

Onderzoek Modificatie AID

--- Advies ---

Onderzoek, uitgevoerd in opdracht van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer van het
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

April 2002

Project: *Onderzoek Modificatie AID-algoritme*
Opdrachtgever: *Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Adviesdienst Verkeer & Vervoer*
Overeenkomst: *AV - 4321*
Start project: *juli 2000*
Eindrapportage: *april 2002*

Projectleiders: *dr. W.J.J. Knibbe*
 drs. T.P. Alkim

Projectuitvoering: *Tranpute BV, Gouda*
 drs. J.A.C. van Toorenborg
 ir. C. van Nieuwenhuize
 drs. A.J. Oostveen
 drs. J.A.C.M. Elbers

Auteur deelrapport 'Advies':
 J.A.C. van Toorenborg

Delen van het onderzoek zijn uitgevoerd in samenwerking met Grontmij BV, De Bilt, opdrachtnemer van het parallelonderzoek 'Optimalisatie parameterinstellingen AID'

Onderzoek Modificatie AID

--- Advies ---

Onderzoek, uitgevoerd in opdracht van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer van het
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

April 2002

Inhoud:

	<u>blz.</u>
1. Inleiding en doel van het onderzoek	1
2. Aanpak	10
3. Varianten op huidig AID	14
4. Simulator	21
5. Resultaten	24
6. Advies	27
 Bijlage 1: Eerder uitgebrachte rapporten met relevantie voor het advies	 38
Bijlage 2: Structuur van MTM in relatie tot kosten modificaties	39

Afzonderlijk uitgebrachte deelrapporten:

- Onderzoek Modificatie AID - Onderzoek onderstation-varianten
- Onderzoek Modificatie AID - Blokkade Detector
- Onderzoek Modificatie AID - Handleiding en documentatie 'AID-Simulator'

Parallel aan het onderzoek 'Modificatie AID' is door Grontmij uitgevoerd en gerapporteerd het onderzoek:

- Optimalisatie parameterinstellingen AID

1 Inleiding en doel van het onderzoek

Inleiding:

Sinds de signalering bestaat zijn aan het hart van het systeem, de automatische filebeveiliging door middel van closed-loop AID, nauwelijks wijzigingen aangebracht. Toch zijn er wel degelijk klachten, van weggebruikers en systeembeheerders, over het functioneren van AID (af en toe te laat aanspringen, d.w.z. pas als men al in de file terecht is gekomen; 's nachts blijven "hangen" van AID; een maatregel opheffen en direct daarna of een kilometer verder weer invoeren). Opmerkelijk is ook dat over de status, betekenis en interpretatie van de door het systeem getoonde snelheden voortdurend discussie is gebleven (is het een adviessnelheid, een maximumsnelheid, een geadviseerde maximumsnelheid? wat doet die [50] boven een stilstaande file¹? moet een maatregel wel of niet met een 'einde restrictie'-teken worden afgesloten?). Tenslotte heeft het bestaan van AID de toepassing/ontwikkeling van veel andere dynamische verkeersmaatregelen danig in de weg gezeten. Dit omdat bij het dubbele gebruik van dezelfde signaalgevers voor verschillende doelen conflicterende situaties kunnen optreden die niet dan met veel systeemtechnisch kunst en vliegwerk kunnen worden uitgesloten, zo dit al mogelijk is. Momenteel wordt getracht tot integratie te komen van DVM-systemen en -toepassingen (Vanessa, Verkeerskundige Architectuur). Dit alles bijeen genomen heeft de Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV) doen besluiten om de filebeveiligingsfunctie in MTM nog eens goed tegen het licht wordt gehouden en te bekijken hoe het hiermee verder moet, nu en op termijn. Daartoe heeft AVV twee onderzoeken gestart:

- v OPA: Onderzoek 'Optimalisatie parameters AID' - over de verbeteringen die door aanpassing van parameters per direct in het bestaande AID zouden kunnen worden doorgevoerd, en
- v OMA: Onderzoek 'Modificatie AID' - over kleine en grote wijzigingen die zouden kunnen worden aangebracht in het algoritme zelf om het beter te laten functioneren dan wel beter te doen passen in de nieuwe ontwikkelingen.

Het OPA-onderzoek is uitgevoerd door Grontmij, het OMA-onderzoek door Transpute. De onderzoeken kenden in aanpak een overlap (workshops, simulator) waarbij is afgestemd en samengewerkt. Het OMA-onderzoek diende, na uitvoering van de onderzoeksdelen van het project, uit te monden in een advies omtrent uit te voeren modificaties. Dit rapport is dat advies.

Na het formuleren van het doel van het project wordt in deze inleiding iets verteld over de achtergrond en historie van AID. Dit opdat de niet ingewijde lezer zich enigszins kan voorstellen hoe de situatie gegroeid is tot wat hij is.

¹ met [50] enz. wordt aangeduid de beeldstand op de matrixsignaalgever van een signaleringsportaal

Doel van het project 'Modificatie AID':

Er zijn in het kader van het project 'Aanpassing en uitbreiding verkeerssignalering (AUV)' (8, 9) suggesties gedaan tot verbetering van het AID-algoritme. Onvoldoende duidelijk was echter wat de gevolgen zouden zijn van het aanbrengen van die veranderingen. Het doel van het onderzoek 'Modificatie AID' kan daarmee als volgt worden geformuleerd:

- dat onderzoek te verrichten dat nodig is om te kunnen besluiten of en hoe het algoritme veranderd moet worden;
- uit te zoeken wat de effecten en de kosten zijn van het aanbrengen van die veranderingen in het algoritme;
- de specificaties van de uit te voeren wijzigingen op te stellen;
- bij het onderzoek ook het gedrag van de weggebruikers te betrekken;
- het onderzoek te doen uitmonden in aanbevelingen welke wijzigingen uitgevoerd moeten worden.

Als opmerking kan worden toegevoegd dat de criteria haalbaarheid (kan het?) en betaalbaarheid (wat kost het?) uitdrukkelijk zijn meegegeven als randvoorwaarden aan de te onderzoeken modificaties.

Omdat de in het AUV-rapport gesuggereerde varianten nogal uiteenlopen wat betreft reikwijdte en scope, en omdat sommige van de genoemde varianten tamelijk ver gaan en over de wenselijkheid lang geen eensluidendheid bestaat, is als extra doelstelling toegevoegd:

- herijken, met alle betrokkenen, van de doelstelling(en) van AID.

Achtergrond; een kleine historie van AID:

Als met betrekking tot signalering insiders spreken over 'AID', dan doelen ze op het subsysteem in de signalering dat closed-loop de beeldstanden [70]-[50] plaatst bij langzaam rijdend verkeer. De letters AID staan voor "Automatic Incident Detection", een hot topic in de jaren 70 toen de verkeerssignalering werd geconcipieerd. Het elektronisch detecteren van langsrijdende voertuigen met een inductielus, later twee lussen, had men onder de knie en toepassing van meet- en regeltechniek op autosnelwegen leek grote beloften in te houden om verkeer beter en veiliger over deze wegen te laten afwikkelen. Vooral in Amerika, maar ook in Europa werden 'algoritmes' bedacht die, als er een ongeluk zou gebeuren, dit snel zouden detecteren zodat men dan vanaf een centraal punt adequaat op dergelijke gebeurtenissen kon reageren, bijv. door op afstand een maatregel te plaatsen of door hulp te sturen. Als een incident betrouwbaar en snel genoeg zou kunnen worden gedetecteerd, zou zelfs het aankomend verkeer automatisch voor het incident gewaarschuwd kunnen worden en zo zouden

kettingbotsingen voorkomen kunnen worden: 'closed-loop AID' (d.w.z. het systeem reageert automatisch op het verkeer zonder dat er nog een mens tussenkomt). Tenslotte bestond de verwachting dat met verkeersafhankelijke snelheidsregeling de voor de doorstroming optimale snelheid kon worden ingesteld. Vergeleken met wegaanleg was elektronica goedkoop, dus als men zo de effectieve capaciteit van een snelweg kon vergroten was de investering snel terugverdiend. De vigerende verkeerstheorie ondersteunde deze visie (het "instorten van de verkeersafwikkeling" nadat het kritische punt eenmaal was overschreden). Bij de spoorwegen had zojuist de overstap op elektronische baanvakbewaking enorme capaciteitswinsten opgeleverd (van pakweg een trein per half uur naar pakweg een trein per vijf minuten) dus waarom zou dit bij het wegverkeer ook niet kunnen? Dit alles bijeen genomen schiep het optimisme om meet- en regeltechnische toepassingen rondom de snelweg grootschalig ter hand te nemen. In Nederland mondde dit uit in de door Rijkswaterstaat en Philips gezamenlijk ontwikkelde autosnelwegsignalering.

In het ontwerp van het signaleringssysteem was in het onderstation (een wegkantstation dat ca. een kilometer autosnelweg bewaakt, zie het schema aan het eind van dit rapport) een vrij programmeerbare module opengehouden waarin het 'AID-algoritme' kon worden geladen. Onderwijl werd off-line op basis van (toen nog schaarse) meetgegevens gewerkt aan algoritmes die op diverse manieren probeerden een incident te detecteren. Toen de signalering zo ver was om in gebruik te nemen waren er uiteindelijk twee kandidaten gereed om in het onderstation op te nemen: een eenvoudig algoritme dat de verkeerstoestand indeelde in een 2x2-tabel van snelheids- en intensiteitsklasse en een wat ingewikkelder algoritme dat reageerde op verschuivingen van verkeer naar andere rijstroken (zoals dat naar verwachting zou plaatsvinden als men om een incident moest heenrijden). Bij overschrijding van de grenswaarden trad in de centrale een zogenoemd 'AID-alarm' op, een tekstregel op het bedieningsscherm die aangaf waar de overschrijding had plaatsgevonden voorzien van wat aanvullende informatie ter beoordeling. De daarop volgende regel toonde een maatregel-voorstel, de maatregel die het systeem had uitgewerkt om het aankomend verkeer voor het geconstateerde incident te waarschuwen. Met een fiat van de operator kon deze maatregel vervolgens worden geplaatst. Al gauw bleek dat de alarmen op basis van het eenvoudige algoritme maatregelvoorstellen opleverden die redelijk leken en men op het oog zo gauw niet kon verbeteren. Wel bleek dat de indeling naar intensiteitsklasse geen meerwaarde toonde en het algoritme is voortaan alleen op snelheid ingesteld. Het algoritme dat keek naar rijstrookverschuivingen gaf echter doorlopend valse alarmen af die ook met strengere parameterinstellingen niet afdoende konden worden geweerd. Binnen enkele dagen was het vertrouwen in het snelheidsalgoritme dusdanig gegroeid dat men het aandurfde dit algoritme 'closed-loop' te laten draaien, dus dat het fiat van de operator werd overgeslagen. Wel kreeg de operator alle meldingen nog te zien, maar de mogelijkheid

om maatregelen te blokkeren was een theoretische geworden. En zo is het feitelijk gebelev.

Over hoe closed-loop AID in de praktijk buiten werkte was men wel tevreden: voor zover men kon nagaan werd de staart van de file inderdaad altijd correct ingeleid met een afpellende snelheidsreeks [90]-[70]-[50]-[30]. Minder te spreken was men over de kermis van knipperende portalen boven file. Toentertijd was dat het geval voor de Van Brienenoordbrug waar in het gesignaleerde gebied het verkeer elke avond in de file stond te wachten. Het stop-and-go verkeer leidde dan weer tot [30], dan weer tot [50], dan weer flashers² 'aan', dan weer 'uit', enz. Het verkeer kon aan deze snelheden absoluut geen gevolg geven want het kon niet anders dan stilstaan of eventjes weer wat doorrijden. De geloofwaardigheid werd hier ernstig door aangetast omdat het systeem in de voorlichtingscampagnes juist was geprofileerd als een systeem dat voor de weggebruiker de optimale snelheid berekende (als iedereen de aangegeven snelheid zou rijden, zou het verkeer het beste afwikkelen): het systeem toonde adviessnelheden. Omdat het algoritme reageerde op lage snelheid kon de zaak in het AID-algoritme moeilijk worden verholpen, althans, dat is niet geprobeerd. Wel zijn de scherpe kantjes ervan afgehaald door het [30]-beeld niet meer te gebruiken en naar buiten voortaal te communiceren dat men de beelden niet moet interpreteren als adviessnelheid, maar als 'geadviseerde maximum snelheid'. Het systeem is verder zo aangepast dat de flashers alleen aangaan als t.o.v. het voorgaande portaal van een restrictievere snelheid sprake is. Omdat bleek dat het verkeer op de [90] op den duur niet meer reageerde (de file is kennelijk nog te ver weg om al te gaan afremmen, men wacht tot de file in beeld komt) is het systeem van afpellende snelheden ingeperkt van [90]-[70]-[50] tot [70]-[50]. Tenslotte zat men met het vervelende fenomeen dat het vaak voorkwam dat direct na het 'einde restrictie'-teken van de ene AID de volgende AID-maatregel alweer begon (schokgolfverkeer). Dit is zo'n apert onlogische combinatie dat het vermeden moet worden. De opties waren het te ondervangen door de maatregel van de ene AID naar de andere door te trekken of om het 'einde restrictie'-teken gewoon weg te laten. Omdat de zwakke centrale computer van die tijd al aan zijn maximale belasting toekwam, is gekozen voor het laatste. Toen in 1996 met de RVV-wijziging de snelheidsbeelden de status van snelheidslimiet kregen, was er vanuit de systeemtechnische hoek nog steeds geen passende oplossing uitgewerkt. Had het OM toen vastgehouden aan het principe dat elke bijzondere snelheidsrestrictie moet worden afgesloten met een 'einde restrictie'-teken, dan had AID moeten worden afgezet (of voortaan zeer onbevredigend gefunctioneerd).

