PROACTIEF VERKEERSMANAGEMENT

De toepassing van proactief verkeersmanagement in de praktijk

7 JUNI 2022

HUUB OOIJEVAAR
BonoTraffics BV - Windesheim

Bezoek- en postadres:
Berklaan 2
8262 BK Kampen

T • +31 38 33 71 720
E • info@bonotraffics.nl

Bezoekadres:
Campus 2
8017 CA Zwolle

Postadres:
Postbus 10090
8000 GB Zwolle

T • 0900 - 8899
E • info@windesheim.nl

RAPPORTGEGEVENS

Titel:	Proactief Verkeersmanagement
Ondertitel:	De toepassing van proactief verkeersmanagement in de praktijk
Auteur:	Huub Ooijevaar
Illustrator afbeelding voorblad:	E. Luppens
Uitgever illustratie voorblad:	TrafficQuest
Status:	Definitief
Datum:	7 juni 2022

OPDRACHTGEVER
BonoTraffics B.V.
Joris Hoogenboom

STUDIE

Opleiding:	Ruimtelijke Ontwikkeling - Mobiliteit
Onderwijsinstelling:	Christelijke Hogeschool Windesheim
Plaats:	Zwolle
Eerste beoordelaar:	Jeffrey de Graaff
Tweede beoordelaar:	Hugo Kampen

Voorwoord

Dit rapport is tot stand gekomen als onderdeel van het afstuderen voor de opleiding Ruimtelijke Ontwikkeling - Mobiliteit aan Hogeschool Windesheim te Zwolle. Het onderzoek is uitgevoerd in de periode van 31 januari 2022 tot en met 7 juni 2022.

Dit rapport kan gebruikt worden door overheden en verkeersgerelateerde bedrijven voor het toepassen van proactief verkeersmanagement in de praktijk. De resultaten en aanbevelingen uit dit onderzoek helpen organisaties over het hoe wel of niet toepassen van proactief verkeersmanagement.

Daarnaast helpen de uitkomsten van dit rapport BonoTraffics BV bij het adviseren en ondersteunen van aannemers, evenementenorganisatoren en overheden over het toepassen van verkeersmanagement. Ook helpt dit onderzoek BonoTraffics BV, Projectbureau Aanpak Ring Zuid, Groningen Bereikbaar en andere meewerkende partijen bij het zo goed mogelijk benutten van een proactief verkeersmodel in de dagelijkse verkeersmanagementwerkzaamheden van operatie Julianaplein in de regio Groningen.

Voor dit rapport wil ik eerst mijn bedrijfsbegeleider vanuit BonoTraffics BV, Joris Hoogenboom, bedanken voor de begeleiding en de betrokkenheid bij het onderzoek. Daarnaast wil ik ook Jeffrey de Graaff, stagebegeleider vanuit Windesheim, bedanken. Deze personen hebben met mij diverse overlegmomenten gevoerd. De opbrengst daaruit heeft mij geholpen een mooi product op te leveren. Verder wil ik ook alle personen bedanken die de tijd hebben genomen om met mij expertgesprekken te voeren. Deze gesprekken hebben mij waardevolle informatie opgeleverd voor dit onderzoek en mij persoonlijk.

Zwolle, 7 juni 2022

Huub Ooijevaar

Samenvatting

In het verkeer zijn steeds meer real time datastromen beschikbaar. In combinatie met de groeiende verkeersintensiteiten op de weg (Centraal Bureau voor Statistiek, 2021) is dit aanleiding onderzoek te doen naar de mogelijkheden van proactief verkeersmanagement. De toenemende verkeersintensiteiten zetten de bereikbaarheid en veiligheid van het Nederlandse wegennet onder druk. Proactief verkeersmanagement biedt mogelijk de oplossing tot dit probleem. De hoofdvraag is 'Wat zijn de mogelijkheden van proactief verkeersmanagement en hoe kan proactief verkeersmanagement worden toegepast in de praktijk?'

Om informatie over huidig verkeersmanagement en proactief verkeersmanagement te verzamelen is literatuuronderzoek verricht en zijn expertgesprekken gevoerd. Om erachter te komen hoever de ontwikkeling naar proactief verkeersmanagement onderweg is, is dataonderzoek en experimenteel onderzoek verricht. Een voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel is getoetst op betrouwbaarheid en is gebruikt voor het in kaart brengen van het regelscenario-ontwikkelproces. Aan de hand van de verzamelde informatie zijn voor regulier verkeersmanagement, incidentmanagement en planbaar verkeersmanagement procesbeschrijvingen gemaakt, die zijn geverifieerd in een expertgesprek.

Het huidige verkeersmanagement heeft een reactief karakter. Het maakt voorspellingen aan de hand van historische data. Proactief verkeersmanagement kan meer bieden dan het huidige verkeersmanagement, omdat berekeningen gemaakt kunnen worden met de werkelijke verkeerssituatie in plaats van dat uitgegaan wordt van de gemiddelde verkeerssituatie. Proactief verkeersmanagement biedt daarnaast mogelijkheden tot meer digitalisering, automatisering en flexibele werkbare uren.

Uit het dataonderzoek bleek dat een voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel in ontwikkeling nog niet betrouwbaar genoeg is om complexe ongewone verkeerssituaties te voorspellen. Daarbij blijkt ook dat het regelscenario-ontwikkelproces momenteel nog te veel tijd inneemt waardoor voor regulier verkeersmanagement en incidentmanagement nog niet de effectiviteit van beoogde verkeersmanagementmaatregelen is te toetsen, voordat deze beoogde verkeersmanagementmaatregelen in de praktijk worden ingezet.

Zonder betrouwbaar voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel is het niet mogelijk proactief verkeersmanagement toe te passen in de praktijk. Echter, indien er wel zo een betrouwbaar verkeersmodel is, kan door middel van de in hoofdstuk 5 beschreven processen proactief verkeersmanagement worden toegepast in de praktijk. In deze processen is er meer digitalisering in communicatie, automatisering in het verkeersmodel en zijn databronnen en programma's gekoppeld aan het verkeersmodel voor een snellere informatievoorziening wat leidt tot een verbetering van de veiligheid en bereikbaarheid van het Nederlandse wegennet.

