de verkeerskundige maatregelen van verkeerssignalering is echter binnen de beschouwde periode geen sprake.

Dynamax

De voornaamste functie van de verkeerskundige maatregelen van Dynamax is het instrueren van verkeer ten aanzien van een dynamische snelheidslimiet. Voor overname van de functie is een penetratiegraad van 100 procent van de potentiële nieuwe systemen vereist. Verder moet juridisch zijn vastgelegd dat de instructie met behulp van deze nieuwe systemen mag worden gegeven. Dit is voor 2020 waarschijnlijk niet het geval. Wel kunnen IcTM en ISA de kwaliteit waarmee Dynamax de functies uitvoert, de komende jaren vergroten.

Verkeersregelininstallaties (VRI's)

Van vervanging van het wegkantsysteem VRI is binnen de beschouwde periode geen sprake. Wel zijn er systemen in opkomst die de kwaliteit van een aantal

³⁶ Disclaimer

In de conclusies wordt soms aangegeven dat bepaalde nieuwe systemen op enig moment bestaande systemen kunnen vervangen. De jaartallen, die daarbij worden genoemd, zijn gebaseerd op de ramingen uit het rapport "Timesliced Toekomstbeelden" van fase 1 van DAWEG. Deze ramingen op hun beurt zijn gebaseerd op gegevens uit 2007/2008. De Toekomstbeelden moeten iedere twee jaar worden geactualiseerd om bruikbaar te blijven, dat is echter nog niet gebeurd. Zoals bekend, hebben we in die tussentijd ondermeer een economische crisis gehad, die ook zijn weerslag heeft op de penetratie van nieuwe in-car systemen.

De genoemde jaartallen in de conclusies kunnen dus niet als harde mijlpalen worden beschouwd.

functies van VRI's de komende jaren kunnen verbeteren. Vanaf circa 2014 kan Cooperative Traffic Controller (CTC) de instructiefunctie van een VRI, aangaande het oprijden van een kruising, optimaliseren. Intelligent Cooperative Intersection Safety (IRIS) kan op termijn de informatie- en waarschuwingsfunctie, aangaande conflictsituaties, verbeteren.

Toeritdoseerinstallaties (TDI's)

Met een TDI worden de verkeerskundige maatregelen "toeritregeling" en "toeritcoördinatie" uitgevoerd, met als doel om de instroom op de hoofdrijbaan te optimaliseren en het samenvoegen van het verkeer te faciliteren. De weggebruiker krijgt daarbij ter hoogte van de toerit van een autosnelweg een instructie. Tot 2020 komen er geen systemen beschikbaar die de maatregelen en/of functies met dezelfde kwaliteit kunnen overnemen. Wel zijn er een aantal systemen in opkomst die een bijdrage leveren aan het optimaliseren van de instroom op de hoofdrijbaan (te weten: Cooperative Traveller Assistent (CTA), routenavigatie met RDS/TMC, online routenavigatie en verkeersinformatie) en het faciliteren van het samenvoegen van het verkeer (te weten: IctM, ACC en Safe Lane Change Moeuvres). Aangezien deze systemen qua beïnvloedingsvorm een minder dwingend karakter hebben, lijkt het onwaarschijnlijk dat deze systemen binnen de beschouwde periode de services geheel kunnen bedienen. Het wegwegstelsel TDI kan daarom voor 2020 niet worden vervangen.