² Flashers zijn de knipperlichten die op de hoeken van de matrixsignaalgevers zijn aangebracht om de aandacht te vangen.

In de ruim 20 jaren die sinds de start met de signalering zijn verlopen is dus de status-quo van toen nog maar weinig veranderd, eerder geconsolideerd³. De ambitie om met lusdetectie ongevallen te detecteren is langzaam weggeëbd. AID is de facto veranderd in wat men het beste kan omschrijven als "filebeveiliging". Het algoritme op basis van rijstrookverschuivingen was al vrijwel direct uit de specificatie van het onderstation verdwenen. De vrij te programmeren AID-module is met de certificering van het onderstation gesneuveld, evenals de intensiteitsklassen. Het scherm in de verkeerscentrale waarin alle "incident-alarmen" voorbijkomen is op de achtergrond geraakt vergelijkbaar met hoe de DOS-box in Windows-ME nog steeds bestaat maar niet meer domineert, en niemand vat een incident-detectie nog op als een ongevals-alarm. Deze markeren slechts de plaatsen die bij het doorlopend wisselende filebeeld in de file geraakt zijn of er juist weer uit raakten, de operator doet er niets mee, het systeem doet er niets mee. Als er al ongevallen worden herkend, dan is het aan de hand van de kaartbeeldschermen waarop de beeldstanden staan geprojecteerd, meestal omdat er een file optreedt op een ongebruikelijke plaats of tijd. Een ongeval dat optreedt binnen een gebruikelijke file wordt om dezelfde reden niet of zeer laat herkend, want de portalen staan immers al oranje afgebeeld. Wegens gebrek aan discriminerende middelen hebben de operators geen voortrekkersrol bij incident management verworven. Door de opkomst van de mobiele telefoon is de belangstelling voor automatische incidentdetectie wereldwijd getaand ("binnen een paar minuten worden we toch wel gebeld"). En al dekt de vlag de lading niet, het Nederlandse 'AID' functioneert al die tijd tot redelijke tevredenheid van de diverse betrokkenen als "filebeveiliging" op de snelwegen die van signalering zijn voorzien.

Is dus aan het principe van AID weinig meer veranderd, wel hebben in de tussentijd belangrijke wijzigingen plaatsgevonden en is de algehele situatie veranderd:

- Een van de belangrijkste veranderingen is misschien wel dat het aantal wegen met signalering enorm is toegenomen. Wil men nu nog iets wijzigen in het onderstation, dan heeft men dus een grote ballast te vertillen: met 4000 onderstations komt een wijziging van 5000 € per onderstation uit op 20 M€. Zelfs (algemene) parameterwijzigingen zijn alleen nog maar betaalbaar als ze in het reguliere onderhoud worden meegenomen (want als men apart een monteur stuurt naar elk onderstation, kost de hele operatie al 1 M€).

³ Midden jaren 80 heeft AID nog een facelift gekregen. Dit heeft geleid tot een snelheidsalgoritme dat werkt volgens dezelfde principes maar meer sophisticated is uitgevoerd. Dit is het algoritme dat momenteel in de signalering draait. In plaats van snelheid wordt het omgekeerde van de snelheid afgevlakt, in plaats van één zijn er twee alpha's, één voor versnellend en één voor vertragend verkeer, en de snelheidsdrempels V-hoog en V-laag zijn verdubbeld zodat ook de overgangen twijfel-file en twijfel-filevrij van een hysteresis kunnen worden voorzien. Deze dubbele drempels zijn overigens nog nooit gebruikt. In de update 'MTCSS' is geprobeerd "gladstrijken" in te voeren, enigszins vergelijkbaar met de variant die hier omschreven is als 'overbruggen van hiaten tussen files'. Deze update heeft het nooit gehaald.

- Een andere is dat de techniek sterk is verbeterd, bijv. de AID-loop⁴ wordt nu in 4 seconden afgewerkt tegen 20 seconden in de beginjaren (uitlopend tot meer dan 60 als het systeem het druk had).
- De dichtheid van portalen en meetstations is toegenomen.
- Allerhande finesses bij bijzondere situaties (weefvakken, afritten) zijn opgelost met speciale configuratiemogelijkheden (als AID-split, +20-regels, copy-V).

Het eindresultaat is dat AID nu werkt van het meest doorsnee wegvak tot het ingewikkeldste knooppunt en dat AID nog maar zelden tot onwenselijke beeldpatronen leidt, noch uit zichzelf, noch in combinatie met door operators geplaatste maatregelen (snelheidsmaatregelen en/of rijstrook-afkruisingen, maatregelen die meestal verband houden met wegwerk of incidenten). De keerzijde van een uitgeëvolueerd systeem als het huidige MTM is dat het zeer moeilijk blijkt te zijn om ook nog maar iets te veranderen zonder dat het direct allerlei nieuwe problemen oproept, getuige de onbeheersbaar gebleken planningstrajecten van de opvolgende updates MCSS+, MTCSS, MTM-juli, MTM-2. De praktijk wijst uit dat men ook voor de kleinste verandering in een cascade van wijzigingen terecht komt voordat alles weer is ingeregeld en lekker loopt. De signalering wordt daarom nu ervaren als een star systeem dat bij nieuwe ontwikkelingen liever wordt omzeild dan meegenomen.

Een laatste punt dat hier besproken moet worden is de reactie van het verkeer op maatregelen. Er is op dat punt met het signaleringssysteem veel ervaring opgedaan. Dit omdat de signalering niet alleen maatregelen kan plaatsen, maar ook direct kan meten hoe het verkeer reageert. Kort samengevat is gebleken dat de naleving van de verdrijfpijl en het rode kruis zeer goed is, maar dat de snelheidsaanduidingen - tenzij naast een afzetting - niet of nauwelijks in meetbare effecten ressorteren. Het lijkt er nog het meeste op dat de snelheidsbeelden, al dan niet in combinatie met flashers, door de weggebruiker worden opgevat als een waarschuwing voor naderende file maar dat hij met het aanpassen van de snelheid wacht tot de file daadwerkelijk in het vizier komt c.q. tot het verkeer om hem heen begint te remmen. Het is overduidelijk geworden dat de automobilist, althans in Nederland, alleen navolging geeft aan de lagere snelheidsbeelden ([70], [50]) als er sprake is van zichtbare bijzondere omstandigheden zoals wegwerk⁵ ⁶. De wijziging in juridische status van adviessnelheid naar snelheidslimiet

⁴ Met de AID-loop wordt bedoeld de regelkringloop van onderstation naar centrale terug naar onderstation: onderstation stuurt maatregelverzoek naar centrale, centrale vergelijkt alle ingekomen verzoeken met uitstaande beelden, centrale bepaalt wijzigingen en stuurt deze uit naar de onderstations, onderstation plaatst wijziging.

⁵ Zie evaluatierapport verkeerssignalering (De Kroes, 1983), evaluatie proef homogeniseren A2 (AVV, 1993).

⁶ Interessant in dit opzicht is ook de observatie dat de huidige instelling van de parameters erop berust dat de weggebruiker de maatregel niet strikt naleeft. Immers de maatregel is [50] en wordt pas opgeheven als het verkeer harder rijdt dan 50. Bij strikte naleving zou geen AID maatregel meer verdwijnen maar dit is nog nooit waargenomen. Wel trad dit verschijnsel op bij introductie van MTM in Zweden.

heeft hier geen verandering in gebracht. Een interessante ontwikkeling in dit verband is een experiment waarin de snelheidsbeelden worden voorzien van een rode rand (DYVERS). In dit experiment zullen de dynamische snelheidslimieten ook strikt worden gehandhaafd. Gezien over het hele gesignaleerde gebied lijkt consequente handhaving echter complex en buitenproportioneel kostbaar. Voor AID houdt dit in dat de snelheidsbeelden vooralsnog de facto als een waarschuwingssignaal moeten worden gezien, en niet als een snelheidsregelsysteem.

Na deze historische uitwijding wordt nu de situatie m.b.t. AID gerecapituleerd zoals die bestond bij de aanvang van het onderzoek, juli 2000.

Situatie met betrekking tot AID:

In een in 1998 uitgevoerd onderzoek naar het functioneren van AID (3) is uitgebreid gesproken met alle betrokkenen en is een toets in de vorm van een veldevaluatie uitgevoerd. Hieruit kwam het volgende beeld naar voren:

- AID werkt als filebeveiliger naar behoren in die zin dat in zeker 98% van de gevallen aankomend verkeer eerst een snelheidsbeeld ziet en pas dan in de file terechtkomt, terwijl het vrijwel nooit voorkomt dat AID 'spontaan' aangaat, d.w.z. zonder dat er een verkeersverstoring aan ten grondslag ligt.
- Er zijn een paar situaties waar AID steken laat vallen en die dus verbeterd kunnen worden; dit heeft te maken met zaken als:
 - een portaal dat niet werkt, een werkvak waar de detectie is uitgeschakeld
 - te laat waarschuwen, d.w.z. dat men eerst in de file terechtkomt en dan pas een snelheidsbeeld tegenkomt; dit is normaal gesproken niet zo erg omdat men een portaal al van verre ziet knipperen; bij mist kan zo'n fout echter fatale gevolgen krijgen
 - file die maar niet onder de 35 km/u komt (AID slaat dan niet aan)
 - compacte schokgolven die van tijd tot tijd voor de signalering "even uit het zicht verdwijnen" omdat de file net tussen twee meetpunten invalt: de maatregel wordt dan weggehaald maar de schokgolf is er natuurlijk nog.
- Het 'einde restrictie'-teken ontbreekt, terwijl sinds 1996 de AID-maatregelen formeel toch de status van een snelheidslimiet hebben. Deze omissie verzwakt de juridische status, bemoeilijkt de handhaving. Vanuit verkeerskundig oogpunt is toevoegen van het teken echter ongewenst.
- Andere klachten van weggebruikers en wegbeheerders hebben vooral te maken wat AID toont/niet toont buiten de eigenlijke filewaarschuwing om:
 - de [50] boven langzaam rijdende/stilstaande file: gewaarschuwd hoeft er niet meer te worden, als dynamisch geplaatste snelheidslimiet is het misplaatst, als adviessnelheid kan het ook niet bedoeld zijn en dus kan de maatregel beter worden weggehaald; toch zijn hierover de meningen verdeeld

- het zou fraaier zijn korte stukken tussen files in te overbruggen met bijv. [90]: dit voorkomt zinloos optrekken en weer afremmen, en geeft bovendien het signaal af dat de weg verderop nog niet probleemvrij is
- in het geval van rijdende files is een AID-maatregel [70] voldoende en hoeft niet direct [50] getoond te worden.

Deze laatste punten hebben meer te maken met of men verkeer in file wil "bijsturen" en zo ja, hoe. Met name onder de beroepsmatig bij de signalering betrokken personen blijkt hierover voortdurend verschil van inzicht te blijven bestaan. Als men bijvoorbeeld voorstelt de [50] boven file weg te halen, is het tegenargument dat het zien van het blanco portaal in de verte het verkeer aan de kop van de file sneller doet optrekken en daarmee de file eerder doet oplossen. Als men voorstelt de gaten tussen files te overbruggen komt de opmerking dat dit eigenlijk iets voor homogeniseren is enz. Het zal duidelijk zijn dat als men AID-varianten gaat ontwerpen die dit soort dingen doen, men in elk geval een beeld moet hebben van hoe men *wil* dat de varianten fileverkeer afhandelen. Daarom is ook in dit project - in de workshops aan het begin van het onderzoek - aan dit aspect aandacht besteed.

Gezien de beschreven situatie met betrekking tot AID en gebruikmakend van het voorwerk dat al was verricht in het onderzoek van 1998 (3), is in dit onderzoek nagegaan welke verbeteringen in het AID-algoritme haalbaar en de moeite waard zijn om daadwerkelijk in uitvoering te nemen. Conform de opdracht heeft het onderzoek zich beperkt tot concrete modificaties die op relatief korte termijn en met gematigde ingrepen te realiseren zijn.

Indeling van het advies:

Dit advies geeft op hoofdlijnen de resultaten van het onderzoek en de daarop gebaseerde adviezen weer en is als zelfstandig rapport te lezen. Het in dit project uitgevoerde onderzoek is in detail gerapporteerd in de in de inhoudsopgave genoemde, apart uitgebrachte deelrapporten. Ook is de rapportage van het door Grontmij uitgevoerde onderzoek relevant.

De indeling is als volgt:

- in het volgende hoofdstuk wordt de aanpak beschreven zoals die bij de uitvoering van het gehele project is gevolgd,
- in hoofdstuk 3 de worden de overwogen modificaties voor het AID-algoritme kort bediscussieerd,
- in hoofdstuk 4 wordt de AID-simulator beschreven die voor het project is ontwikkeld,
- in hoofdstuk 5 worden de onderzoeksresultaten en bevindingen samengevat,
- in hoofdstuk 6 tenslotte worden de aanbevelingen geformuleerd en beargumenteerd.

Status van het advies:

Dit advies is een advies van Transpute aan opdrachtgever. Het is opgesteld nadat de onderzoeksactiviteiten waren afgerond en nadat de resultaten van het parallel door Grontmij uitgevoerde onderzoek naar parameterinstellingen beschikbaar waren gekomen. Het verwoordt de mening van Transpute⁷ maar niet noodzakelijkerwijs die van opdrachtgever. Het is behalve op de resultaten van het onderzoek gebaseerd op alle informatie die tijdens het project bijeen is gebracht en op de eigen expertise terwijl bij het opstellen van het advies rekening is gehouden met de overige ontwikkelingen die momenteel plaatsvinden in en rond DVM.

⁷ De aanbevelingen worden ook gedragen door Grontmij.