Inhoudsopgave

VOORWOORD **1**

SAMENVATTING **2**

HOOFDSTUK 1 | INLEIDING **5**

1.1 | Aanleiding 5
1.2 | Probleembeschrijving 5
1.3 | Afbakening 6
1.4 | Resultaat en doelstelling 7
1.5 | Vraagstelling 7
1.6 | Werkwijze 8
1.7 | Leeswijzer 9

HOOFDSTUK 2 | HUIDIG VERKEERSMANAGEMENT **10**

2.1 | Processen huidig verkeersmanagement 10
2.2 | Beantwoording deelvraag 1 13
2.3 | Bijdrage huidig verkeersmanagement 13
2.4 | Beperkingen huidig verkeersmanagement 14
2.5 | Beantwoording deelvraag 2 14

HOOFDSTUK 3 | PROACTIEF VERKEERSMANAGEMENT **15**

3.1 | Idealiter toekomstbeeld 15
3.2 | De huidige mogelijkheden van proactief verkeersmanagement 17
3.3 | Beperkingen proactief verkeersmanagement 18
3.4 | Beantwoording deelvragen 3 en 4 19

HOOFDSTUK 4 | DE BETROUWBAARHEID VAN HET VERKEERSMODEL **20**

4.1 | Betrouwbaarheid voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel 20
4.2 | Beantwoording deelvraag 5 26
4.3 | Beantwoording deelvraag 6 26
4.4 | Te zetten stappen voor doorrekenen regelscenario's 27
4.5 | Beantwoording deelvraag 7 29

HOOFDSTUK 5 | TOEPASSING IN DE PRAKTIJK **30**

5.1 | Huidige mogelijke toepassingen voor het proactief verkeersmanagementproces 30
5.2 | Proactief verkeersmanagementproces uitgaande van een betrouwbaar verkeersmodel 31
5.3 | Idealiter proactief verkeersmanagementproces 34
5.4 | Beantwoording deelvraag 8 37

HOOFDSTUK 6 | CONCLUSIE **38**

6.1 | Transitie van reactief naar proactief 38
6.2 | Proces naar proactief verkeersmanagement 38
6.3 | Beantwoording hoofdvraag 38

HOOFDSTUK 7 | AANBEVELINGEN **40**

7.1 | Generieke aanbevelingen 40
7. 2 | Aanbevelingen voor het gebruik van MVVS Lite 40

HOOFDSTUK 8 | DISCUSSIEPUNTEN **41**

8.1 | Onderzoeksmoment 41

8.2 | AANTAL METINGEN 41
8.3 | NUT VERKEERSMODEL IN STEDELIJK GEBIED 41
8.4 | AGGREGATIENIVEAU INTENSITEITEN TEN AANZIEN VAN DE BETROUWBAARHEID 42

BIBLIOGRAFIE 43

BIJLAGE 1 | EXPERTGESPREKKEN 45

BIJLAGE 2 | HINDERCATEGORIE 62

BIJLAGE 3 | BETROUWBAARHEID WEERGAVE REAL TIME VERKEERSSITUATIE 63

BIJLAGE 4 | BETROUWBAARHEID 30-MINUTENVOORSPELLING VAN VERKEERSSITUATIE 67

BIJLAGE 5 | BETROUWBAARHEID VOORSPELLING TOE- OF AFNAME IN INTENSITEITEN 71

BIJLAGE 6 | HANDLEIDING GEBRUIK REGELSCENARIO-ONTWIKKELPROCES 73

ADDENDUM AFSTUDEERRAPPORT PROACTIEF VERKEERSMANAGEMENT 74

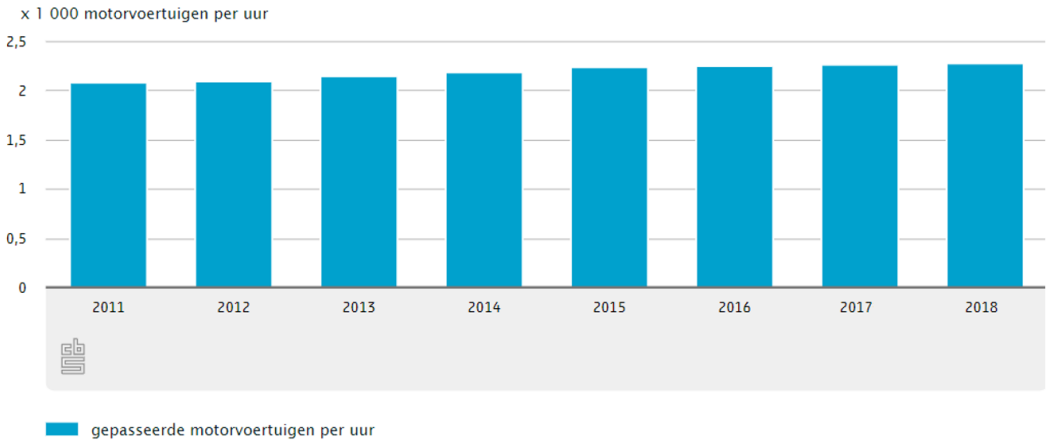
Hoofdstuk 1 | Inleiding

Dit hoofdstuk vormt de inleiding van het onderzoek. Dit eerste hoofdstuk bevat de aanleiding voor het onderzoek, de probleembeschrijving, de doelstelling, de hoofd- en deelvragen en de werkwijze van het onderzoek.

1.1 | Aanleiding

De aanleiding voor dit onderzoek heeft te maken met de transitie naar real time data gestuurd werken. Momenteel is in allerlei sectoren in de wereld een verandering gaande. Wereldwijd wordt steeds meer data gegenereerd en komt meer data beschikbaar. Dit heeft ertoe geleid dat er meer kennis is en er meer geacteerd kan worden op basis van real time datastromen (Ramalingam et al., 2017). Er is een transitie ontstaan waarbij steeds meer gebruik gemaakt wordt van real time data, zo ook in het verkeersmanagement (Hoogendoorn et al., 2011). Er is steeds meer beschikbaarheid over bronnen met live verkeersinformatie. Personen, voertuigen en gebouwen zijn verbonden met het internet en allemaal leveren ze data die te lezen of te verwerken zijn. Het huidige verkeersmanagement maakt voorspellingen op basis van data in het verleden. Met andere woorden, het huidige verkeers-management benut nog niet de mogelijkheden van real time data die tegenwoordig beschikbaar zijn.