Dynamische route-informatiepanelen (DRIPs)

Er zijn een aantal nieuwe systemen in opkomst die de verstrekking van geautomatiseerde verkeersinformatie door DRIPs op termijn met dezelfde kwaliteit kunnen overnemen. Uitgaande van een stijgende penetratiegraad van intelligente navigatiesystemen zal vanaf circa 2015-2016 de verkeersinformatie evenveel weggebruikers bereiken via de nieuwe systemen. Gezien de grote spreiding in het huidige opvolgingspercentage van een route-advies op DRIPs (in geval van WiU, evenementen of onvoorziene omstandigheden) kunnen deze verkeerskundige maatregelen voor 2020 nog niet in alle gevallen door nieuwe systemen worden overgenomen. In sommige gevallen zal dat nu al het geval zijn, in andere gevallen is dat voor 2020 niet aan de orde.

bermDRIPs

BermDRIPs hebben, in vergelijking tot drieregelige tekst DRIPs, een iets mindere zichtbaarheid. Dit betekent dat bermDRIPs de verkeerskundige maatregel "Dynamische geautomatiseerde verkeersinformatie" met een iets lagere kwaliteit uitvoeren. Het omslagpunt waarbij nieuwe systemen de verkeerskundige maatregel met dezelfde kwaliteit uitvoeren, ligt daarom voor bermDRIPs naar verwachting iets voor 2015-2016.

Ook voor bermDRIPs geldt dat er een grote spreiding bestaat in de kwaliteit waarmee de overige verkeerskundige maatregelen worden uitgevoerd. Meerwaarde van bermDRIPs, ten opzichte van drieregelige tekst DRIPs, is dat bermDRIPs de mogelijkheid bieden om boodschappen over wegwerkzaamheden, incidenten, e.d. met behulp van pictogrammen aan de weggebruiker te tonen. Naar verwachting neemt de begrijpelijkheid van de boodschap hierdoor toe. Dit betekent dat bermDRIPs de verkeerskundige maatregelen met een betere kwaliteit uitvoeren, waardoor ze iets minder snel kunnen worden overgenomen door nieuwe systemen.

Van vervanging van het wegkantsysteem bermDRIP is binnen de beschouwde periode geen sprake.

9.2 **Generieke conclusies DAWEG Fase 3**

In DAWEG Fase 3 stond de functionaliteit van de huidige wegkantsystemen centraal. Op basis van het document Operationeel Verkeersmanagement [42] is vastgesteld dat Rijkswaterstaat momenteel vele verkeerskundige maatregelen uitvoert met de zes geselecteerde wegkantsystemen. De maatregelen bestaan op haar beurt vaak uit meerdere beïnvloedingsvormen voor het verkeer. Invulling van de 'systeem-maatregel-systeem matrix' voor de zes wegkantsystemen heeft inzicht gegeven in de potentiële nieuwe systemen die de verkeerskundige maatregelen en/of functies voor 2020 met dezelfde kwaliteit kunnen overnemen.

Alles overziend kan worden gesteld, dat geen van de zes wegkantsystemen voor 2020 geheel kan worden overgenomen. Tevens blijkt dat slechts enkele verkeerskundige maatregelen en/of functies voor 2020 met dezelfde kwaliteit kunnen worden overgenomen:

- De verkeerskundige maatregel "Dynamische geautomatiseerde verkeersinformatie" die momenteel met DRIPs en bermDRIPs wordt uitgevoerd, kan vanaf circa 2015-2016 met dezelfde kwaliteit door worden overgenomen door intelligente navigatiesystemen en verkeersinformatie die onderweg via de radio wordt verspreid.
- De waarschuwingsfunctie van de verkeerskundige maatregel "Filebeveiliging" kan vanaf circa 2018 met dezelfde kwaliteit worden overgenomen door "ACC met Stop&Go".




Voor de overige verkeerskundige maatregelen geldt dat de introductie van nieuwe systemen wel leidt tot een toename van de kwaliteit waarmee de maatregel wordt uitgevoerd, maar van overname is voor 2020 geen sprake. Dit geldt in het bijzonder voor de verkeerskundige maatregelen die het verkeer beïnvloeden door middel van een instructie. Het instellen van geboden of verboden betekent dat de instructie alle verkeersdeelnemers moet bereiken. Bovendien moet juridisch geregeld zijn dat de instructie met behulp van nieuwe systemen gegeven mag worden. Zolang aan beide randvoorwaarden niet is voldaan, blijven de wegkantsystemen noodzakelijk voor de uitvoering van deze verkeerskundige maatregelen.