2 Aanpak

Algehele aanpak van de projecten 'Modificatie AID' en 'Optimalisatie parameters AID':

De beide projecten tezamen hebben de volgende opbouw gehad:

- Herijking doelstelling AID, gewenste werking van AID (workshops met betrokkenen)
- Bouw simulator
- Studie OPA: optimalisatie parameters bestaande AID-algoritme
- Studie OMA: studie modificatie AID
- Opstellen advies

Bij de workshops en de bouw en het testen van de simulator is gezamenlijk opgetrokken, de simulator is geprogrammeerd door Transpute. Het onderzoek naar de performance van varianten en parameterinstellingen is gestart toen de simulator voldoende gereed was. Deze twee onderdelen zijn parallel uitgevoerd, het OPA-deel door Grontmij, het OMA-deel door Transpute. Onderwijl is ook de simulator verder uitgebouwd. Het advies is als laatste opgesteld.

Workshops:

De twee workshops waarmee het project is aangevangen hadden, zoals gezegd, tot doel alle betrokkenen weer een keer bij de les te krijgen door gezamenlijk door te nemen wat men met AID zou willen als men het opnieuw zou mogen inrichten, welke opties men dan wel of juist niet wenselijk acht, en tegelijkertijd de bestaande/uitstaande klachten en wensen te recapituleren en te prioriteren. De tweede workshop is gebruikt om een aantal haalbaar geachte modificaties voor te leggen en naar voorkeur te prioriteren. Ook zijn in de workshops de criteria vastgesteld waarmee een beoordeling van de performance van varianten plaats kan vinden. Zie hiervoor hoofdstuk 3 uit het OPA-rapport. Het gaat dan om criteria die aangeven wanneer een AID-maatregel wel goed is geplaatst en wanneer niet. Ook zijn weegfactoren afgesproken waarmee tot een totaalbeoordeling kan worden gekomen nadat men de verschillende fouten tegen elkaar afweegt. Het gaat dan om zaken als hoe zwaar weegt één vals alarm t.o.v. één gemist alarm enz.

Simulator:

Het met een simulator onderzoeken van de varianten of parameterwijzigingen die men overweegt in te voeren heeft vele voordelen:

- het is veilig (er wordt niet met het verkeer geëxperimenteerd)
- het is snel en goedkoop
- het biedt een gecontroleerde omgeving, dus twee varianten kunnen in exact dezelfde omstandigheden worden gebracht en vergeleken, wat in werkelijkheid nooit kan

- men kan al simulerend optimaliseren en het geoptimaliseerde resultaat in een keer in het veld invoeren
- men kan de performance-verbetering vooraf inschatten (en kan het invoeren van wijzigingen c.q. het in gang zetten van een ontwikkeltraject dus beperken tot die gevallen die daadwerkelijk verbeteringen opleveren die de moeite waard zijn).

Er zijn echter ook nadelen:

- de respons van de weggebruiker wordt niet meegesimuleerd
- een grote diversiteit aan meetdatasets is nodig om van de vele verschillende situaties die kunnen voorkomen ook een min of meer representatieve selectie in de invoergegevens te hebben.

Voor de beide projecten OPA en OMA is gekozen voor de aanpak met een simulator. Daartoe is een computerprogramma geprogrammeerd - de AID-simulator - dat als men het voedt met voertuigmetingen zoals die van de detectoren van de signalering komen, berekent welke acties MTM, huidige versie dan wel een ingeprogrammeerde modificatie, zou nemen. Door de acties van dergelijke virtuele systemen te vergelijken kan men tot een beoordeling komen, bijvoorbeeld dat de ene variant te verkiezen is boven de andere.

Dit brengt meteen de vraag met zich mee: Wat is beter? Men moet dan helder voor ogen hebben hoe men *wil* dat AID reageert in een bepaalde situatie. Daartoe zijn de uitkomsten van de workshops vertaald en geformaliseerd in een aantal regels, regels als "de eerste waarschuwing moet minstens X meter voor de staart van de file getoond worden maar ook weer niet verder dan Y meter ervoor". Zie hoofdstuk 4 van het deelrapport 'Onderstationvarianten' voor een opsomming van de opgestelde criteria. Om het onderzoek ook bij het analyseren van lange meetseries werkbaar te houden zijn deze regels eveneens ingeprogrammeerd en worden automatisch scores toegekend. De mate waarin een variant aan het gewenste gedrag voldoet komt dan tot uiting in de scores. De simulator is daarom ingebed in een schil, de "simulatie-omgeving", waarin het gedrag van een variant wordt afgezet tegen gewenst gedrag. Dit gewenst gedrag kon in eerste instantie met de hand worden aangegeven, maar is later, toen grotere datasets werden verwerkt, vervangen door een berekende referentie. Bijvoorbeeld is een referentie-classificatie van de verkeersstoestand tot 'file'/'filevrij'/'twijfel' berekend door niet alleen de meetgegevens tot aan het simulatietijdstip 't' te gebruiken, maar ook de toekomst mee te nemen. De simulator kan dit niet en moet zich baseren op de metingen tot en met tijdstip 't'. Het aantal afwijkingen tussen simulator en referentie wordt geteld en van een penalty-score voorzien, enz.

De simulator berekent dus de acties van AID voor een gegeven variant, de simulatie-omgeving vergelijkt dit met de aangelegde criteria, berekent penalty-scores, en vat dit samen tot een overall resultaat over een bepaalde dataset. Om alles handig te kunnen

configureren, parameters te variëren en resultaten te inspecteren zijn nog diverse hulpmiddelen toegevoegd die hier niet verder terzake doen.

De simulator is voor beide studies ingezet, in het OPA-onderzoek om verschillende parameterinstellingen in het bestaande algoritme te vergelijken, in het OMA-onderzoek om varianten te vergelijken.

Meetgegevens:

De simulator heeft, net zoals de verkeerssignalering zelf, meetgegevens nodig op voertuigniveau. Nu doet zich in de praktijk het probleem voor dat het onderstation de meetgegevens verwerkt tot de kentallen waarmee AID verder werkt, maar dat het onderstation de voertuigmetingen zelf niet bewaart. Wil men de simulator kunnen voeden, dan is dus logging nodig van de voertuigmetingen. Wil men één onderstation simuleren, dan zijn de voertuigmetingen nodig van alle detectoren waarmee het onderstation verbonden is. Wil men de acties van MTM als geheel simuleren, dan is een langer traject nodig waarvan alle detectorstations worden gelogd. Dit loggen van alle voertuig-metingen is mogelijk als langs het traject VIC-net is aangelegd en de onderstations van een VIC-net module zijn voorzien (VIM). In de centrale kunnen de gegevens dan worden opgevangen op een RESI-computer. De aanpak van het project was gebaseerd op het gereed komen van een of meerdere met RESI ingerichte trajecten in de loop van 2001. Ten tijde van het opstellen van dit advies is RESI operationeel voor één detectorstation. Dit heeft duidelijk gemaakt dat het systeem op zich goed werkt, maar er is nog steeds geen traject ingericht. Voor de OPA en OMA onderzoeken is daarom uitgeweken naar een al bestaande dataset, ingewonnen met de oude RCU-units, op de A2 Utrecht-Amsterdam. Deze dataset is niet ideaal omdat de afstanden tussen de meeste meetpunten groter is dan bij de signalering in zijn huidige projectie (een à anderhalve km i.p.v. 300-400 meter). Met deze dataset kon de performance van geïsoleerde onderstations redelijk worden uitgetest, maar de data was ongeschikt voor het vergelijken van AID-varianten over trajecten.

Deze beperking heeft helaas niet alleen het simuleren van trajecten bemoeilijkt, ook de generaliseerbaarheid van de wel bereikte resultaten op onderstationniveau is aanzienlijk minder dan het had kunnen zijn als meer trajectgegevens voorhanden waren geweest.

Studie OPA:

Met de simulator zijn verschillende parameter-instellingen van het bestaande AID-algoritme vergeleken met de huidige instellingen voor de genoemde A2-dataset. Dit heeft geresulteerd in geoptimaliseerde instellingen, althans over deze dataset. Er is dus geoptimaliseerd voor het verkeer op de A2, een drukke driestrooksweg, maar de resultaten zijn daarmee nog niet generaliseerbaar naar vier- of tweestrooksrijbanen en andere typen verkeer.

Studie OMA:

Zoals in het OPA-onderzoek de parameter-instellingen zijn onderzocht, zo zijn in de OMA-studie een aantal varianten voor AID op onderstation-niveau vergeleken. Eerst zijn de varianten geformuleerd, toen in de simulator ingebouwd en tenslotte met de meetgegevens van het A2-traject aan de tand gevoeld. Deze varianten betroffen geen fundamentele wijzigingen op het huidige algoritme, eigenlijk alleen andere manieren van afvlakken van de snelheid. De resultaten konden worden vergeleken met de OPA-uitkomsten.

De meer interessante varianten voor het OMA-onderzoek lagen echter op het niveau van het centrale AID. Omdat er geen geschikte trajectgegevens voorhanden waren, konden deze varianten niet worden gesimuleerd. De rapportage beperkt zich wat de centrale AID-varianten betreft hier daarom noodzakelijkerwijs tot een discussie van de voorgenomen varianten, zie hoofdstuk 3 en het deelrapport.

Dan is er nog een zijsprong gemaakt in het OMA-onderzoek naar de "blokkade-detector", zie eveneens hoofdstuk 3. Dit is weliswaar een algoritme op centraal niveau en heeft dus trajectgegevens nodig, maar het behoeft geen voertuiggegevens want het werkt ook al op geaggregeerde gegevens. Voor de exercitie zijn MARE-gegevens gebruikt (de minuutgegevens uit de signalering) al zouden gegevens op een 20-secondenraster beter zijn geweest. Vanwege de uitgebreide beschikbaarheid van dit type meetgegevens kon de blokkade-detector wel uitgebreid worden onderzocht. Overigens is de blokkade-detector geen algoritme voor file-waarschuwing maar een algoritme dat incidenten kan detecteren.

Opstellen advies:

Kijkend naar het programma dat bij aanvang van het onderzoek was opgesteld, naar het feit dat de varianten op centraal niveau niet zijn onderzocht, dat aan het gedragsonderzoek dat aan deze varianten was gekoppeld is komen te vervallen, is het opstellen van dit advies enigszins prematuur. Toch is het onwenselijk geacht het resumeren tot een samenvattend oordeel nog langer uit te stellen. Dit advies berust daarom op de kennis en bevindingen die tot nu toe zijn vergaard, hetgeen betekent dat met name een getoetste beoordeling van varianten op centraal niveau nog mist, en op inzicht en expertise voor zover het gaat om de niet onderzochte zaken. Bij het opstellen van het advies is echter uitdrukkelijk getracht tot een integrale afweging te komen van alle beschouwde opties, inbegrepen de niet-onderzochte varianten.

3 Varianten op huidig AID

Als we met een schone lei mochten beginnen...

Met alle ervaring die met het signaleringssysteem is opgedaan, en men zou met een schone lei mogen beginnen, hoe zou men het dan willen inrichten?

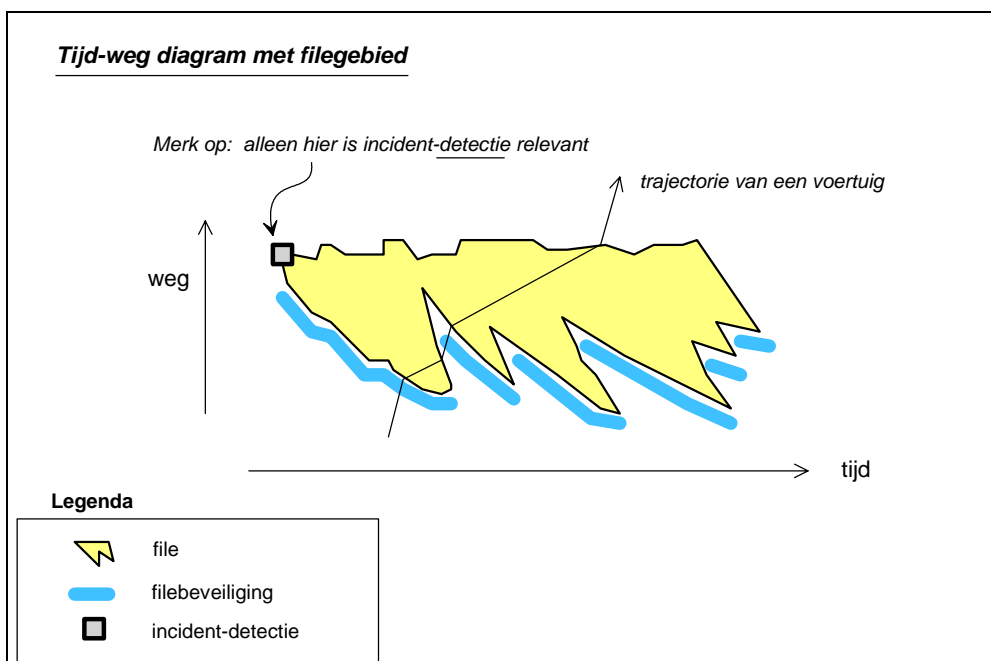
Voor een zuivere discussie over AID is het van belang twee functies helder te onderscheiden (zie ook (3, 4) en hoofdstuk 3 OPA-rapport):

1. *De detectie van incidenten*
2. *Filebeveiliging*

Incidentdetectie is de detectie van de incident-gebeurtenis sec. De taak is in principe voorbij nadat het incident is gedetecteerd, al is het verkeer zelf misschien nog hevig verstoord.

Filebeveiliging is (de taak van) het waarschuwen van aankomend vrij verkeer voor het naderen van file. Deze taak gaat door nadat het incident is gebeurd totdat ook het laatste restje file is verdwenen. Deze taak gaat ook door als er helemaal geen incident is gebeurd, maar bijv. door capaciteitstekort een file is ontstaan.