Tegelijkertijd is er sprake van een jarenlange groeiende verkeersintensiteit op de weg, zie figuur 1 *(CBS, 2021)*. De cijfers van de laatste jaren zijn hierin niet meegenomen gezien de coronapandemie. De huidige manier van werken is niet altijd meer toereikend voor de toenemende verkeersdruk. Samen met de potentie van het gebruik van real time data in verkeersmanagement is dit aanleiding onderzoek te doen naar de mogelijkheden van real time datagestuurd verkeersmanagement; ofwel proactief verkeersmanagement.



Figuur 1: Verkeersintensiteit op Nederlandse rijkswegen. Bron: Centraal Bureau Statistiek (2021).

1.2 | Probleembeschrijving

De toenemende verkeersintensiteiten zetten de bereikbaarheid van het Nederlandse wegennet onder druk. Daarnaast zal meer verkeer leiden tot meer conflicten op kruispunten waardoor de verkeersveiligheid afneemt. Voor het huidige verkeersmanagement wordt het steeds lastiger de verkeerssituaties goed te managen (Immers et al., 2014). De voorspellingen die het huidige verkeersmanagementsysteem maakt zijn daarbij gebaseerd op data in het verleden. Hierbij speelt het probleem dat voorspellingen aan de hand van data uit het verleden geen garantie bieden voor de ontwikkeling van de werkelijke verkeerssituatie.

Proactief verkeersmanagement moet de oplossing zijn voor dit probleem. Uitgaande van een ideaalbeeld voor proactief verkeersmanagement zou een verkeersmodel dat draait op real time data de huidige verkeerssituatie kunnen tonen en nauwkeurige voorspellingen kunnen maken voor de komende minuten of uren (Wismans, 2020). Door als het ware in de toekomst te kijken kan congestie al in een eerder stadium gedetecteerd worden. Met de werkelijke verkeerssituatie in het verkeersmodel kunnen passende verkeersmanagementmaatregelen worden genomen waardoor congestie uitblijft of minder ernstig zal zijn. Daarnaast zou een real time datagestuurd verkeersmodel incidenten en calamiteiten eerder kunnen detecteren dan wanneer er handmatig een calamiteitsmelding bij de verkeerscentrale binnenkomt (Van de Ven, 2007). Door de tijdwinst kan eerder gehandeld worden door middel van inzet van verkeersmanagementmaatregelen waardoor de bereikbaarheid van het verkeer beter gewaarborgd blijft. Echter, dit is het ideaalbeeld. Er zijn een aantal problemen en onzekerheden die komen kijken bij proactief verkeersmanagement.

1.2.1 | Betrouwbaarheid

Proactief verkeersmanagement bevindt zich nu in een ontwikkelfase. In Nederland beginnen de eerste experimenten met real time datagestuurd verkeersmanagement, zoals in Amsterdam (Van Beek, 2016), Deventer (Dat.mobility, 2020) en Groningen (Projectbureau Aanpak Ring Zuid, s.d.). Proactief verkeersmanagement is in Nederland nog niet eerder op grote schaal toegepast. Wanneer een real time datagestuurd verkeersmodel ingezet zou worden heerst daarom in eerste instantie de vraag in hoeverre het model betrouwbaar is. Het is de vraag in hoeverre het verkeersmodel nauwkeurig de werkelijke situatie na kan bootsen en in hoeverre zijn voorspelling voor de komende minuten of uren kloppend zal zijn. De data die het model ontvangt moet in de juiste hoeveelheid en kwaliteit komen om nauwkeurige voorspellingen te kunnen doen. Daarnaast moet het model een betrouwbare situatie kunnen voorspellen van de werkelijkheid bij inzet van één of meerdere verkeersmanagementmaatregelen.

1.2.2 | Huidige procestijd niet toepasbaar op proactief verkeersmanagement

Op het moment dat proactief verkeersmanagement wordt toegepast, is er beperkte beschikbare tijd om verkeersmanagementmaatregelen door te voeren. Als een verkeersmodel congestievorming voorspelt over een half uur, zal binnen een half uur een verkeersmanagementmaatregel moeten worden genomen om de congestievorming te voorkomen. Er is dan slechts een half uur de tijd om een verkeersmanagementmaatregel te bedenken, door te rekenen en vervolgens in werkelijkheid uit te voeren. Er is dus een kort tijdsbestek voor het proces, zowel voor de praktische uitvoerbaarheid als de regels en procedures die erbij komen kijken. Dit is een probleem voor de inrichting van de procesmatige kant van proactief verkeersmanagement.

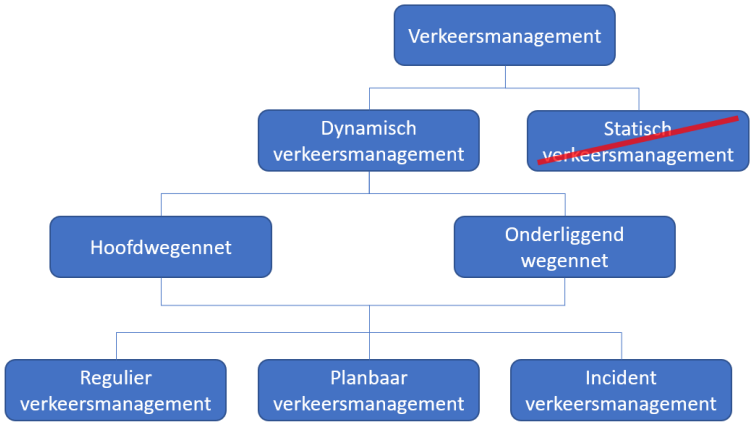
1.3 | Afbakening

Verkeersmanagement is een breed begrip. In dit onderzoek wordt verkeersmanagement afgebakend tot bepaalde categorieën. Vanwege de bij paragraaf 1.2.2 beschreven korte tijdspanne om verkeersmanagementmaatregelen te realiseren, zal statisch verkeersmanagement niet haalbaar zijn. Dit onderzoek bakent zich daarom af tot dynamisch verkeersmanagement.

Dynamisch verkeersmanagement kan zowel op het hoofdwegennet als op het onderliggend wegennet worden toegepast. Daarom zal het verkeersmanagement in dit onderzoek betrekking hebben op zowel het hoofdwegennet als onderliggend wegennet.