9.3 **Conclusies DAWEG Fase 3 in tabelvorm**

9.3.1 *Overname functionaliteit wegkantsystemen*

In DAWEG Fase 3 zijn de volgende wegkantsystemen beschouwd: Verkeerssignalering, Dynamax, VRI's, TDI's, DRIPs en bermDRIPs. Deze systemen kunnen één of meer van de volgende functies vervullen: informeren, adviseren, waarschuwen of instrueren. In tabel 9.1 is weergegeven, wanneer deze functies door nieuwe systemen kunnen worden overgenomen in de beschouwde planperiode tot 2020. Het begin van een ellips in de tijdsbalk geeft aan wanneer voor dat systeem een penetratiegraad van 30 procent wordt verwacht. Het einde van de ellips geeft aan, wanneer een penetratiegraad van 70 procent wordt verwacht. De functie waarschuwen van de verkeerskundige maatregel Filebeveiliging kan op termijn worden overgenomen door een interventie van het voertuig. De weggebruiker wordt dan niet meer gewaarschuwd met een teken buiten het voertuig, maar het voertuig past zelf de snelheid aan.

Tabel 9.1: Eindplaat DAWEG Fase 3: overname functionaliteit wegkantsystemen

Systeem	Verkeerskundige maatregel	Functie	Systeem					
			2010	2012	2014	2016	2018	2020
Verkeerssignaling	Filebeveiliging	waarschuwen						
		Interveniëren		ACC met Stop & Go 				Coöperatieve ACC
DRIPs	Dynamische geautomatiseerde verkeersinformatie	informer	Verkeersinformatie Routenavigatie met RDS-TMC	Online routenavigatie 			Cooperative Traveller Assistant	
bermDRIPs	Dynamische geautomatiseerde verkeersinformatie	informer	Verkeersinformatie Routenavigatie met RDS-TMC	Online routenavigatie 			Cooperative Traveller Assistant	

 = Omslagpunt waarbij de betreffende functionaliteit met dezelfde kwaliteit kan worden overgenomen door de genoemde nieuwe systemen. Genoemde jaartallen zijn indicatief en kunnen niet als harde mijlpalen worden beschouwd.



9.3.2

Aanvulling functionaliteit wegkantsystemen

In DAWEG Fase 3 is geconstateerd, dat nieuwe systemen tevens aanvullende functies kunnen vervullen. De kwaliteit van de functies van de huidige wegkantsystemen kan daarmee worden verbeterd. In tabel 9.2 tot en met 9.5 is weergegeven, wanneer de functies door nieuwe systemen kunnen worden aangevuld in de beschouwde planperiode tot 2020. Het begin van een ellips in de tijdsbalk geeft wederom aan wanneer voor dat systeem een penetratiegraad van 30 procent wordt verwacht. Het einde van de ellips geeft aan, wanneer een penetratiegraad van 70 procent wordt verwacht.

Uit de tabellen blijkt dat een aantal instructie-functies op termijn kunnen worden overgenomen door de systemen "Intelligente Snelheidsassistentie", "In-car Traffic Management" en/of "Cooperative Traffic Controller". Daarvoor is 100 procent penetratie nodig en juridische dekking. Wanneer dat zal zijn is onbekend. 30 procent penetratiegraad wordt pas verwacht na 2020. Tot die tijd kunnen de betreffende nieuwe systemen wel een aanvullende adviserende functie vervullen, waardoor de kwaliteit van de functies van de huidige wegkantsystemen kan worden verbeterd.