Figuur 1 verduidelijkt het verschil tussen beide taken aan de hand van een tijd-wegdiagram.



Figuur 1. Het verschil tussen incidentdetectie en filebeveiliging

Beide taken kunnen automatisch worden uitgevoerd. Het zijn echter *afzonderlijke taken*. Wat verwacht men nu van AID? Gezien de beschreven historische ontwikkeling wordt in het kader van dit project onder de noemer 'AID' exclusief de taak "filebeveiliging" begrepen. Filebeveiliging vindt ook plaats als er helemaal geen incident is opgetreden, zoals bijvoorbeeld bij structurele file. Alle beschouwde AID-varianten zijn dan ook varianten die de taak filebeveiliging - naar verwachting - op een betere, efficiëntere of goedkopere manier uitvoeren dan nu het geval is. De taak 'incident-detectie' wordt *niet* beschouwd en vindt ook in dit advies nauwelijks een plaats. Hierop is één uitzondering: als zijsprong is binnen het project nader naar de "blokkade-detector" gekeken. Dit is een incident-detector in de ware zin van het woord omdat het alleen plaats en moment van optreden van het incident signaleert. Al wordt de file die het incident oproept nog zo groot, de blokkade-detector houdt zich daarna weer stil.

Een derde functie die steeds om de hoek komt kijken omdat AID nu eenmaal met snelheden werkt is:

3. Homogeniseren

Onder homogeniseren wordt verstaan het instellen van een verkeersafhankelijke advies-snelheid of snelheidslimiet. Ideaal gesproken betreft het een snelheidsmaatregel over een aanzienlijke afstand die zo min mogelijk wisselt naar plaats en tijd, alleen onder bepaalde verkeerscondities wordt opgelegd en zodra aan deze condities niet meer is voldaan weer wordt opgeheven. Als tegelijkertijd het AID-algoritme actief is en bij files [70]-[50] beelden plaatst, ontstaat alsnog een wisselend beeld en treedt onvermijdelijk wederzijdse beïnvloeding op. Immers, beide functies maken gebruik van dezelfde snelheid-signaalgevers. Zo zullen de AID-beelden het idee achter de homogeniseringsmaatregel onderuit halen en zullen de snelheden van de homogeniseringsmaatregel de filewaarschuwingen minder zichtbaar maken. Merk in dit verband ook op dat het idee om de ruimtes tussen twee schokgolven te overbruggen ("gladstrijken van AID") al de kant van homogeniseren opgaat. De neiging om met de ene functie al wat van de andere mee te nemen blijkt sterk. In dit advies wordt het standpunt gehuldigd dat deze functies zoveel mogelijk gescheiden moeten blijven.

Zouden we met een schone lei mogen beginnen dan zou ons standpunt - d.w.z. het standpunt van Transpute - zijn:

- *de drie genoemde functies kunnen alledrie automatisch worden uitgevoerd, maar het heeft grote voorkeur ze, ook naar de weggebruiker toe, gescheiden te houden.*

In onze optiek zou het als volgt functioneren:

- Incident-detectie → waarschuwing in verkeerscentrale
- Filebeveiliging → waarschuwingssignaal enige afstand voor begin file
- Homogeniseren → verkeersafhankelijke snelheidsrestrictie met rode rand

Snelheidsbeelden zijn dan exclusief voorbehouden aan handmatig dan wel automatisch geplaatste maatregelen die worden toegepast omwille van de verkeersveiligheid en/of de doorstroming, en zijn altijd met rode rand. Er worden dus alleen snelheidsrestricties opgelegd, er worden nooit adviessnelheden gegeven⁸. Waarschuwen voor file wordt niet meer met afpellende snelheden gedaan, maar met een nader af te spreken waarschuwingssignaal, bijvoorbeeld het gevaar-bord, bijvoorbeeld de tekst 'FILE', bijvoorbeeld een knippersignaal. De beste functiescheiding wordt bereikt als de filewaarschuwingstekens helemaal van de maatregelportalen worden afgehaald, men denke dan aan LED-lichtjes in de vangrails of knipperpalen langs de weg⁹.

De voordelen van deze scheiding zijn evident:

- de signaalgevers op de portalen staan vrij ter beschikking voor verkeertechnische maatregelen,
- verkeersmaatregelen en AID kunnen elkaar op de portalen niet meer dwarszitten, met als niet het minst belangrijke gevolg dat ook de ontwikkeling van nieuwe sub-systemen (als bijv. DYVERS) weer eenvoudig wordt;
- om het verkeer te waarschuwen (voor file) komt een ruimer afstandsinterval beschikbaar: nu moet de afpellende snelheidsreeks precies op de goede plaats staan omwille van de geloofwaardigheid (en omdat men anders de snelheid niet naleeft), hetgeen een grote portaaldichtheid noodzakelijk maakt (duur); bij gebruikmaking van een waarschuwingssignaal hoeft de plaatsbepaling niet zo precies te zijn (men neemt gewoon wat meer reserve) en kan de benodigde meet- en regelinfrastructuur dus teruggebracht worden;
- een eventuele uit juridische hoek komende verplichtstelling van toepassing van 'einde restrictie' teken als afsluiting van iedere AID-maatregel (het is tenslotte een snelheidslimiet) hangt niet meer als zwaard van Damocles boven AID in MTM
- en, niet het minst belangrijke argument, men toont geen snelheid! Soms komt het voor dat zelfs de getoonde AID-snelheid te hoog is. Dit kan voorkomen bij dichte mist, bij gladheid, of als het begin van de file verkeerd is ingeschat. Al is het geen adviessnelheid meer, het wel tonen van een snelheid kan erger zijn dan het niets tonen. Met gebruik van een eenvoudig waarschuwingsteken is men hiervan af.

Opmerking:

Bovenstaande zienswijze wordt niet door iedereen gedeeld en ook op de workshops was hierover geen overeenstemming. Een steekhoudend tegenargument is het volgende: als men de weggebruiker niet

⁸ Nooit adviessnelheden want er is geen systeem technisch zo waterdicht dat het garanderen kan dat nooit een te hoge adviessnelheid wordt getoond.

⁹ Omdat een hoge portaaldichtheid alleen voor AID is gewenst, kan op termijn de scheiding ook vanuit kostenopgave interessant zijn.

expliciet aangeeft hoe te handelen, reageert iedereen verschillend en ontstaan daardoor problemen. Toont men alleen een waarschuwingssignaal, dan zullen inderdaad sommigen afremmen terwijl anderen doorrijden tot ze de file zien. Dit tegenargument gaat echter voorbij aan het feit dat niets uit de praktijk aangeeft dat dit bij het huidige tonen van snelheidsbeelden niet evenzo het geval is (12, 13, 14).

Varianten voor filebeveiliging in MTM:

In het licht van het voorgaande komt dan nu de vraag aan de orde hoe AID in MTM kan worden gemodificeerd zodat het de taak filebeveiliging beter, efficiënter of met minder zorg en complexiteit (en dus uiteindelijk goedkoper) uitvoert.

Voor de duidelijkheid: als taak van het algoritme wordt uitsluitend filebeveiliging gezien, niet homogeniseren en niet detectie van het incident.

Beschouwd zijn de volgende opties:

A: De AID-maatregel anders op de weg projecteren:

- waarschuwen met enkel een waarschuwingsteken, geen snelheid
niet onderzocht vanwege slechte inpasbaarheid in huidig MTM
- met alléén afpellende snelheden bij de overgang van vrij verkeer naar file (dus geen [50] boven file)
niet onderzocht omdat men het hier niet over eens is; sommigen vinden [50] boven file wel nuttig omdat de weggebruiker dan aan de overgang naar [blanco] het eind van de file kan afleiden
- houden zoals het nu is, d.w.z. afpellende snelheden bij de overgang en dan verder [50] boven file; evt. invoering van een [70]-AID
zie het OPA-onderzoek voor de onderzochte parameter-instellingen en de wens ook een [70]-AID-aanvraag te hebben; alternatieve actietabellen voor veelstrookswegen dienen nog te worden onderzocht
- hiaten tussen schokgolven opvullen (tot enkele kilometers de afstand tussen files overbruggen met [90] of [70])
niet onderzocht vanwege gebrek aan trajectgegevens

B: De AID-maatregel anders berekenen:

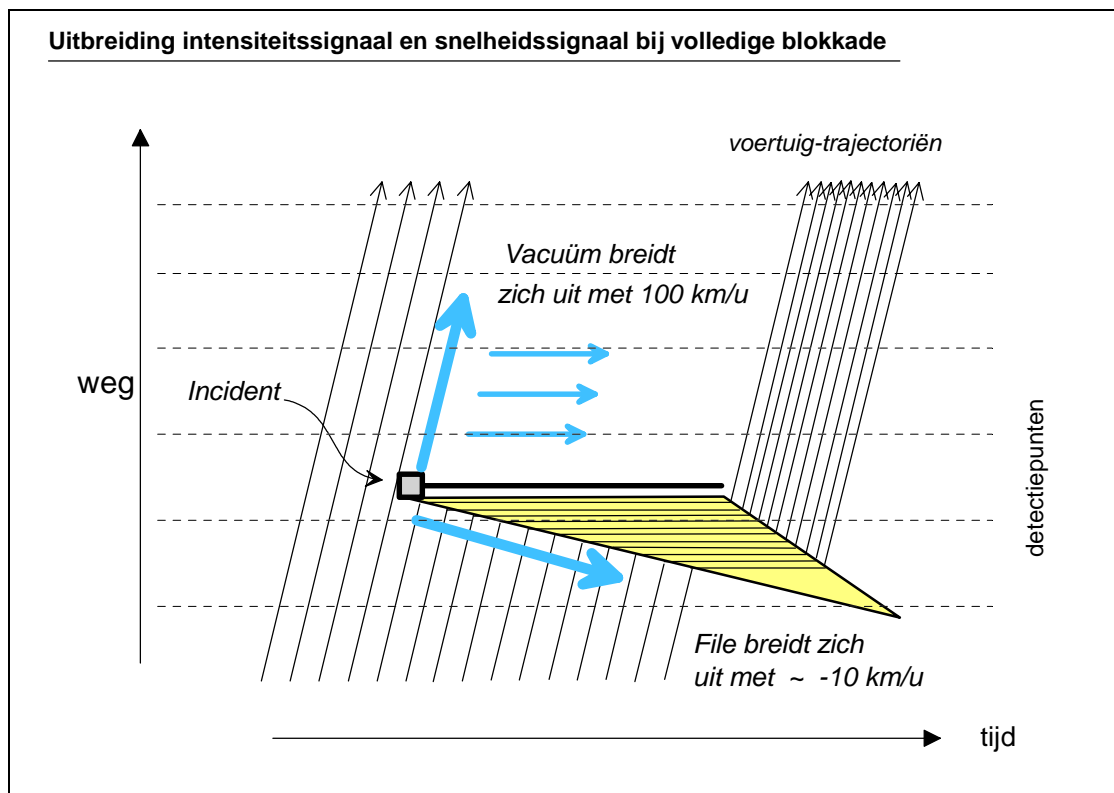
- op onderstationniveau anders afvlakken en/of overstappen op een andere berekening bij lage intensiteit
enkele alternatieven zijn onderzocht
- AID laten triggeren op groot snelheid-verschil tussen aankomend en langzaam rijdend verkeer
niet uitgewerkt vanwege de moeilijke inpasbaarheid in huidig MTM

- schokgolven/files volgen op centraal niveau en van hieruit bepalen waar de maatregelen moeten komen te staan
dit heeft een overlap met de laatste onder A genoemde variant omdat het uitvoeren van AID alleen op centraal niveau kan plaatsvinden; niet onderzocht wegens gebrek aan trajectgegevens
- kleine verbeteringen: lead-in een portaal eerder laten beginnen / lead-in doorgeven bij defect onderstation / AID-maatregel minuut langer aanhouden
niet onderzocht wegens gebrek aan trajectgegevens

Voor de varianten in de categorie A zal men eerst ook moeten verifiëren hoe e.e.a. bij de weggebruiker overkomt alvorens tot verdere uitwerking over te gaan. Bij de varianten in de categorie B is de afweging meer een technische kwestie. Omdat alle varianten uit categorie A (behalve de bestaande) zijn afgefallen om de vermelde redenen, verviel de noodzaak tot uitvoering van een gedragsonderzoek binnen het project. Zie het deelrapport 'Onderstationvarianten' voor een beschrijving van de onderzochte varianten. Zie het OPA-rapport voor de mogelijkheden binnen het huidige AID en de eventuele introductie van de [70]-AID.

De blokkade-detector:

Een zijsprong in het onderzoek was het werk aan de blokkade-detector. Het is een algoritme voor ongevalsdetectie en niet voor filebeveiliging. Als het snel werkt, zou het echter misschien ook kunnen worden ingezet voor het alerter reageren van AID. Het idee achter de blokkade-detector is een incident te herkennen aan het wegvallen van de intensiteit stroomafwaarts van het incident in plaats van aan het verschijnen van file stroomopwaarts ervan, zie fig. 2. Dat daarbij ook op andere onderbrekingen van de doorstroming, bijv. een brugopening, wordt gereageerd wordt voor lief genomen en moet via andere checks ongedaan worden gemaakt. Zoals men kan zien in de figuur breidt het vacuüm stroomafwaarts van het incident zich veel sneller uit dan dat de file aan de stroomopwaartse kant zich opbouwt. In de figuur heeft het vacuüm allang vier detectiepunten gepasseerd voordat de file over het eerste stroomopwaartse detectiepunt schuift. Potentieel kan het algoritme dan ook zeer snel zijn. In de praktijk gaat er wat extra tijd verloren die nodig is om stoorsignalen uit te sluiten teneinde vals alarm te voorkomen.