Daarbij kan verkeersmanagement in dit onderzoek gedefinieerd worden naar drie type verkeersmanagementcategorieën: regulier, planbaar en incident verkeersmanagement. Regulier verkeersmanagement betreft het sturen en informeren van het alledaagse verkeer. Planbaar

verkeersmanagement betreft het reguleren van vooraf bekende afwijkende verkeerssituaties, zoals bij wegwerkzaamheden of evenementen. Incidentmanagement betreft het sturen en informeren van het verkeer bij incidenten en calamiteiten (CROW, s.d.). Figuur 2 geeft overzichtelijk de afbakening van het begrip verkeersmanagement in dit onderzoek aan.



Figuur 2: Afbakening van het begrip verkeersmanagement in dit onderzoek.

1.4 | Resultaat en doelstelling

Deze paragraaf beschrijft wat het onderzoek op moet leveren en waar het onderzoek aan bijdraagt.

1.4.1 | Resultaat

Dit rapport bevat een beschrijving over hoe het proces van proactief verkeersmanagement in te richten is. Het moet duidelijk zijn welke stappen er zitten in het proces van een voorspelling van een real time datagestuurd verkeersmodel naar een verkeersmanagementmaatregel in de praktijk.

1.4.2 | Doelstelling

Dit onderzoek draagt bij aan de transitie van verkeersmanagement op basis van data in het verleden, naar verkeersmanagement waar ook op basis van real time data wordt geacteerd. Het onderzoek draagt daarmee bij aan een verbetering van de bereikbaarheid en veiligheid op het Nederlandse wegennet.

1.5 | Vraagstelling

Het onderzoek dat uitgevoerd wordt, zal antwoord geven op de hoofdvraag die hieronder is geformuleerd. Om de hoofdvraag volledig te kunnen beantwoorden, zijn er deelvragen opgesteld die de hoofdvraag specificeren.

1.4.1 | Hoofdvraag

Wat zijn de mogelijkheden van proactief verkeersmanagement en hoe kan proactief verkeersmanagement worden toegepast in de praktijk?

1.4.2 | Deelvragen

Er zijn acht deelvragen opgesteld. Deze deelvragen zorgen ervoor dat de hoofdvraag verder gespecificeerd wordt. De deelvragen zijn onder te verdelen in verschillende onderdelen van het onderzoek. De deelvragen helpen uiteindelijk de hoofdvraag te beantwoorden.

Het eerste onderdeel van het onderzoek gaat over de vraag hoe de huidige werkwijze van het verkeersmanagent eruit ziet. Hier vallen de eerste twee deelvragen onder:

1. Hoe ziet het proces van het huidige verkeermanagement eruit?
2. Wat levert het huidige verkeersmanagement op en wat zijn haar beperkingen?

Het tweede onderdeel van het onderzoek betreft de vraag wat proactief verkeersmanagement idealiter kan bieden vergeleken met het huidige verkeersmanagement. Hieronder vallen de derde en vierde deelvraag:

3. Waar zou idealiter rekening mee moeten worden gehouden in het proces van proactief verkeersmanagement?
4. Wat kan proactief verkeersmanagement idealiter opleveren en wat zijn de beperkingen hiervan?

Het derde onderdeel van het onderzoek gaat over de vraag in hoeverre een real time datagestuurd verkeersmodel betrouwbaar genoeg is om te kunnen worden gebruikt voor proactief verkeersmanagement en over hoe het proces van werken met real time datagestuurd verkeersmodel ingericht is. In dit onderdeel hebben de deelvragen betrekking op het real time datagestuurd verkeersmodel. Hieronder vallen de volgende drie deelvragen:

5. In hoeverre is een real time datagestuurd verkeersmodel in staat correct de verkeerssituatie in de praktijk te voorspellen?
6. In hoeverre komt een voorspelling van een real time datagestuurd verkeersmodel met doorberekend regelscenario overeen met de werkelijke situatie wanneer datzelfde regelscenario wordt toegepast in de praktijk?
7. Hoe kan een voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel gebruikt worden in het regelscenario-ontwikkelproces?

Het vierde en laatste onderdeel van het onderzoek betreft de vraag hoe het proces van proactief verkeersmanagement er werkelijk uit kan komen te zien. Hieronder valt de laatste deelvraag:

8. Hoe kan het proces van proactief verkeersmanagement in de praktijk ingericht worden?

1.6 | Werkwijze

In dit onderzoek zijn verschillende onderzoeksmethoden toegepast. Voor deelvragen 1 tot en met 4 is eerst literatuuronderzoek verricht en zijn daarna expertgesprekken gevoerd. Er is literatuuronderzoek verricht naar wat het huidig verkeersmanagement en proactief verkeersmanagement inhouden, uit welke processen ze bestaan en welke beperkingen of kansen er aanwezig zijn. Daarnaast zijn voor de beantwoording van de eerste vier deelvragen zes expertgesprekken gevoerd met personen die nauw betrokken zijn bij verkeersmanagement. Hierbij is de opgedane kennis uit het literatuuronderzoek gebruikt om kwalitatieve, diepgaande gesprekken te kunnen voeren.

Voor deelvragen 5 tot en met 7 is dataonderzoek en experimenteel onderzoek verricht. Deze onderzoeksmethoden zijn toegepast op een verkeersmodel wat wordt gebruikt bij Operatie Julianaplein in Groningen. Operatie Julianaplein is een groot infrastructureel project waar proactief verkeersmanagement wordt toegepast en BonoTraffics BV bij betrokken is. Van 11 februari 2022 tot en met 9 mei 2022 zijn verschillende rijrichtingen afgesloten rondom en van knooppunt Julianaplein (Groningen Bereikbaar, s.d.). Voor de aanleg en de bijbehorende afsluitingen is veel verkeersmanagement nodig en is er behoefte naar inzicht in het verkeer. Dat.mobility heeft in opdracht van Groningen Bereikbaar het Multimodaal Voorspellend Verkeersmanagement Systeem Lite (lees: MVVS Lite) ontwikkeld dat op basis van real time datastromen de huidige verkeerssituatie in Groningen kan schetsen en kan voorspellen hoe de verkeerssituatie er over een half uur uitziet (De

Bruijn & Huyink, 2021). Met het inzicht in de verkeersituatie dat MVVS Lite biedt, kunnen verkeersmanagementmaatregelen getroffen worden zodat de bereikbaarheid van het verkeer gewaarborgd blijft. Door de betrokkenheid van BonoTraffics BV bij Operatie Julianaplein is toegang verkregen tot MVVS Lite. Daarbij is MVVS Lite ten tijde van het onderzoek het enige voorspellende, real time datagestuurde verkeersmodel dat in Nederland grootschalig wordt toegepast in de praktijk. Deze redenen maken dat het dataonderzoek en experimenteel onderzoek worden gedaan over en met MVVS Lite. MVVS Lite is dus het voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel waarover bij deelvragen 5 tot en met 7 gesproken wordt.