Tabel 9.2: Eindplaat DAWEG Fase 3: aanvulling functionaliteit verkeerssignalering en Dynamax

Systeem	Verkeerskundige maatregel	Functie	Systeem						
			2010	2012	2014	2016	2018	2020	
Verkeerssignalering	Filebeveiliging	instrueren							In-car Traffic Management
		intervenieren							Intelligente Snelheidsassistentie
		adviseren							Intelligente Snelheidsassistentie In-car Traffic Management
		informereren	Verkeersinformatie Routenavigatie met RDS-TMC Online routenavigatie						Cooperative Traveller Assistant
	Ondersteuning WiU en incidenten	instrueren							In-car Traffic Management
		intervenieren							Intelligente Snelheidsassistentie
		adviseren							Intelligente Snelheidsassistentie In-car Traffic Management
		informereren							In-car Traffic Management
	Doseerkruis	instrueren							In-car Traffic Management
		intervenieren							Intelligente Snelheidsassistentie
		adviseren							Intelligente Snelheidsassistentie In-car Traffic Management
		informereren							In-car Traffic Management
	Homogeniseren	instrueren							In-car Traffic Management
		intervenieren							Intelligente Snelheidsassistentie
		adviseren							Intelligente Snelheidsassistentie In-car Traffic Management
		informereren							In-car Traffic Management
Dynamax	Snelheidsbeperking Snelheidsinstructie, correctief Snelheidsinstructie, dynamisch	instrueren							In-car Traffic Management
		intervenieren							Intelligente Snelheidsassistentie
		adviseren							Intelligente Snelheidsassistentie In-car Traffic Management
		informereren							In-car Traffic Management

Tabel 9.3: Eindplaat DAWEG Fase 3: aanvulling functionaliteit verkeersregelinstallaties (VRI's)

Systeem	Verkeerskundige maatregel	Functie	Systeem					
			2010	2012	2014	2016	2018	2020
Verkeersregelinstallaties (VRI's)	Laterale beveiliging	instrueren						In-car Traffic Management
		intervenieren					Intelligent Cooperative Intersection Safety	
		adviseren				In-car Traffic Management		
		waarschuwen						
		informereren					Intelligent Cooperative Intersection Safety	
	Kruispuntregeling	instrueren						Cooperate Traffic Controller In-car Traffic Management
		intervenieren					Intelligent Cooperative Intersection Safety	
		adviseren			Cooperative Traffic Controller (nomadic)		In-car Traffic Management	
		waarschuwen						
		informereren					Intelligent Cooperative Intersection Safety	
	Kruispuntcoördinatie	instrueren						Cooperate Traffic Controller
		adviseren		Dynamic Routing (nomadic)		Cooperative Traffic Controller (nomadic)		
	Incidentwaarschuwing: Te hoog voertuig	instrueren						In-car Traffic Management
		adviseren				In-car Traffic Management		
	Rijbaanafsluiting: Brugopening	instrueren						In-car Traffic Management
		adviseren				In-car Traffic Management		
	Laterale beveiliging: Spoorwegovergang	instrueren						In-car Traffic Management
		adviseren				In-car Traffic Management		

Tabel 9.4: Eindplaat DAWEG Fase 3: aanvulling functionaliteit toeritdoseerinstallaties (TDI's)

Systeem	Verkeerskundige maatregel	Functie	Systeem					
			2010	2012	2014	2016	2018	2020
Toeritdoseerinstallaties (TDI's)	Toeritregeling	instrueren						In-car Traffic Management
		adviseren	Routenavigatie met RDS-TMC				Cooperative Traveller Assistant	
		informereren	Verkeersinformatie	Online routenavigatie				
	Toeritcoördinatie	instrueren						
		adviseren	Routenavigatie met RDS-TMC				Cooperative Traveller Assistant	
		informereren	Verkeersinformatie	Online routenavigatie				
	Rijbaandosing	instrueren						In-car Traffic Management
		intervenieren		Adaptive Cruise Control (ACC)			Safe Lane Change Manoeuvres (SLCM)	
		adviseren						In-car Traffic Management