Figuur 2 Principe van de blokkade-detector

In het project 'Modificatie AID' is het reeds bestaande prototype (4) doorgelicht, verbeterd en ingeregeld voor minuutgegevens. Het is aan de tand gevoeld met MARE-gegevens.

De reden om de blokkade-detector als 'variant' in het project mee te nemen was om te beoordelen of het algoritme al rijp is om uit te bouwen tot een toepassing. Als toepassing wordt gedacht aan twee mogelijkheden:

- toepassing als een waarschuwingssignaal in de verkeerscentrale (bijvoorbeeld met een melding vergezeld van een akoestisch signaal, bijvoorbeeld door het direct naar voren halen van het videobeeld van de camera die de locatie in kwestie bestrijkt);
- toepassing als aanvulling op het huidige AID-algoritme door verkorting van de reactietijd.

De operationele eisen voor beide toepassingen zijn verschillend: in het eerste geval heeft men wat meer tijd en een grotere vals-alarm-tolerantie. Men kan bijvoorbeeld de waarschuwing aan de operator alvast geven en onderwijl de volgende minuut gebruiken om bevestiging te zoeken. Blijft file uit dan was het vermoedelijk een vals alarm en kan de melding weer worden ingetrokken zonder dat dit negatieve gevolgen heeft voor de weggebruikers of de geloofwaardigheid van het systeem.

In het tweede geval mag closed-loop AID alleen worden aangestuurd als vrijwel 100% zeker is dat er een onderbreking van de stroom heeft plaatsgevonden. Ook moet het algoritme eerst veel verder in de praktijk zijn uitgetest alvorens het in het onderstation (en dus onbewaakt) kan worden toegepast.

De logische ontwikkelingsvolgorde is daarom eerst er een hulpmiddel voor de operator van te maken. Bij voldoende succes kan men dan ook de tweede stap proberen te zetten.

Voor het verbeteren en uittesten van de blokkade-detector waren meer dan voldoende gegevens aanwezig, zij het dat het uitsluitend ging om minuutgegevens. Het algoritme zal beter kunnen worden uitgewerkt en beter presteren op gegevens met een 20-seconden bemonsteringsinterval (het optimale interval is gerelateerd aan de detectie-afstand; in een tunnel met detectoren om de 60 m komt men bijv. uit op ca. 3 seconden). Desalniettemin zijn de nu reeds bereikte resultaten zeer bemoedigend.

Zie het betreffende deelrapport voor een beschrijving van de detector en de bereikte resultaten in detail.

Wat wel en wat niet is onderzocht:

De lijst van de voorgenomen varianten overziende valt op dat veel nog niet kon worden onderzocht wegens gebrek aan toepasselijke meetgegevens. Wel is vaak het voorbereidende werk gedaan: de varianten zijn uitgedacht en beschreven. Alleen al door dit uitdenken en beschrijven zijn varianten afgevallen en andere beter uitgekristalliseerd.

Van de uiteindelijk overgebleven varianten, ook de niet-onderzochte, is aangegeven hoe ze kunnen worden geconcretiseerd.

Juist omdat er wel over korte maar niet over langere trajecten gegevens voorhanden waren, zijn alleen de varianten op onderstation-niveau onderzocht. Overigens was voor het OPA-onderzoek deze restrictie minder belemmerend omdat de AID-parameters zich grotendeels in het onderstation bevinden. Langere trajecten (ca. 10 km) zijn nodig om de wisselwerking tussen opvolgende onderstations en de centrale (via de lead-ins en andere niet-lokale acties) binnen de simulator te brengen.

De beschouwde en nog te onderzoeken varianten zijn beschreven in het plan van aanpak (2) en opnieuw in het deelrapport "Onderstationvarianten". Ook zijn daarin de verwachtingen t.a.v. de centraal-niveau varianten verder uitgewerkt.

Zoals vermeld is het advies gebaseerd op de wel onderzochte varianten en op een inschatting van wat met de niet-onderzochte varianten kan worden bereikt, alles in combinatie met hun inpasbaarheid in MTM.

4 Simulator

De simulator bestaat uit

- de eigenlijke AID-simulator en
- de simulatie-omgeving.

De AID-simulator:

De AID-simulator simuleert wat MTM aan AID-maatregelen zou plaatsen, gegeven de voertuigmetingen op de dubbellussen van het systeem. Dit onderdeel doorloopt alle successievelijke stappen die MTM ook doorloopt om tot een AID-maatregel te komen:

- het begint met de berekening van het snelheids-feature per luspaar ("afvlakken"),
- dan classificatie van de verkeersstoestand per luspaar ('0'/'1'/'D', d.w.z. vrij/file/twijfel),
- dan toepassing van de actietabel per doorsnede ("verkeersstroom") om tot een AID-aanvraag te komen voor de verkeersstroom,
- dan toepassing van de regels overlans en overdwars waarmee het onderstation tot een definitieve beeldstand-aanvraag komt voor zijn matrixsignaalgevers,
- dan worden de onderstation-aanvragen voorgelegd aan de centrale tijdens de poll-cyclus van de party-lines (zie voor verduidelijking van deze begrippen het schema aan het eind van het rapport),
- dan bepaalt de centrale waar lead-ins nodig zijn, d.w.z. de voorwaarschuwingen op de stroomopwaartse portalen via het systeem van de 'afpellende snelheden',
- tenslotte stuurt de centrale flatterings van aanvragen en aanvullende lead-ins terug naar de onderstations en de onderstations zetten deze op de signaalgevers.

Bij dit alles lopen alle processen parallel die parallel moeten lopen en loopt er in de simulator een simulatie-tijd waarbij alle processen stukje bij beetje worden opgeschoven en geactualiseerd. Centraal punt in de simulator is de event-processor en de event-queue, het punt waar, zoals bij iedere simulator, alle acties in hun volgorde van afgehandeld worden. Hoe de simulatie daadwerkelijk verloopt hangt af van de meetgegevens waarmee hij wordt gevoed. Deze zorgen ervoor dat bij ieder nieuw tijdstapje her en der voertuigmetingen optreden die weer worden verwerkt in het snelheidsfeature enz., uiteindelijk resulterend in snelheidsbeelden en flashers op de signaalgevers.

Om de simulator de juiste gegevens op de juiste manier te laten verwerken dienen configuratiegegevens te worden ingevuld: welk meetpunt is welke AID-sectie in welk onderstation en hoe zijn de parameters ingesteld? In feite zijn de configuratiegegevens weinig anders dan de database instellingen van MTM, aangevuld met een verwijzing van de meetstations naar de juiste plaats.

De simulator schrijft resultaten en tussenresultaten weg naar bestanden. Na de simulatie kunnen deze worden bekeken met een teksteditor en in grafische vorm met een viewer.

Voor het goede begrip kan hier nog worden opgemerkt dat allerlei restricties die in MTM gelden, in de simulator niet van toepassing zijn. Zo kan men als twee onderstations hetzelfde detectiepunt gebruiken de parameters toch apart instellen, men kan het aantal rijstroken ophogen boven het huidig maximum, enz.

De simulatie-omgeving:

Om met de simulator ook efficiënt onderzoek te kunnen doen, zijn er allерhande hulpmiddelen ontstaan die gezamenlijk worden aangeduid als de simulatie-omgeving. Hiermee kunnen tot op zekere hoogte 'wensbeelden' worden bepaald waarmee dan het simulatie-resultaat wordt vergeleken. Ook kan uit een moeder-configuratie vele afgeleide configuratiebestanden worden gecreëerd waarbij parameters in stapjes oplopen. Er is de mogelijkheid penalty's en totaalscores over vele simulaties te bepalen. Al deze hulpmiddelen zijn gemaakt omdat ze nodig waren in het OPA en OMA-onderzoek om de analyses te doen. Ze hebben hier hun waarde bewezen, maar bij nieuwe vragen, bijvoorbeeld bij analyses van de varianten op centraal niveau die mogelijk gaan worden uitgevoerd als uitgebreidere trajectgegevens voorhanden komen, zal het ongetwijfeld nodig of handig zijn de software weer verder aan te vullen:

- in elk geval dient elke geformuleerde nieuwe variant te worden geprogrammeerd als nieuwe optie of module in de simulator (hoe meer de variant afwijkt van het bestaande AID-algoritme, hoe meer werk dit in de regel zal zijn)
- vaak zal blijken dat de variant net iets speciaals heeft waar nog niet eerder tegenaan is gelopen: men zal de referentie, de beoordelingscriteria of de scores daarom vaak iets anders willen berekenen dan tot dan toe is gedaan, kortom een nieuwe variant betekent doorgaans ook in de simulatie-omgeving wat uitbreidingen
- er zijn wat "huishoudelijke" aanpassingen: de parameters moeten een plekje krijgen in de configuratiefile enz.

Mogelijkheden van de simulator:

Met de simulator zijn in het OPA-onderzoek de parameter-instellingen geoptimaliseerd over de A2-dataset. Voor het OMA-onderzoek zijn de varianten op onderstation-niveau gesimuleerd en vergeleken met de optimale instelling van het bestaande algoritme. Als het RESI data-inwinsysteem wordt gebruikt om op een aantal verschillende trajecten meetgegevens te loggen, zal met de simulator een krachtig instrument zijn verkregen om AID te troubleshooten, te verbeteren en verder te ontwikkelen. De simulator heeft dan eigenlijk nog maar één bezwaar: de reactie van het verkeer op de maatregelen is niet inbegrepen.

De simulator is echter ook een complex product. Als zij niet wordt onderhouden, zal de waarde snel verminderen. Zolang AID buiten geen aanpassingen ondergaat zal het product uit zichzelf niet verouderen: het simuleren van andere trajecten of andere parameters volgens de reeds ingebrachte varianten, dus ook volgens het bestaande AID, zal ook na jaren geen enkel probleem vormen. Maar als opnieuw de draad van het onderzoek wordt opgepakt, bijvoorbeeld als men de (centrale) variant zou gaan aanpakken waarbij hiaten tussen AID's worden overbrugd, dan zal blijken dat de simulator een organisch product is dat zich mee moet kunnen ontwikkelen met de vragen van het onderzoek. Het is dan van belang dat er een ingewerkte programmeur aanwezig is die meedoet of dat onderzoek zoveel wordt gebundeld dat het de moeite loont om een nieuwe programmeur zich op basis van de beschikbare documentatie te laten inwerken. Het geheel is te complex om zonder IT-ondersteuning aan het veranderen te slaan (geen doe-het-zelf pakket voor onderzoekers).

Voor een verdere beschrijving van de simulator wordt verwezen naar het deelrapport 'Handleiding en documentatie AID-simulator'.

5 Resultaten

De onderzoeksresultaten van het project overziende, kan het volgende worden gesteld.

Bereikt is allereerst het beschikbaar komen van een AID-simulator:

- v Er is een simulator gebouwd waarmee AID kan worden nagebootst en het gedrag van een variant of parameterinstelling kan worden geïnspecteerd. Dit is een uitermate krachtig hulpmiddel om een voorgenomen wijziging te optimaliseren, te toetsen of te vergelijken met alternatieven *voordat het de weg op gaat*. Om de simulator te gebruiken zijn voertuigmetingen van de lussen van een signaleringstraject nodig. Het beoogde inwin-systeem voor deze gegevens is RESI.

De simulator is voor dit onderzoek en het parallelle OPA-onderzoek gebruikt om de performance van een aantal varianten en instellingen te analyseren. Vanwege de beperkte hoeveelheid beschikbare verkeersgegevens zijn er aanzienlijk minder varianten en wegsituaties aan de tand gevoeld dan in het plan van aanpak was voorgenomen. De simulaties die zijn uitgevoerd hebben het volgende opgeleverd:

- v De optimale parameterinstelling voor een 3-strooksrijbaan is bepaald op basis van de momenteel enig beschikbare dataset, die van de A2 Utrecht-Amsterdam (OPA-onderzoek). De uitkomst is een parameterset die verbetering oplevert t.o.v. de huidige instelling, alleen zijn de resultaten nog niet generaliseerbaar zonder dat ook van andere trajecten meetgegevens beschikbaar komen.
- v De verbeteringen, bereikbaar met een [70]-AID zijn onderzocht; de uitkomst is dat een [70]-AID wenselijk is maar dat eerst een kleine modificatie aan het algoritme moet worden uitgevoerd om snel wisselende beelden te voorkomen (toevoeging van een houdtijd, zie OPA-onderzoek).
- v Alternatieve varianten voor het algoritme in het onderstation zijn gesimuleerd. De uitkomst is dat het hiermee niet beter gaat dan met het huidig algoritme (dit onderzoek).

De conclusie uit deze punten is dat - als men met filebeveiliging aan het stramien van MTM blijft vasthouden, een ander AID-algoritme in het onderstation niet nodig is, dit functioneert redelijk tot goed. Met beter afstellen, beter onderhoud, beter inrichten van de database valt veel meer verbetering te bewerkstelligen. De enige wijziging die, misschien niet zozeer op het A2-traject maar zeker op een aantal andere trajecten, gewenst is, is de invoering van de [70] AID-aanvraag. Dat dit belangrijk is op trajecten waar file zich in blokken van constant langzaam rijdend verkeer voordoet (i.t.t. in de vorm van schokgolven zoals op het bestudeerde A2-traject), is aangetoond in het

onderzoek op de A12 (6). Ook het onderzoek op de A2 bij Den Bosch (16) geeft hints: situaties worden gerapporteerd waarin [50]-AID het verkeer lijkt te verstoren.