Voor deelvraag 5 is dataonderzoek verricht waarbij vergelijkingen zijn gemaakt tussen intensiteiten en snelheden die het voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel liet zien en de werkelijke intensiteiten en snelheden in de praktijk. De data van de werkelijke intensiteiten en snelheden zijn onttrokken van het Nationaal Dataportaal Wegverkeer (hierna: NDW).

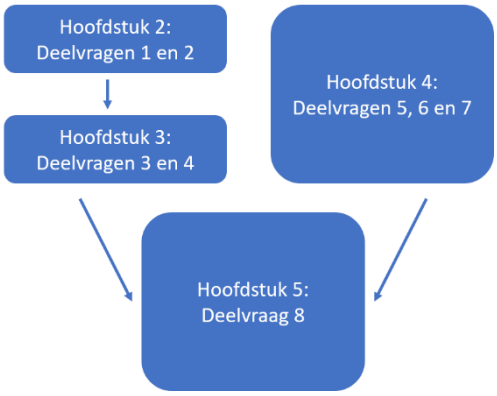
Net als bij deelvraag 5 is bij deelvraag 6 dataonderzoek nodig waarbij vergelijkingen tussen de praktijksituatie en de voorspellingen van het verkeersmodel nodig zijn. Hiervoor is data nodig van valide locaties en tijden van wanneer, waar en welk regelscenario is ingezet. Dit is achterhaald op een niet bij naam te noemen netwerkmanagementsysteem, waar een logboek wordt bijgehouden van alle ingezette regelscenario's. Het toegepaste regelscenario is in het programma OmniTRANS in een offline versie van MVVS Lite te modelleren, zodat het verkeersmodel dezelfde startsituatie heeft als de praktijk. In OmniTRANS kan het toegepaste regelscenario doorgerekend en gesimuleerd worden. Naast dataonderzoek is voor deelvraag 6 ook experimenteel onderzoek benodigd. Hierin is het doorrekenen en simuleren van het verkeersmodel het experimentele onderzoek in deze deelvraag.

Voor deelvraag 7 is experimenteel onderzoek verricht. Het doen van handelingen in dit ontwikkelproces om regelscenario's toe te passen en door te rekenen zijn daarmee het experimenteel onderzoek. Alle handelingen die hierbij verricht zijn, zijn genoteerd. Ook is de tijd die elke handeling innam bijgehouden, zodat duidelijk is hoe lang het regelscenario-ontwikkelproces duurt.

Voor deelvraag 8 is weer een expertgesprek gebruikt als onderzoeksmethode. Binnen deze deelvraag is een proces opgesteld over hoe proactief verkeersmanagement in de praktijk ingericht kan worden, gebaseerd op de vergaarde informatie uit de eerder behandelde deelvragen. Vervolgens is het opgestelde verkeersmanagementproces voor regulier verkeersmanagement, incidentmanagement en planbaar verkeersmanagement, voorgelegd aan en besproken met een expert. Het expertgesprek dient daarbij als verificatie voor de processen.

1.7 | Leeswijzer

Figuur 3 geeft schematisch de opbouw van het rapport weer. Hoofdstuk 2 van dit rapport gaat in op het huidige verkeersmanagement en beantwoordt de eerste twee deelvragen. Hoofdstuk 3 gaat in op proactief verkeersmanagement. Het treft vergelijkingen met het huidige verkeersmanagement en beantwoordt deelvragen 3 en 4. Vervolgens worden deelvragen 5 tot en met 7 beantwoordt in hoofdstuk 4. Hoofdstuk 5 brengt de opgedane kennis uit alle eerdere hoofdstukken samen en beantwoordt deelvraag 8. Deelvraag 8 staat het dichtst bij de conclusie die in hoofdstuk 6 antwoord geeft op de hoofdvraag. In de hoofdstukken erna worden aanbevelingen gedaan en zijn enkele discussiepunten opgesteld naar aanleiding van het uitgevoerde onderzoek.



Figuur 3: Stroomschema deelvragen.

Hoofdstuk 2 | Huidig verkeersmanagement

Dit hoofdstuk bespreekt het huidig verkeersmanagement in Nederland. Hierbij wordt ingegaan op planbaar verkeersmanagement, incidentmanagement en regulier verkeersmanagement. Voor het beantwoorden van deelvragen 1 en 2 zijn een aantal gesprekken met experts gevoerd. De verslagen van de expertgesprekken zijn te vinden in bijlage 1. Aan het eind van dit hoofdstuk kan antwoord worden gegeven op de eerste twee deelvragen:

1. Hoe ziet het proces van het huidige verkeermanagement eruit?
2. Wat levert het huidige verkeersmanagement op en wat zijn haar beperkingen?

2.1 | Processen huidig verkeersmanagement

De processen van verkeersmanagement verschillen voor planbaar verkeersmanagement, incidentmanagement en regulier verkeersmanagement. Voor deze drie soorten verkeersmanagement worden daarom apart de processen beschreven.