Tabel 9.5: Eindplaat DAWEG Fase 3: aanvulling functionaliteit DRIPs en bermDRIPs

Systeem	Verkeerskundige maatregel	Functie	Systeem					
			2010	2012	2014	2016	2018	2020
DRIPs	Werk in Uitvoering (WiU)	adviseren	Verkeersinformatie Routenavigatie met RDS-TMC Online routenavigatie				Cooperative Traveller Assistant	
		informer	Verkeersinformatie				Cooperative Traveller Assistant	
	Evenementen en andere bijzondere gebeurtenissen	adviseren	Verkeersinformatie Routenavigatie met RDS-TMC Online routenavigatie				Cooperative Traveller Assistant	
		informer	Verkeersinformatie				Cooperative Traveller Assistant	
	Onvoorziene gebeurtenissen	waarschuwen	Verkeersinformatie				Cooperative Traveller Assistant	
		adviseren	Verkeersinformatie Routenavigatie met RDS-TMC Online routenavigatie				Cooperative Traveller Assistant	
		informer	Verkeersinformatie				Cooperative Traveller Assistant	
	Motto's	adviseren	Verkeersinformatie					
		informer	Verkeersinformatie					
	bermDRIPs	Werk in Uitvoering (WiU)	adviseren	Verkeersinformatie Routenavigatie met RDS-TMC Online routenavigatie				Cooperative Traveller Assistant
informer			Verkeersinformatie				Cooperative Traveller Assistant	
Evenementen en andere bijzondere gebeurtenissen		adviseren	Verkeersinformatie Routenavigatie met RDS-TMC Online routenavigatie				Cooperative Traveller Assistant	
		informer	Verkeersinformatie				Cooperative Traveller Assistant	
Onvoorziene gebeurtenissen		waarschuwen	Verkeersinformatie				Cooperative Traveller Assistant	
		adviseren	Verkeersinformatie Routenavigatie met RDS-TMC Online routenavigatie				Cooperative Traveller Assistant	
		informer	Verkeersinformatie				Cooperative Traveller Assistant	

- [1] Kosteneffectiviteit benuttingsmaatregelen (RWS, maart 2003)
- [2] Fileverwachting op DRIP: Onderzoek naar + en – tekens op DRIP's (DVS, november 2008)
- [3] Gebruikersonderzoek BermDRIP's (Grontmij, augustus 2007)
- [4] Effecten Verkeersmanagement. Cijfers van meer dan 100 (praktijk)evaluaties uit Nederland (DVS, 2006)
- [5] Second Opinion (op de no-regret maatregelen van de RWS-visie 2020). Beter Benut Achtergronddocument (OC&C (2007).
- [6] Richtlijn informatievoorziening op DRIP's (RWS, oktober 2006)
- [7] Richtlijn informatievoorziening op bermDRIP's (RWS, mei 2007)
- [8] Richtlijn plaatsbepaling DRIP's (RWS, februari 2007)
- [9] Wijzer op de weg, innovatie in de praktijk. Bijdrage aan het Colloquium Verkeersplanologisch speurwerk november 2005
- [10] Domeinarchitectuur Wegverkeersmanagement 'Timesliced Toekomstbeelden' (RWS, december 2009)
- [11] Evaluatie Filewaarschuwing via BermDRIP's op onderliggend wegennet (DVS, januari 2010)
- [12] Evaluatie BermDRIP's No-Regret (DHV/Grontmij, januari 2010)
- [13] Reisinformatie en weggebruiker (RWS, juli 2004)
- [15] Functioneel en technisch eisenpakket bermDRIP's (RWS AVV, december 2006)
- [16] Aanpak multimodale reisinformatie (Ministerie van V&W, 2009)
- [17] Beleidskader Benutten (RWS, 4 januari 2008)
- [18] Beleidskader Benutten, achtergronddocument (RWS,4 januari 2008)
- [19] Mobiliteitsmanagement: Definitie, toepassingen, maatregelen en checklists (KPVV, juni 2007)
- [20] Rijksdienst voor het Wegverkeer: www.rdw.nl
- [21] Handboek verkeerslichtregelingen (CROW, januari 2006)
- [22] Steunpunt Tunnelveiligheid, Veiligheidsrichtlijnen Deel C; Bijlagen Basismaatregelen (Bouwdienst Rijkswaterstaat, januari 2004)
- [23] Reglement verkeersregels en verkeerstekens 1990
- [24] Website: Dataportal, Spoorwegovergangen: www.dataportal.nl
- [25] Effecten van politietoezicht op het gebruik van beveiligingsmiddelen, bromfietshelmen en op roodlichtovertredingen (SWOV-factsheet, april 2009)
- [26] Verkeersregelinstallaties – Verkeerslantaarns – Aanvullende eisen. NEN 3384. (Nederlands Normalisatie Instituut, 2000)
- [27] Nieuwsbrief Groene Golf Team, Jaargang 2, nummer 4 (RWS, december 2009)
- [28] Website: Verkeersmonitoring met verkeersregelinstallaties, Wiki Verkeersmanagement, http://verkeer.wikia.com/wiki/Verkeersmonitoring_met_verkeersregelinstallaties
- [29] Werkboek Gebiedsgericht Benutten (RWS. Oktober 2002)
- [30] Netwerkmanagement Informatie Systeem (RWS, 2009)
- [31] Website: www.wikipedia.nl
- [32] Handleiding voorbereiding en uitvoering toeritdoseerinstallaties van de 3^e generatie (RWS, april 2007)
- [33] Handleiding verkeerskundig beheer toeritdoseerinstallaties van de 3^e generatie (RWS, juli 2007)