De meer interessante varianten voor het onderhavige onderzoek waren de varianten waarbij filebeveiliging op een andere manier wordt uitgevoerd op centraal niveau. Door het niet beschikbaar hebben van meetgegevens over langere trajecten zijn deze blijven liggen. Langere trajecten zijn nodig omdat het gaat om overbruggen van gaten tussen file, files traceren op basis van trajectgegevens e.d. Het belangwekkende van deze varianten ligt daarin dat het stramien van MTM wordt losgelaten en dat de taak 'filebeveiliging' wordt neergelegd op de plaats waar overzicht bestaat, de centrale. Denk aan de verkeersafwikkelingsoverzichten in een tijd-wegdiagram. Dankzij het meenemen van de historische ontwikkeling is 'waar de file staat' op elk moment duidelijk en valt ook de ontwikkeling goed te volgen. Met deze informatie is het makkelijker om de juiste plaats voor de filewaarschuwing vast te stellen dan voor het onderstation (dat immers het overzicht mist). Ook het probleem dat de filewaarschuwing wegvalt als een schokgolf tussen twee meetpunten verdwijnt kan dan worden opgevangen.

Helaas zullen verdere harde resultaten in deze richting moeten wachten op het gereedkomen van meettrajecten, ingericht met RESI dan wel op andere experimenten. Wil men met de simulator deze en dergelijke zaken uittesten dan is minimaal een meettraject van ca. 7 km benodigd (3 km om alle detectiepunten van een onderstation te omvatten en dan nog eens 4 km om een aantal onderstations in serie te verkrijgen).

Een voorschot op de mogelijkheden van centraal uitgevoerd AID geeft de resultaten, bereikt met de blokkade-detector. Zoals vermeld gaat het dan niet meer om filebeveiliging maar om incident-detectie. De blokkade-detector is in dit onderzoek uitgetest op minuutgegevens. Het datamateriaal is dan grof, maar het voordeel is dat trajectgegevens op uitgebreide schaal voorhanden waren. Ten aanzien van de blokkade-detector is bereikt:

- ✓ Een verbeterde versie van de blokkade-detector: de meeste gehele dan wel gedeeltelijke door incidenten veroorzaakte blokkades worden binnen 2 à 3 minuten moeiteloos herkend. Alleen de lichte gevallen ontspringen nog de dans.
- ✓ De conclusie dat gegevens op een iets fijner meetraster (500 m) en met een 20-seconden interval een veel krachtiger detector kunnen opleveren. De detectietijd kan dan terug naar 1 minuut.

Tenslotte mag worden gememoreerd dat door de activiteiten bij de aanvang van het project weer opnieuw is nagedacht over de opties die openstaan voor filebeveiliging en incident-detectie. Zie de rapportage over de workshops (hoofdstuk 3 OPA-rapport) en hoofdstuk 3 van dit advies voor de argumenten en ideeën die hier over tafel zijn gegaan. Concreet heeft dit een aantal varianten op het AID-algoritme opgeleverd waarvan

verbetering wordt verwacht. Een aantal zijn onderzocht, een aantal alleen uitgewerkt. De varianten, zowel op onderstationniveau als op het centrale niveau, worden beschreven in hoofdstuk 5 van het deelrapport 'Onderstationvarianten'. Bij de aanbevelingen wordt hierop teruggekomen.

Na deze opsomming van bereikte zaken gaat het volgende hoofdstuk in op het advies. Voor wat betreft de niet met onderzoek gestaafde ideeën berust het advies op kwalitatieve inschatting en expertise.

6 Advies

Het advies is gesplitst in twee delen. De eerste paragraaf bevat de aanbevelingen die direct dan wel indirect volgen uit het verrichte onderzoek. De tweede paragraaf is toegevoegd omdat het kiezen van zinvolle modificaties afhangt van de koers die men op lange termijn wil varen. Deze paragraaf bediscussieert de punten die hier spelen in relatie tot de eerder besproken modificaties. Een indicatieve kostenbeschouwing van diverse aanpassingen is opgenomen in bijlage 2.

Terwille van het overzicht wordt hieronder eerst een shortlist gegeven van de aanbevelingen die in § 6.1 en § 6.2 worden gedaan.

Aanbevelingen in § 6.1:

Met betrekking tot AID:

- parameters huidig AID beter instellen
- ligging detectiepunten en database-invulling verkeerskundig checken
- actietabel voor 4- en meerstrooksrijbanen aanpassen en mogelijkheden MTM-2 voor veelstrooksrijbanen gaan benutten
- 70-AID-aanvraag toevoegen naast 50-aanvraag en verifiëren met een veldproef
- bij succes 70-aanvraag grootschalig introduceren
- geen wijzigingen meer aan het AID in het onderstation aanbrengen
- centrale AID zo wijzigen dat lead-in wordt doorgegeven bij defect onderstation
- een aantal trajecten geschikt maken voor RESI (inwinning voertuigmetingen)

Met betrekking tot de blokkade-detector:

- blokkade-detector ontwikkelen tot utility voor de verkeersmanager
- tunnel- en spitsstrook-bewakingssysteem proberen te maken dat bij calamiteiten automatisch de ingang afsluit.

Aanbevelingen in § 6.2:

Met betrekking tot AID ná MTM:

- hak op korte termijn knopen door over de te varen koers op lange termijn:
 - filebeveiliging wel of niet ontkoppelen van andere verkeersmaatregelen? (impliceert een eigen signaalgever)
 - filebeveiliging wel of niet neerleggen bij de centrale?
- ons advies m.b.t. bovenstaande punten is:
 - stuur inderdaad aan op ontkoppelen en doe dit door het verkeer te waarschuwen met een waarschuwingsteken i.p.v. het te "regelen" met snelheidsbeelden
 - de taak 'filebeveiliging' neerleggen bij de centrale biedt grote voordelen voor wat betreft systeemarchitectuur, maar probeer dit niet meer te realiseren in MTM.

6.1 Concrete aanbevelingen voor MTM

Aan de orde is de vraag: "Wat is op de middellange termijn de beste weg het AID-algoritme in MTM te verbeteren?"

Gezien de uitkomsten van de onderzoeken 'Optimalisatie parameterinstellingen AID' en 'Modificatie AID' kunnen de volgende aanbevelingen worden opgesteld:

1. Aanbevolen wordt de performance van AID te verbeteren door:
 - òf, gebruikmakend van het huidige algoritme, de parameters beter in te stellen
 - òf eerst de 70 AID-aanvraag weer mogelijk te maken onder gelijktijdig aanbrengen van een kleine modificatie aan het algoritme (ter voorkoming van te snel wisselende beelden) en de bijbehorende (andere) parameters in te voeren.Als het operationeel maken van de 70-aanvraag te lang gaat duren kan men ertoe besluiten de beide acties volgordekelijk uit te voeren.
Omdat introductie van de 70-aanvraag een forse verandering in het gedrag van het AID-algoritme teweeg zal brengen - en hopelijk tot betere verkeersrespons zal leiden omdat de [50] voor het tussengebied te restrictief is - wordt aanbevolen eerst een veldproef te houden om te verifiëren dat inderdaad de verwachte verbeteringen optreden.
2. Aanbevolen wordt, m.u.v. het mogelijk maken van de 70-aanvraag, af te zien van verdere modificaties in het onderstation; gebleken is namelijk dat modificaties in het lokale AID, voortbordurend op het huidige stramien, nauwelijks vooruitgang opleveren. Meer ingrijpende modificaties worden eveneens afgeraden, maar dit komt aan de orde in § 6.2.
3. Aanbevolen wordt een aantal trajecten geschikt te maken voor RESI (d.w.z. voor de inwinning van voertuigmetingen), zodat voor verder onderzoek en optimalisatie gebruik gemaakt kan worden van de simulator. De trajecten dienen zoveel mogelijk diversiteit aan verkeerssituaties te bevatten. Op dit moment is bijvoorbeeld veel te weinig bekend over AID op brede rijbanen.

Bovenstaande punten zijn de aanbevelingen die kunnen worden gestaafd met de verkregen onderzoeksresultaten. Ideeën voor verbeteringen die niet konden worden getoetst wegens gebrek aan geschikte meetgegevens zijn er ook, hierover is tijdens het project wel nagedacht en in sommige gevallen kwamen er relevante signalen uit eerdere onderzoeken (zie 3, 6). Als wenselijke verbeteringen zonder dat deze specifiek vanuit de onderzoeksresultaten kunnen worden onderbouwd vallen te noemen:

4. De plaatsing van de detectiepunten op verkeerskundig goede locaties en de invulling van de database (zie OPA-rapport). Bijvoorbeeld: bij dicht op elkaar staande onderstations ligt het derde detectorstation niet ver van het portaal. Lokaal wordt de file dan pas gedetecteerd als deze al dicht bij het portaal is gekomen. Door bij het doorverbinden van detectiepunten in zulke gevallen een detectieraai over te slaan kan de detectiediepte worden vergroot.
5. Aanpassen van de actietabel voor 4- en meerstrooksrijbanen: momenteel geeft filedetectie die beperkt blijft tot één rijstrook geen aanvraag; dit is gedaan om niet direct [50] boven alle rijstroken in te schakelen voor een mogelijk nog kleine verstoring. Niet waarschuwen is echter ook ongewenst. Als er een 70-aanvraag zou bestaan, dan zou dit probleem minder spelen. Hoe groter het aantal rijstroken, hoe meer men de maatregel ook naar rijstrook zal willen differentiëren. In MTM-2 kan dit worden opgelost door opsplitsing overdwers in meerdere 'verkeersstromen', die elk voor de eigen stroom een aanvraag doen en via overdwers-regels (als de '+20'-regel) doorwerken naar de stromen ernaast. Standaard-configuraties zijn nog niet uitgewerkt maar moeten er wel komen.
6. Lead-in doorgeven bij defect onderstation: dit voorkomt dat de filewaarschuwing te laat komt in die gevallen dat de file ter hoogte van het uitgevallen onderstation begint. Met een bescheiden wijziging in het AID-algoritme in de centrale moet dit kunnen worden gerealiseerd. Deze variant is niet onderzocht, maar uit een veldtoets in 1998 (3) kwam dit punt als substantiële foutenbron naar voren. Ter indicatie: op een willekeurig moment genomen zal, gezien over de hele signalering, ongeveer 1 op de 100 portalen buiten bedrijf zijn.

Organisatorisch:

Nu is het zo dat zelfs het simpele omzetten van de parameters een hele onderneming betekent omdat het om zoveel onderstations gaat. Wil men binnen een relatief korte periode forse verbeteringen bereiken, dan moet dus efficiënt met de mogelijkheden en middelen worden omgegaan. Onderstaande lijst start geen nieuwe rij aanbevelingen maar geeft een pragmatische indeling van activiteiten ter verbetering van AID in MTM. De indeling is tweeledig, regionale activiteiten (directies) en gecentraliseerde (AVV):

1^e: Neem het verkeerskundig beheer van de AID-instellingen ter hand:

Dit is meer dan het simpelweg invoeren van nieuwe parameters. Het zou moeten omvatten:

- veldevaluaties om te controleren of de instellingen het gewenste effect hebben
- bewust op bepaalde trajecten van de standaardinstellingen afwijken omdat AID dan beter werkt

- nalopen van de database op goede ligging van de detectiepunten i.v.m. voldoende detectiediepte
- benutten van de mogelijkheden die MTM-2 biedt voor het inregelen van AID op brede rijbanen.

Ideaal gesproken zouden de regio's dit zelf ter hand moeten nemen, onderwijl elkaar informierend over de bevindingen. Omdat de geoptimaliseerde instelling uit het OPA-onderzoek niet zonder meer generaliseerbaar is, gaat het eerder om een geleidelijk op een hoger plan brengen van de instellingen dan om een eenmalige operatie. Omdat veldevaluaties met de huidige analysehulpmiddelen (Viewer, AID-inspector) eenvoudig zijn uit te voeren, is een aanpak via stapsgewijs leren goed haalbaar (zie bijv. 6). Niet de minst belangrijke reden om alle trajecten niet in een keer te wijzigen is dat parameters inbrengen in de onderstations veel geld kost (ze kunnen niet op afstand worden ge'download' maar moeten ter plekke worden verwisseld), dus moet vermeden worden dat teveel wordt geëxperimenteerd. Evalueren op proefvakken en dan de bevindingen meenemen in het reguliere onderhoud lijkt daarom de aangewezen aanpak. De AID-simulator zal in dit proces goede diensten kunnen bewijzen mits men over een paar onderling flink verschillende trajecten met RESI beschikt.

2: Los een aantal zaken centraal op:

Het gaat om die punten die op alle trajecten op min of meer gelijke wijze spelen en dus efficiënter centraal zijn op te lossen dan decentraal. Onderstaande lijst geeft de eerst in aanmerking komende punten. Helaas konden deze punten, op het punt van de driestrooks-actietabel na, nog niet worden onderzocht. Het gaat om:

- een besluit nemen over het wel of niet implementeren van de 70 AID-aanvraag en zo ja, vervolgens implementeren;
- herzien van de standaard actietabel:
 een uitkomst van het OPA-onderzoek is dat verbetering optreedt als de actietabel voor de driestrooksrijbaan zo wordt gewijzigd dat bij drie rijstroken met 'twijfel' (DDD) een AID-aanvraag komt; indien deze wijziging in de onderstations wordt ingebracht, kan de actie worden gecombineerd met de wens de actietabel voor veelstrooks-rijbanen aan te scherpen; de actietabel zal echter weer anders uitvallen als men besluit om gebruik te maken van de mogelijkheid in MTM-2 om ook op gewone doorgaande vakken een opsplitsing overdwars te maken. Uiteindelijk komt het dus neer op het uitwerken van een nieuwe actietabel voor MTM-2 inclusief default-configuraties voor brede rijbanen. Bij een dergelijke actie komt een gedragsonderzoek, afgevalen bij dit onderzoek, toch weer om de hoek kijken. Het proces begint er immers mee met aan te geven hoe men wil dat AID reageert als links of midden of rechts op de rijbaan file gedetecteerd wordt.
- implementeren van het doorgeven van de lead-in bij defect onderstation in het centrale AID-algoritme.