2.1.1 | Planbaar verkeersmanagement

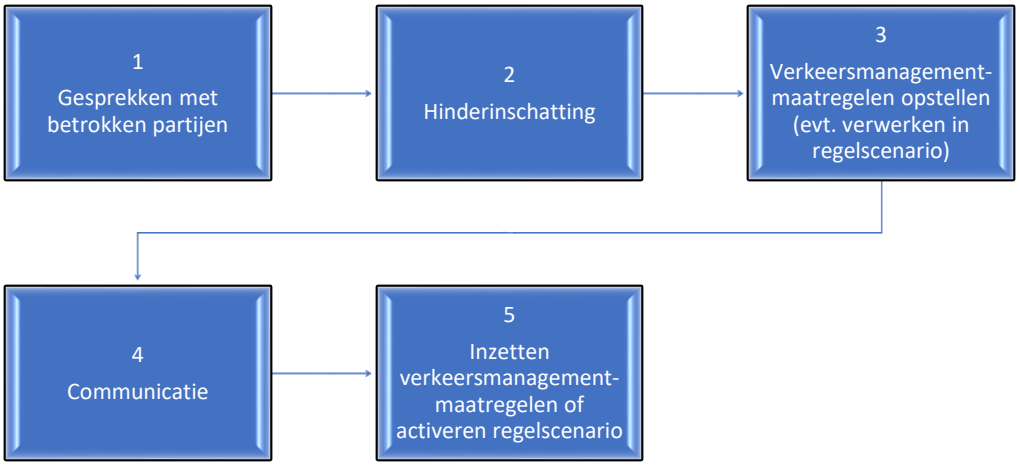
Planbaar verkeersmanagement betreft het reguleren van vooraf bekende afwijkende verkeerssituaties, zoals bij geplande wegwerkzaamheden of evenementen. Chris Verploegh, verkeersmanager Provincie Zuid-Holland, gaf aan dat het proces van planbaar verkeersmanagement van start gaat als de betrokken partijen voor het eerst met elkaar aan tafel zitten (persoonlijke communicatie, 2022). Afhankelijk van de grootte van de werkzaamheden, zullen er meer of minder partijen betrokken zijn. Over het algemeen kan er vanuit worden gegaan dat Rijkswaterstaat, de provincie en/of gemeenten met de aannemer de eerste gesprekken voeren. De gesprekken vormen de eerste stap in het huidige proces van planbaar verkeersmanagement. Van dit proces is een overzichtelijk schema gemaakt, zie figuur 4. In de eerste gesprekken worden de eisspecificaties en adviezen besproken en meegegeven aan de aannemer. Na de gesprekken wordt een hinderinschatting gemaakt. Hierbij wordt de impact op het verkeer berekend van het project. Het kan verschillen per regio wie de hinderinschatting maakt. Zo maakt Verploegh voor de provincie zelf de hinderberekeningen en stelt hij de kaders voor een wegafsluiting bij werkzaamheden of projecten. In andere provincies komt het voor dat door een aanbesteding een particulier bedrijf de hinderinschatting maakt. Afhankelijk van het aantal gehinderden en het aantal minuten vertraging, krijgt het project een hindercategorie toebedeeld, zie tabel 10 in bijlage 2 (Rijkswaterstaat, 2017). Voor elke hindercategorie is in de Uniforme Werkwijze Planners SPIN (Rijkswaterstaat, 2017) beschreven hoelang het voortraject minimaal moet zijn, zie tabel 11 ook in bijlage 2 en welke onderdelen benodigd zijn in het verkeersplan.

Bij het planbaar verkeersmanagement zullen ook verkeersmanagementmaatregelen genomen moeten worden om het verkeer veilig en met een goede doorstroming te kunnen begeleiden. Dit is de derde stap in het proces van het huidig verkeersmanagement, zie figuur 4. Bij de projecten met hogere hindercategorieën worden regelscenario's opgesteld om tijdens de wegwerkzaamheden snel en gemakkelijk verkeersmanagementmaatregelen in te kunnen zetten. Kleinere projecten kunnen het af met losse verkeersmaatregelen. Edwin Papjes, projectmanager voor de realisatie van MVVS, gaf aan dat het regelscenario een PDF is met in het begin wat de stremming is, het regeldoel, de hinderopgave en benodigde materialen en attributen (persoonlijke communicatie, 2022). Verder bestaat het regelscenario uit schakelingen. Dat is vaak weergegeven in de kaart van het projectgebied. In een stroomschema is precies uitgeschreven onder welke condities wanneer welke handeling gedaan moet worden. Onder de schakelingen kunnen ook weer subschakelingen zitten voor wanneer er bijvoorbeeld een ongeval gebeurt op een omleiding of verkeer in tegenovergestelde richting ook

vastloopt. Op tal van mogelijke situaties wordt ingespeeld met verkeersmanagementmaatregelen voor regel- en informatiesystemen. Het reguleren van het verkeer wordt gedaan door regelsystemen. Het informeren van het verkeer over actuele verkeerssituaties wordt gedaan door informatiesystemen (CROW, s.d.). Wanneer een regelscenario ontwikkeld is, dient dit naar de verkeerscentrales opgestuurd te worden. Door de verkeerscentrale worden de uitgeschreven handelingen en schakelingen voorgeprogrammeerd in een netwerkmanagementsysteem. Op deze manier wordt de tekst in die PDF vertaald in allemaal vinkjes en parameters. De verkeerscentrale kan wanneer het moment daar is, dan het betreffende regelscenarionummer aanvinken die in één keer het regelscenario doet activeren. Zodra in het netwerkmanagementsysteem een scenario wordt ingezet, betreft dat niet alleen de activatie van DRIP's en matrixborden langs en boven de weg, maar kan het ook zijn dat op het onderliggend wegennet verkeersmanagementmaatregelen worden genomen. Bepaalde verkeersstromen kunnen bijvoorbeeld meer groentijd krijgen. Echter, voordat de verkeersmanagementmaatregelen in stap 5 van het huidige proces van planbaar verkeersmanagement geactiveerd worden, zal eerst communicatie over het project naar alle partijen moeten plaatsvinden.

Het vierde onderdeel van de voorbereidingen van de werkzaamheden is de communicatie. De verkeers- of omgevingsmanager communiceert naar alle partijen die geraakt worden door de omleiding (Rijkswaterstaat, 2017). Dit zijn de wegbeheerders die kunnen bestaan uit gemeenten, provincie, Rijkswaterstaat en soms ook een waterschap. Verder moeten OV-maatschappijen geïnformeerd worden als de afsluiting of omleiding het lijnennet raakt en worden hulpdiensten altijd geïnformeerd. Als laatste wordt ook naar eventuele grote bedrijven en aanwonenden gecommuniceerd. Bedrijven kunnen veel vrachtverkeer hebben en voor hen kan de impact groot zijn bij een wegafsluiting. Als de omleiding of wegafsluiting op het onderliggend wegennet aanzienlijk voor verkeershinder zorgt voor aanwonenden, zullen ook zij geïnformeerd moeten worden. De communicatie vindt plaats op meerdere manieren. De communicatie naar gemeenten, provincie, Rijkswaterstaat en waterschappen vindt zowel plaats door middel van persoonlijk contact als via het programma MELVIN waarin afsluitingen en omleidingen staan op het hoofd- en onderliggend wegennet. Kleine gemeenten gebruiken niet altijd MELVIN en dan zal persoonlijk contact met hen opgenomen moeten worden.