- [34] Tweede evaluatie proef toeritdosering toerit Delft-Zuid A13 (Grontmij, november 1991)
- [35] Haalbaarheidsstudie TDI's A12 (Grontmij, juli 1998)
- [36] Verkeerskundig beheer TDI's en DRIPs (Grontmij, april 2008)
- [37] Anti-ongevalsystemen voor vrachtauto's (Connekt, september 2009)
- [38] DVM Verkeerskundige richtlijnen autosnelweginstrumentatie, (RWS, maart 2000)
- [39] Functioneel Eisenpakket Dynamische Verkeersmanagement Systemen, onderdeel matrixsignaalgevers (RWS, maart 2005)
- [40] Evaluatie verkeerssignalering, een kennisoverzicht (RWS, december 1994)
- [41] MTM-2: Handleiding verkeerskundige richtlijnen (RWS, december 2001)
- [42] Operationeel Verkeersmanagement (RWS, oktober 2009)
- [43] Definities Verkeersmanagement (RWS, augustus 2009)
- [44] Brochure Dynamische maximumsnelheden (RWS, september 2009)
- [45] Website: www.rijkswaterstaat.nl/wegen/innovatie_en Onderzoek
- [46] Artikel: Op weg naar veiliger: Coöperatieve systemen (TNO Magazine, september 2009)
- [47] Intelligent kruispunt beschermt langzaam verkeer (Peek Traffic bv)
- [48] Intelligent Cooperative Intersection Safety system: IRIS (Peek Traffic bv)
- [49] On the effectiveness of a co-operative traffic control (Peter Wagner: Institute of Transportation Systems – German Aerospace Centre, juli 2009)
- [50] Richtlijn informatievoorziening op (berm)DRIPs (RWS, maart 2010, concept 0.59)
- [51] Functioneel Eisenpakket, onderdeel Dynamisch Route Informatie Panelen (DRIP), (RWS, februari 2007)
- [52] Validatie RUTH (Transpute, November 2001)
- [53] Motto's op DRIPs (RWS, januari 2003)
- [54] Informatiepanelen, onderdelen BermDRIP en StadsDRIP: Functionele en technische eisenpakket (RWS, augustus 2009)
- [55] SWOV-Factsheet: Intelligente Snelheidsassistentie (ISA) (SWOV, februari 2010)
- [56] SWOV-Factsheet: Advanced Cruise Control (ACC) (SWOV, augustus 2008)
- [57] Website: www.autospectator.com/cars/parts-accessories/0023590-siemens-vdo-traffic-sign-recognition-warns-if-driving-too-fast
- [58] Website: www.autozine.nl/nieuws/nieuws_slideshow.php?nk=7691&p=1#fotos
- [59] Evaluatie Verkeerssignalering: onderdeel van de evaluatie No Regret (Grontmij/DHV, december 2009)
- [60] RWS-richtlijn voor verkeersmaatregelen bij wegwerkzaamheden op rijkswegen (RWS, januari 2005)