Deze acties lijken eerder op het pad van AVV dan van de regio's te liggen omdat het gaat om zaken die in alle MTM-centrales moeten worden doorgevoerd. Ook hier geldt dat de beschikking over enkele RESI-trajecten het proces van verbeteren kan vergemakkelijken omdat e.e.a. dan vooraf kan worden uitgezocht en het rendement van een actie vooraf kan worden ingeschat. Met nadruk wordt echter afgeraden om omwille van dit argument te wachten met aanpak tot RESI-gegevens voorhanden zijn. Wil men op middellange termijn een betere AID hebben, dan zal men nu een aanvang moeten maken en zal hooguit de uitontwikkeling kunnen profiteren van de versnelling die mogelijk is door gebruik te maken van de simulator en RESI-gegevens.

Aanbevelingen m.b.t. de blokkade-detector

Hoewel de blokkade-detector zich richt op incident-detectie en niet op filebeveiliging (zie fig. 1 in hoofdstuk 3) is in dit onderzoek toch naar de blokkade-detector gekeken als veelbelovende ontwikkeling en als een mogelijke kans om het filebeveiligingsalgoritme in MTM sneller te laten reageren op plotselinge verstoringen in het verkeer.

Bij dit onderzoek is gebleken dat het principe van de blokkade-detector in de praktijk goed werkt en dat het idee kan worden ontwikkeld tot toepassingen. Aan twee toepassingen is gedacht: ondersteunen van incident management en het verbeteren van AID. Ten aanzien hiervan zijn de aanbevelingen:

1. Ontwikkel de blokkade-detector tot een utility voor de verkeersmanager

De performance van de off-line testversie van de blokkade-detector is op dit moment voldoende om doorontwikkeling tot een utility voor incident-management op te starten. Concreet kan men denken aan:

- a) applicatie die de operator waarschuwt uitsluitend op die momenten waarop een blokkade van de verkeersstroom is opgetreden
- b) applicatie die tegelijk met de incident-detectie het juiste videobeeld naar voren haalt
- c) applicatie die een korte diagnose stelt (plaats incident, gehele of gedeeltelijke blokkade, restcapaciteit, verwachte file).

Het instappen in een praktijkproef met een geïnteresseerde regiocentrale dient nu prioriteit te hebben boven verdere studie. De vervolgstap zal dan het afvangen van kinderziekten en het in het veld verder uitontwikkelen zijn.

2. Probeer of de blokkade-detector valt uit te werken tot een automatisch werkende 'watchdog' voor calamiteit-gevoelige wegdelen (bewaking tunnels, spitsstroken e.d.), bijvoorbeeld ter aanvulling op stilstandsdetectie: dit lijkt kansrijk, maar succes bij voorbaat is niet verzekerd

De potentie om ernstige incidenten in bijv. tunnels zeer snel en met minimale vals alarm frequentie te kunnen detecteren is een aantrekkelijk vooruitzicht en lijkt haalbaar mits gedetailleerde meetgegevens voorhanden zijn (detectie om de 100m, meetgegevens om de paar seconden). Indien men denkt aan ontwikkeling in deze

richting is verdere studie wel noodzakelijk want men komt in een ander domein terecht dan nu is onderzocht voor wat betreft de eisen t.a.v. vals alarm frequentie en detectiekans (in een centrale waar men honderden kilometers autosnelweg bewaakt wil men niet dat bij elke detectie automatisch van alles al gebeurt, maar bij een tunnel valt er best wat voor te zeggen om bij een detectie uit voorzorg al automatisch de slagbomen te laten dalen en dan later te zien of ze weer omhoog kunnen omdat bij nader inzien er toch niet zoveel aan de hand was. Concreet kan men aan elk proeftraject denken waar de vereiste meetgegevens te verkrijgen zijn, zoals bepaalde tunnels of een speciaal ingericht RESI-traject.

Om de blokkade-detector nu al als aanvulling op closed-loop AID te zien is prematuur. Grote blokkades worden ook nu al, met minuutgegevens, in veel gevallen sneller gesignaleerd in de vacuümopbouw achter het incident dan via het huidige AID-algoritme. Probleem is dat er nog teveel vals alarm tussen zit om het closed-loop te schakelen. Dit kan alleen met een fijner meetraster en met kleiner tijdinterval worden ondervangen. Het vergt ook dan nog een uitgebreid ontwikkeltraject. Men kan hier pas aan denken als bij wijze van spreken de uitwerking tot een tunnelbewakingssysteem als bovenomschreven een succes is geworden en probleemloos werkt.

6.2 Discussiepunten toekomst AID ná MTM

Onder verwijzing naar het gestelde in de hoofdstukken 1 en 3 van dit advies en ook onder verwijzing naar de managementrapportage van het AUV-project worden nu twee punten ter sprake gebracht waar o.i. over dient te worden nagedacht en liefst ook knopen doorgehakt. Hoe eerder hieromtrent duidelijke keuzes worden gemaakt, hoe beter de verdere ontwikkelingen erop in kunnen spelen. Deze punten zijn:

1. De ontkoppeling van filebeveiliging en verkeersmaatregelen: zo laten of ontkoppelen?

Momenteel zit AID verkeerskundige toepassingen in het kader van DVM danig in de weg en wel omdat beide van dezelfde snelheidssignaalgevers gebruik maken. Het is de weggebruiker niet duidelijk of het nu gaat om een snelheidsadvies of een snelheidslimiet, of het gaat om een waarschuwing dan wel een verkeersmaatregel, en waarom de ene maatregel niet en de andere wel wordt afgesloten met het 'einde restrictie'-teken. Handhaving is problematisch zo niet onmogelijk zolang met de gebruikte verkeerstekens niet wordt aangesloten bij de Weense conventie¹⁰. Deze

¹⁰ Het bij de Weense conventie vastgestelde stelsel van richtlijnen en voorschriften voor verkeerstekens en -maatregelen waarin is vastgelegd waaraan de aangesloten landen zich bij de nationale verkeerswetgeving zullen houden.

kwesties spelen al jaren en zijn bij gebrek aan een eensluidend oordeel steeds maar doorgeschoven. Toch gaat het maar om een eenvoudige keuze, namelijk doorgaan met het MTM-systeem van 'afpellende snelheden' voor filebeveiliging dan wel aansturen op ontkoppeling van functies hetgeen inhoudt dat waarschuwen voor file onder alle omstandigheden onafhankelijk kan plaatsvinden van welke andere verkeersmaatregel dan ook. Vanzelfsprekend heeft de gemaakte keuze implicaties voor het nut van het ondernemen van een aantal van de in de vorige paragraaf aanbevolen modificaties. Bijvoorbeeld als men op termijn kiest voor een waarschuwingssignaal, dan heeft het weinig zin nu nog veel inspanning te steken in de realisatie van een 70-aanvraag. Ook dient men zich te realiseren dat niet-kiezen 'doorgaan met het huidige systeem' impliceert, en dus het wringen tussen MTM en ander DVM verder zal doen toenemen.

2. De wijziging van systeemarchitectuur: zo laten of centraliseren?

AID is te beschouwen als het hart van MTM. Dit hart ligt nu bij het onderstation. Door de ingebouwde fallback-opties gaat het onderstation met AID gewoon door als communicatie met de centrale wegvalt, maar deze systeembetrouwbaarheid is eigenlijk alleen voor de afkruisingsmaatregelen nodig (een rood kruis mag niet wegvallen). Files veranderen slechts langzaam van plaats en voor de functie 'filebeveiliging' kan de gewenste betrouwbaarheid veel gemakkelijker en beter door aansturing vanuit de centrale worden gerealiseerd. Hier bestaat het overzicht over het hele traject en hier kan het gemis van een defect portaal of meetstation gemakkelijk worden opgevangen door overschakeling op de wel functionerende systeemelementen. Vanuit de centrale kunnen hiaten tussen schokgolven worden overbrugd met een verkeersmaatregel, het onderstation heeft van dit alles geen weet. Wel is decentraal AID weer een voordeel als de communicatie over hele trajecten uitvalt of de centrale down gaat. Merk overigens op dat de eisen waar decentraal AID aan moet voldoen een stuk gevierd kunnen worden als "slechts" een waarschuwingssignaal hoeft te worden gegeven, i.t.t. tot de situatie nu waarbij het een snelheidsmaatregel treft.

Als men op de lange termijn toewil naar "ontkoppelen van functies" (als consequentie hebbend: andere signalen toepassen¹¹) en overhevelen van de functie 'filebeveiliging' naar de centrale, dan schept dit voor de middellange termijn een dilemma: MTM laten voor wat het is en een nieuwe ontwikkeling inzetten of MTM geleidelijk aan transformeren? De geschiedenis van MTM over de afgelopen "middellange termijnen" heeft op harde wijze geleerd dat MTM niet te transformeren valt zonder hoge kosten en zonder

¹¹ In het AUV-advies wordt gesproken over een filepictogram en de tekst 'file' als mogelijkheden, op bestaande signaalgevers of op aparte. Wij zouden daaraan willen toevoegen dat als het eenmaal is gecommuniceerd naar de weggebruiker, ook eenvoudiger oplossingen kunnen volstaan, bijvoorbeeld enkel een flitslicht van een bepaalde vorm.

in slecht beheersbare ontwikkeltrajecten terecht te komen. De eenvoudige maar toch wel committerende conclusie die o.i. hieruit getrokken kan worden is dat de eerste mogelijkheid dan de enig openstaande optie is, d.w.z. als men dit inderdaad wil, dan moet men MTM laten voor wat het is en een nieuwe ontwikkeling inzetten.

Bij de uitvoering van het project kwamen we in deze problematiek terecht bij het uitwerken van twee gesuggereerde varianten voor het AID-algoritme op het niveau van de centrale:

- 1e: Verleggen AID-algoritme naar de centrale
- 2e: Korte hiaten tussen files overbruggen met een snelheidsmaatregel

De eerste variant is vanuit modern architectuuroogpunt te prefereren. Het opent tevens de mogelijkheid aan zaken te implementeren als [50] weghalen boven file, overbruggen van hiaten tussen file, verkeer ook waarschuwen voor een sterke daling in de snelheid, enz. Het aantrekkelijke ligt in de grotere flexibiliteit en controleerbaarheid als alles vanuit de centrale wordt bestierd. Ook kan dan wellicht het aantal en/of de complexiteit van de wegkantssystemen worden teruggebracht, hetgeen grote besparingen zou kunnen opleveren. In het huidige MTM is dit echter niet aan de orde omdat het herprogrammering van de centrale vereist, omgooien van het communicatieprotocol en wijzigen van de onderstations. Eigenlijk moet dus alles gewijzigd worden en dan is het veel economischer om een nieuw systeem op te zetten.

De tweede variant kan wel worden gerealiseerd zonder alles om te bouwen, en wel door het centrale AID-algoritme aan te vullen met een module die de te overbruggen hiaten lokaliseert, en dan de overbruggingsmaatregelen plaatst door een soort uitgebreide lead-ins te plaatsen. Het lijkt echter niet verstandig om dit nu direct aan te pakken alvorens duidelijk is dat de verkeerskundige effecten aanzienlijk zijn. Bij een dergelijke forse wijziging in het AID-algoritme kan men immers niet over één nacht ijs gaan en er zal uitgebreid getest en geëvalueerd moeten worden. Het eerst uitvoeren van een praktijkproef kan daarom interessant zijn. Wat dit betreft levert de DYVERS-pilot op de A1 bij Deventer wellicht al het gevraagde inzicht in de verkeerseffecten op: hier gaat het DYVERS-algoritme verkeersafhankelijke snelheidslimieten plaatsen -met rode rand- die ongetwijfeld ook hiaten tussen schokgolven zullen overbruggen. Als hier bemoedigende resultaten naar boven komen, kan men over verdere uitvoering nadenken.

Praktijkvoorbeeld van het elkaar dwarszitten van AID en ander DVM:

De problemen die men tegenkwam bij uitwerking van (het algoritme voor) de dynamische snelheidslimiet in DYVERS zijn tevens illustratief om het belang van ontkoppeling van functies te benadrukken. Een kleine uitsnede uit de "details" die

men dan moet zien op te lossen: DYVERS plaatst een maatregel die eindigt met 'einde restrictie'. AID komt er doorheen en zet op de plaats van 'einde restrictie' bijv. [50]. Dan wordt de snelheidslimiet niet meer afgesloten wat toch verplicht is volgens de Weense conventie, of men moet de 'einde restrictie' naar achteren of naar voren verplaatsen. Naar voren schuiven van de 'einde restrictie' kan niet want dan komt direct erna een [50] wat onlogisch en ongewenst is. Naar achteren is ook niet wenselijk want AID wordt nooit afgesloten met een 'einde restrictie'-teken, en achter de verschoven 'einde restrictie' zou alweer een nieuwe AID-maatregel kunnen beginnen. Ontstaat midden op het DYVERS-traject een AID-aanvraag, dan ontmoet de weggebruiker een reeks [80]-met-rode-rand, [70] zonder, [50] zonder, dan weer [80] met. Het kan allemaal wel maar fraai is het niet. Omdat het geen statische maar dynamische maatregelen zijn - AID verandert adaptief en snel, DYVERS in principe langzaam - dient de ontwerper er ook rekening mee te houden dat er nooit gekke combinaties kunnen ontstaan gedurende de overgangsmomenten, enz. Het resultaat is dat de wens een eenvoudige verkeersmaatregel te nemen tot complexe structuren leidt die alleen nog in de hand te houden vallen met ingewikkelde aansturingslogica en dure systeemtechnische infrastructuur. Ook de handhaving komt in het gedrang want iedere keer als er AID optreedt moet het snelheidscontrolesysteem dat voor de handhaving is opgezet weer onderbroken worden. Al deze problemen hadden voorkomen kunnen worden met ontkoppeling van functies.