In de laatste stap kunnen verkeersmanagementmaatregelen worden ingezet of regelscenario's worden geactiveerd. De hinder kan op het moment van de uitvoering mee- of tegenvallen. Het verkeersaanbod kan namelijk veranderen door bijvoorbeeld de weersomstandigheden. Er wordt daarom geschakeld tussen en binnen regelscenario's om het verkeer zo goed mogelijk te managen.



Figuur 4: Huidige proces van planbaar verkeersmanagement.

2.1.2 | Regulier verkeersmanagement

Regulier verkeersmanagement betreft het in de gaten houden, sturen en informeren van het alledaagse verkeer (CROW, s.d.). Joep Lax, Herni Gommans en Martijn Hoogenraad zijn alle drie actief in het verkeersmanagement en alle gaven in een persoonlijk expertgesprek (2022) aan dat het regulier verkeersmanagement in eerste instantie bestaat uit het monitoren van het verkeer. Dit wordt hoofdzakelijk gedaan door het in de gaten houden van camerabeelden die op wegen en kruispunten gericht staan. De monitoring kan gedaan worden door verschillende personen. Zowel een lokale verkeersmanager bij een bedrijf of gemeente kan de beelden in de gaten houden, als een wegverkeersleider bij een verkeerscentrale. Naast de monitoring van de camerabeelden wordt het verkeer ook gemonitord door het in de gaten houden van nieuwsbronnen en metingen van tellussen (Gommans, persoonlijke communicatie, 2022). Nieuwsbronnen komen af van actuele verkeersinformatie van Rijkswaterstaat en de ANWB. De metingen van tellussen worden weergegeven in een digitale wegenkaart waarbij wegdelen meer roodgekleurd worden naarmate het verkeer meer vertraging ervaart.

Er wordt niet altijd ingegrepen wanneer een file zich voordoet. Zo vertelde Gommans, wegverkeersleider bij Rijkswaterstaat, dat bij reguliere files op het hoofdwegennet, naast het openstellen van een eventueel beschikbare spitsstrook, geen verkeersmanagementmaatregelen worden genomen. Bij irreguliere files door bijvoorbeeld plaatselijke drukte of bijzondere weersomstandigheden kan naar eigen inzicht van de wegverkeersleider wel ervoor worden gekozen om in te grijpen. Voor belangrijke verkeersaders liggen diverse regelscenario's klaar wanneer drukte zich voordoet op de weg. Waar mogelijk kan een regelscenario worden ingezet en worden regel- en informatiesystemen geactiveerd. Als er geen regelscenario beschikbaar is, zal de wegverkeersleider naar eigen inzicht passende verkeermanagementmaatregelen inzetten.

2.1.3 | Incidentmanagement

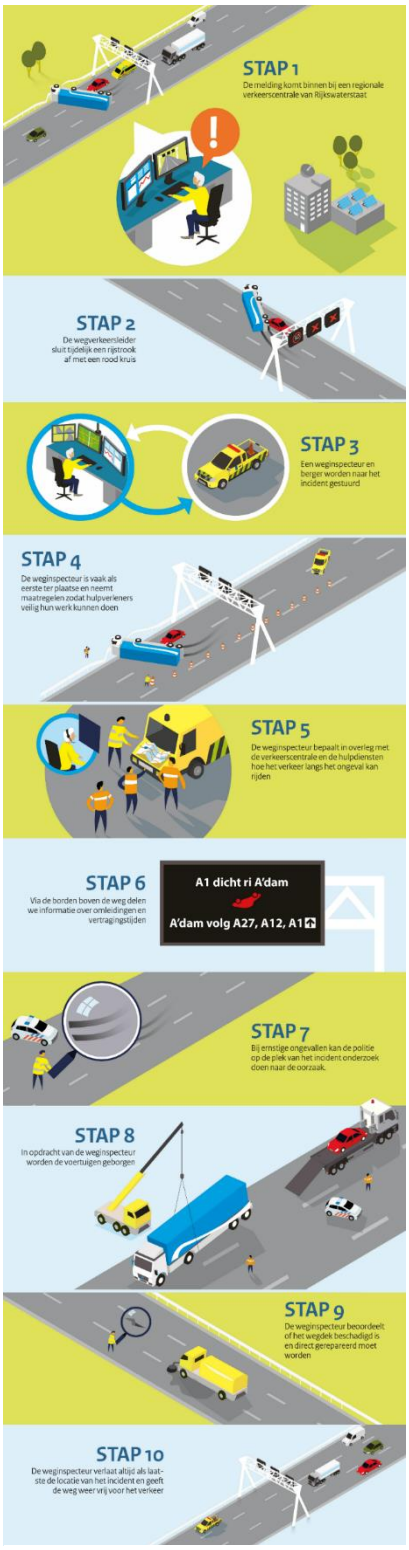
Het incidentmanagement bestaat in de basis uit het hiervoor besproken reguliere verkeersmanagement. De monitoring van het incidentmanagement is hetzelfde als die van het reguliere verkeersmanagement. Echter, bij incidentmanagement houden wegverkeersleiders ook nog eens Floating Car Data in de gaten (Gommans, persoonlijke communicatie, 2022). De wegverkeersleiders hebben toegang tot de informatie van Waze en Flitsmeister waar ongevallen, gevaarlijke situaties en vertragingen gemeld worden. Het grote verschil tussen regulier en incidentmanagement zit hem ook in de oorzaak van de vertraging. Wanneer de oorzaak namelijk een incident is, zijn de te nemen stappen anders dan in het proces van het reguliere verkeersmanagement.

Na het waarnemen van een incident via signalering of camera's, is de eerste taak van de wegverkeersleider het veiligstellen van het ongeval (Gommans, persoonlijke communicatie, 2022). Gommans vertelde dat de wegverkeersleider kijkt of hij één of meerdere rijstroken moet onttrekken van de rijbaan om veiligheid te creëren voor de betrokkenen bij het ongeval. Wanneer het ongeval op de rijbaan is, stuurt de wegverkeersleider een weginspecteur die ter plaatse het verkeer kan aansturen en voor eerste hulp bij een ongeval kan zorgen. Het sturen van een weginspecteur naar de locatie gebeurt geheel digitaal. De wegverkeersleider kan met een druk op de knop een weginspecteur of bergingsvoertuig vertellen dat hij zich naar een ongevalslocatie moet begeven. Of een bergingsvoertuig nodig is, bepaald Gommans op basis van de ernst van het ongeval. Als het ongeval is veiliggesteld is de volgende stap het informeren van de hulpdiensten. Gommans vertelde dat deze communicatie momenteel nog telefonisch gaat, maar dat er wordt gekeken om in de toekomst via GMS, het Gemeenschappelijk Meldkamer Systeem, informatie uit te wisselen. Ondertussen houdt de wegverkeersleider contact met de weginspecteur en overlegt of omleidingen nodig zijn. Zo ja, kan op omleidingsroutes.nl het betreffende afgesloten wegvak worden aangeklikt. Direct is te zien welke

omleiding dan ingezet moet worden. De omleiding heeft een nummer en dit nummer verwijst naar een regelscenario wat de wegverkeersleider dan activeert in het netwerkmanagementsysteem. Op deze manier worden verkeersmanagementmaatregelen genomen.