Overname functionaliteit wegkantsystemen

In DAWEG Fase 3 zijn de volgende wegkantsystemen beschouwd: Verkeerssignalering, Dynamax, VRI's, TDI's, DRIPs en bermDRIPs. Deze systemen kunnen één of meer van de volgende functies vervullen: informeren, adviseren, waarschuwen of instrueren. In onderstaande tabel is weergegeven, wanneer deze functies door nieuwe systemen kunnen worden overgenomen in de beschouwde planperiode tot 2020. Het begin van een ellips in de tijdsbalk geeft aan wanneer voor dat systeem een penetratiegraad van 30 procent wordt verwacht. Het einde van de ellips geeft aan, wanneer een penetratiegraad van 70 procent wordt verwacht.

De functie waarschuwen van de verkeerskundige maatregel Filebeveiliging kan op termijn worden overgenomen door een interventie van het voertuig. De weggebruiker wordt dan niet meer gewaarschuwd met een teken buiten het voertuig, maar het voertuig past zelf de snelheid aan.

Systeem	Verkeerskundige maatregel	Functie	Systeem					
			2010	2012	2014	2016	2018	2020
Verkeerssignalering	Filebeveiliging	waarschuwen						
		Interveniëren		ACC met Stop & Go			★	Coöperatieve ACC
DRIPs	Dynamische geautomatiseerde verkeersinformatie	informeren	Verkeersinformatie	Routenavigatie met RDS-TMC	Online routenavigatie	★	Cooperative Traveller Assistant	
		informeren	Verkeersinformatie	Routenavigatie met RDS-TMC	Online routenavigatie	★	Cooperative Traveller Assistant	

★ = Omslagpunt waarbij de betreffende functionaliteit met dezelfde kwaliteit kan worden overgenomen door de genoemde nieuwe systemen. Genoemde jaartallen zijn indicatief en kunnen niet als harde mijlpalen worden beschouwd.

Aanvulling functionaliteit wegkantsystemen

In DAWEG Fase 3 is geconstateerd, dat nieuwe systemen tevens aanvullende functies kunnen vervullen. De kwaliteit van de functies van de huidige wegkantsystemen kan daarmee worden verbeterd. Ter illustratie zijn in onderstaande tabel alleen de aanvullende functies weergegeven voor de verkeerskundige maatregel Filebeveiliging. In het rapport van DAWEG fase 3 zijn alle aanvullende functies beschreven.

Systeem	Verkeerskundige maatregel	Functie	Systeem					
			2010	2012	2014	2016	2018	2020
Verkeerssignalering	Filebeveiliging	instrueren						In-car Traffic Management
		Interveniëren						Intelligente Snelheidsassistentie
		adviseren					Intelligente Snelheidsassistentie	In-car Traffic Management
		informeren	Verkeersinformatie	Routenavigatie met RDS-TMC	Online routenavigatie		Cooperative Traveller Assistant	

De functie instrueren van Filebeveiliging kan op termijn worden overgenomen door de systemen "Intelligente Snelheidsassistentie" en/of "In-car Traffic Management". Daarvoor is 100 procent penetratie nodig en juridische dekking. Wanneer dat zal zijn is onbekend. 30 procent penetratiegraad wordt pas verwacht na 2020. Tot die tijd kunnen de betreffende nieuwe systemen wel een aanvullende adviserende functie vervullen.