Gezien het voorgaande komen wij slechts tot één aanbeveling en deze is:

- v Denk na over ontkoppeling en probeer daarover zo spoedig mogelijk een beslissing te nemen.

Onze mening is: Ontkoppelen. Zorg dat filebeveiliging wordt ontkoppeld van andere verkeersmaatregelen door het verkeer voor file te waarschuwen met een waarschuwingsteken en niet door het verkeer te regelen met snelheidsbeelden.

Kiezen voor ontkoppelen is geen gemakkelijk besluit. Het is duidelijk dat deze keuze binnen MTM noch op korte noch op middellange termijn te realiseren is vanwege de vele systeemtechnische implicaties. Wat wel valt te realiseren is dat op korte termijn een uitspraak komt over de te varen koers. Als eenmaal een principekeuze is gemaakt zal deze via het architectuurproject vanzelf in de vervolgoontwikkelingen terechtkomen.

Vanwege het belang van dit punt herhalen we hier de belangrijkste argumenten voor en tegen.

Voor:

- de signaalgevers op de portalen staan vrij ter beschikking voor verkeersmaatregelen,
- er is geen noemenswaardige interferentie met 'AID'¹²;
- om het verkeer te waarschuwen (voor file) komt een ruimer afstandsinterval beschikbaar: nu moet de afpellende snelheidsreeks precies op de goede plaats staan omwille van de geloofwaardigheid (en omdat men anders de snelheid niet naleeft), hetgeen een grote portaaldichtheid noodzakelijk maakt (duur); bij gebruikmaking van een waarschuwingssignaal kan de portaalafstand worden vergroot tot ettelijke kilometers;
- een eventuele uit juridische hoek komende verplichtstelling van toepassing van 'einde restrictie' teken als afsluiting van iedere AID-maatregel (het is tenslotte een snelheidslimiet) hangt niet meer als zwaard van Damocles boven MTM
- en, niet het minst belangrijke argument, men toont geen snelheid! Soms komt het voor dat zelfs de getoonde AID-snelheid te hoog is. Dit kan voorkomen bij dichte mist, bij gladheid, of als het begin van de file verkeerd is ingeschat. Het wel tonen van een snelheid kan dan erger zijn dan het niets tonen. Met gebruik van een eenvoudig waarschuwingsteken is men hiervan af.

Tegen:

- als men de weggebruiker niet expliciet aangeeft hoe te handelen, reageert iedereen verschillend en kunnen daardoor problemen ontstaan. Toont men alleen een waarschuwingssignaal, dan zullen inderdaad sommigen afremmen terwijl anderen doorrijden tot ze de file zien. Dit tegenargument gaat echter voorbij aan het feit dat de praktijk uitwijst dat bij het huidige tonen van snelheidsbeelden de naleving allesbehalve perfect is. Ook hier zal dus diversiteit in reactie optreden (de een houdt zich er wel aan, de ander niet).
- met alleen een waarschuwingssignaal bij het naderen van de file ziet de weggebruiker eenmaal in de file natuurlijk niet meer waar de file is afgelopen; met het huidige systeem ziet hij dat indirect wel, namelijk daar waar de portalen met [50] overgaan in blanco portalen. Voor de beveiligingsfunctie doet dit niet terzake maar wellicht helpt het de file sneller te doen oplossen; overigens is hiernaar nooit onderzoek gedaan en er zijn ook geen indicaties dat dit zo is.

¹² D.w.z. dat men bij de aansturingslogica van verkeersmaatregelen niet steeds rekening hoeft te houden met de mogelijkheid dat AID (delen van) de maatregel overschrijft en omgekeerd dat bij filewaarschuwing men zich geen zorgen hoeft te maken dat een waarschuwing 'onzichtbaar' wordt als op een traject al een verkeersmaatregel met dezelfde snelheid is geplaatst.

Afsluitend:

Met het bovenstaande wil niet gezegd zijn dat onze aanbeveling tot 'ontkoppelen' per se moet worden opgevolgd. Noch tijdens het AUV-project, noch tijdens de workshops voor dit onderzoek, noch in de POIV bestond over dit punt eensluidendheid. Het blijft een lastige kwestie, wij hebben geprobeerd te verwoorden waarom wij (d.w.z. Transpute) uitgesproken overhellen naar het standpunt 'ontkoppelen'. Maar ook als men besluit filebeveiliging wel met afpellende snelheden te blijven doen is dit een besluit en als zodanig vele malen beter dan de kwestie te laten zweven. Het belangrijkste advies dat uit deze paragraaf voortkomt is derhalve dat hieromtrent op korte termijn moet worden nagedacht, uitmondend in een bewust uitgezette koers.

Bijlage 1: Eerder uitgebrachte rapporten met relevantie voor het advies

Specifiek m.b.t. AID in MTM:

1. 'Onderzoeken Optimalisatie en Modificatie AID - Verslag workshops', Grontmij, november 2000.
2. 'Onderzoek Modificatie AID - Plan van aanpak', Transpute, februari 2001.
3. 'Verbetering filebeveiligingsalgoritme in signalering', Transpute, 1998.
4. Notitie: 'Ontwerp van een algoritme voor een blokkade-detector in de verkeerssignalering', Transpute, december 1998.
5. 'Automatic Incident Detection in the Motorway Control System MTM', Transpute, 1999.
6. 'Onderzoek wijziging parameters AID in de autosnelwegsignalering op het traject A12 Driebruggen - De Meern', Transpute, 2001.
7. 'Analyse gegevens vier typen detectoren', Transpute, maart 2002.

Meer algemeen m.b.t. rol MTM in dynamisch verkeersmanagement:

8. 'Aanpassing en uitbreiding verkeerssignalering - Verslag AUV Workshop', Intomart/Witteveen&Bos, 1998.
9. 'Management rapporten AUV-project:
 - fase 1: Aanpassing WIU en AID in MTM
 - fase 2: Nieuwe verkeerskundige maatregelen en gebruik argumentatieborden
 - Invoering rode rand op signaalgevers',AVV, 1998/1999.
10. 'AUV-deelproject 2a: Inventarisatie verkeerskundige uitgangspunten nieuwe maatregelen', AVV.
11. 'AUV-deelproject 2b: Onderzoek gebruik argumentatieborden', AVV, 1998.

Met betrekking tot het effect van de AID-maatregelen op het verkeersgedrag:

12. 'Evaluatie van de externe effecten van het verkeerssignaleringssysteem voor autosnelwegen', J.L. de Kroes e.a., 1983.
13. 'Filewaarschuwing en verkeersafwikkeling', H.D. Verweij, RWS-DVK, 1985.
14. 'Homogeniseren - Effect van aangepaste adviessnelheden op de verkeersafwikkeling', J.A.C. van Toorenburg, RWS-DVK, 1983.
15. 'Evaluatie proef homogeniseren A2', RWS-Dir. Utrecht/Heidemij, 1993.
16. 'Onderzoek verkeersafwikkeling A2 Boxtel-Best', S.M. van Gorp, RWS-Dir. Noord-Brabant, 2000.

Zie voor internationale literatuur m.b.t. Automatic Incident Detection het deelrapport 'Onderstationvarianten'.

Bijlage 2: Structuur van MTM in relatie tot kosten modificaties

Zie de laatste pagina van de bijlage voor een overzichtsschema van de bouwstenen van de signalering.

Kwantiteiten:

Voor wat betreft de kale hoeveelheden zijn de volgende cijfers van belang:

- er zijn 6 regiocentrales
- er zijn ca. 4500 onderstations met in totaal ca. 11000 matrixsignaalgevers; portalen en kasten worden veelal gedeeld met de andere weghelft
- er zijn ca. 7000 detectorstations
- VIC-net buiten is slechts op delen geïnstalleerd en werkt tot op heden met problemen.

Voor wat betreft de verbindingsmogelijkheden zijn de restricties (MTM-2):

- 1 TOP heeft 1-9 FEP's
- 1 FEP bedient tot 16 partylijnen met elk tot ca. 30 onderstations
- 1 onderstation heeft 1-8 matrixsignaalgevers, gemiddeld 2,5.
- 1 onderstation is verbonden met 1-4 detectorstations, in de praktijk met 2 of 3
- detectorstations staan doorgaans ten dienste aan 2 à 3 onderstations
- 1 detectorstation bedient 1-8 detectielusparen

Kosten, gemoeid met een modificatie:

Gezien de opbouw van MTM is er het volgende beeld:

- v Alles voor de centrale hoeft maar zes keer te worden geïnstalleerd. Installatiekosten zijn dus verwaarloosbaar t.o.v. ontwikkelkosten van een applicatie. Bovendien werken alle centrales exact gelijk, de ontwikkel-inspanning betreft dus een enkelvoudig product. Het gaat bovendien om een software-applicatie in een krachtige computer die controleerbaar is want ter plaatse kunnen de programmeurs alles uittesten.
- v Alles wat te maken heeft met het onderstation komt vierduizendvoudig in de kosten terug: al gaat het maar om één onderdeel of één handeling. Daarom is zelfs het routinematige vervangen van parameters duur. Doordat de download-applicatie niet is gerealiseerd zal ook in de toekomst elke parameterwijziging handmatig ter plaatse worden ingebracht door de ene EPROM te vervangen door de andere. Ter indicatie: het inbrengen van nieuwe parameters kost in grote oplage ongeveer 200 € per onderstation. Voor de hele signalering moet men dus rekening houden met een operatie van circa 1 M€. Combineert men het met een onderhoudslag dan vervallen deze kosten grotendeels en resteert plusminus 20% van het

genoemde bedrag. Voert men een veldtest uit waaraan bijvoorbeeld een traject van 30 km meedoet, dan zijn de kosten per onderstation hoger en komt men op ca. 40 onderstations x 300 € = 12000 €. Stapsgewijs verbeteren in combinatie met onderhoud is derhalve voordelig, maar ook een operatie om in een slag alle instellingen te vervangen door nieuwe is geenszins prohibitief, alleen dit moet niet te vaak voorkomen.

- v Fysieke aanpassingen aan de portalen, bijv. een argumentatiebord of een nieuw teken in de matrixsignaalgevers zijn uiteraard duur. Ter indicatie: in het AUV-advies is invoering van de rode rand geraamd op 11000 signaalgevers x ca. 5000 € = 55 M€. Het invoeren van een file-pictogram op omstreeks de helft. O.i. zijn deze schattingen aan de optimistische kant en zullen dergelijke operaties al gauw het dubbele kosten.
- v Modificatie van AID in de centrale ligt in de orde van 1 M€ als men ingewerkte programmeurs kan krijgen, en anders het meervoudige. Vanwege de hoge aan het product te stellen eisen kan het nooit goedkoop. Omdat het echter om een eenmalige uitgave gaat zullen deze kosten niet gauw een breukpunt vormen.
- v Modificatie van AID in het onderstation is als programmeursopgave eenvoudiger want het algoritme mag toch niet complex worden omdat het zonder supervisie buiten probleemloos moet draaien. De ontwikkelinspanning zit vooral in de uitgebreide tests die noodzakelijk zijn en dan is er nog de certificering. Als alle drie de leveranciers (Peek, Siemens, Vialis) meegaan wordt de kosten in drievoud gemaakt.

Indicatieve raming voorgestelde modificaties:

Met bovenstaande inschattingen kan een indicatieve raming worden gedaan voor de kosten van de in paragraaf 6.1 genoemde aanbevelingen. Met bedragen uitgedrukt in miljoenen euro's komt dit op:

Verkeerskundig beheer AID-instellingen:

- inbrengen nieuwe defaultwaarden parameters: (afhankelijk van mate van combineren met regulier onderhoud)	0,2 - 1
- veldevaluaties: ca. 35 ke per keer; 6 evaluaties:	0,2
- lering uit veldevaluaties effectueren op vergelijkbare wegtrajecten:	0,2
- nalopen database, correctie detectiepunten, herconfiguratie (6 centrales x 50 gevonden punten per centrale x 2 ke)	0,6
- benutten MTM-2-opties voor brede wegen:	0,1
Totaal verkeerskundig beheer:	1 - 2 M€

Centraal op te lossen zaken:

- 70-aanvraag mogelijk maken in centrale:	-
70-aanvraag mogelijk maken in onderstation:	onbekend
- uitwerking actietabel voor brede rijbanen c.q. uitwerking nieuwe actietabel voor AID met 70-aanvraag c.q. uitwerking MTM-2 dwarsindelingen brede rijbanen + actietabel	0,1
- centraal AID-algoritme aanpassen met doorgeven lead-in bij defect onderstation	0,1
- korte hiaten overbruggen met extra lead-ins:	0,2
- verleggen AID naar centrale: niet aan de orde	
Totaal centraal op te lossen zaken:	0,4 - 2? M€

Blokkade detector:

- ontwikkelen tot utility voor de verkeersmanager:	0,2
configureren in centrales:	0,2
- ontwikkelen tot watchdog voor calamiteiten in tunnels (exclusief benodigd meetsysteem)	0,2

Lange termijn opties:

- overstap op filebeveiliging met een waarschuwingsteken: signaalgevers, afhankelijk van uitvoering: (2000 portalen x 10 k€ minimaal, 10000 signaalgevers x 10 k€ max.)	20-100
AID-logica onderstations wijzigen: (5000 x 1 k€)	5
AID-algoritme in centrale wijzigen	1

Overzichtsschema van MTM en randsystemen
(boven de onderbroken lijn: buiten, eronder: in centrales)