Bovenstaande procesbeschrijving gaat uit van een incident in de signalering of in camerabeeld. Wanneer het ongeval niet zichtbaar is voor de wegverkeersleider, ontvangt de wegverkeersleider een telefoontje van de politiemeldkamer dat ergens een ongeval is gebeurd. De weginspecteur stuurt na dit telefoontje de weginspecteur samen met de berger naar de ongevalslocatie en moet wachten totdat zij of de hulpdiensten ter plaatse zijn, zodat zij de weginspecteur een beeld kunnen geven van de situatie. Pas dan, kan de wegverkeersleider verkeersmanagementmaatregelen nemen om een stukje veiligheid te creëren. De te nemen verkeersmanagementmaatregelen betreffen zowel regel- als informatiesystemen.

Rijkswaterstaat (sd) heeft voor incidentmanagement een stappenplan bestaande uit tien stappen beschreven. Dit schema moet het proces bij een incident verduidelijken. De tien stappen zijn weergegeven in figuur 5.



Figuur 5: Stappenplan incidentmanagement (Rijkswaterstaat, s.d.2022)

2.2 | Beantwoording deelvraag 1

Hoe ziet het proces van het huidige verkeermanagement eruit?

Het huidige verkeersmanagement heeft een reactief karakter. Er wordt bij incidentmanagement en regulier verkeersmanagement gehandeld nadat een bepaalde verkeerssituatie is waargenomen. Voor planbaar verkeersmanagement worden vooraf regelscenario's opgesteld op basis van de verwachte hinder die een (gedeeltelijke) wegafsluiting met zich meebrengt. Het verkeersaanbod en daarmee ook de hinder kan mee- of tegenvallen. Tijdens de uitvoering van wegwerkzaamheden wordt er geschakeld in regelscenario's nadat stremmingen zijn waargenomen. Ook het planbaar verkeersmanagement heeft dus een reactief aspect.

2.3 | Bijdrage huidig verkeersmanagement

Het huidig verkeersmanagement zorgt er voor dat op basis van al waargenomen verkeersgedrag geacteerd wordt met verkeersmanagementmaatregelen om ontstane onveilige verkeerssituaties weer veilig te maken en stremmingen op te lossen. Het verkeersmanagement levert daarmee een bijdrage aan de veiligheid van verkeersdeelnemers en bereikbaarheid van het wegennet.

2.4 | Beperkingen huidig verkeersmanagement

Een beperking die blijkt uit de gehouden expertgesprekken is dat communicatie niet altijd goed verloopt. Niet elke partij gebruikt dezelfde manier van communicatie waardoor in plaats van één contactmoment meerdere kleinere contactmomenten plaatsvinden. Dit kost in totaal meer tijd wat het proces van verkeersmanagement vertraagd. Zo zou het verkeersmanagementproces geheel digitaal moeten kunnen, zonder mondelinge communicatie (Gommans, persoonlijke communicatie, 2022). Belletjes zijn namelijk tijdrovend in de wetenschap dat de politiemeldkamer wel tientallen keren per dag contact kan hebben met de wegverkeersleider. Momenteel is er geen systeem waar zowel de hulpdiensten als verkeerscentrale gebruik van kan maken voor snel onderling contact. Daar ziet Gommans dus wel een beperking van het huidige verkeersmanagement.

Een tweede beperking van het huidige verkeersmanagement is dat het vastgeroest zit in de processen die worden voorgeschreven door overheden. Het is niet nieuw dat overheden graag houvast hebben en daardoor veel waarde hechten aan bestaande processen. Het nadeel hiervan is dat er wel kansen onbenut blijven. Chris Verploegh ziet bijvoorbeeld een beperking bij het huidige planbare verkeersmanagement in de zogenaamde vastgestelde werkbare uren (persoonlijke communicatie, 2022). De werkbare uren zijn vaste afspraken wanneer wel en niet op bepaalde wegen gewerkt mag worden. Vaak mag in de spits niet gewerkt worden en ’s nachts wel. Verploegh merkt dat op tijden waar niet gewerkt mag worden, het over het algemeen toch erg rustig kan zijn. Verploegh zou daarom meer flexibele werkbare uren willen zien en ziet met de vaste werkbare uren een onnodige beperking voor het planbaar verkeersmanagement. De voorwaarde is wel dat flexibel werken binnen de mogelijkheden van de uitvoerder of aannemer liggen.

2.5 | Beantwoording deelvraag 2

Wat levert het huidige verkeersmanagement op en wat zijn haar beperkingen?

Het huidig verkeersmanagement draagt bij aan de veiligheid van verkeersdeelnemers en bereikbaarheid van het wegennet. Er zijn mogelijkheden tot verbeteringen van het huidige verkeersmanagementsysteem. Er kan meer gedigitaliseerd worden binnen het incidentmanagement en bij planbaar verkeersmanagement liggen mogelijkheden om wegwerkzaamheden in te plannen op tijden afhankelijk van de verkeersdrukte in plaats van in vastgestelde werkbare uren. Dit laatste moet daarbij wel binnen de mogelijkheden van de uitvoerder of aannemer liggen.

Hoofdstuk 3 | Proactief verkeersmanagement

In dit hoofdstuk wordt besproken wat proactief verkeersmanagement kan bieden ten opzichte van het huidige verkeersmanagement. In dit hoofdstuk komen ook de nadelen en beperkingen aan bod die proactief verkeersmanagement met zich meebrengt. Voor het beantwoorden van deelvragen 3 en 4 zijn een aantal gesprekken met experts gehouden. Als in dit hoofdstuk persoonlijke communicatie als bron wordt gebruikt, wordt gedoeld op deze expertgesprekken. De verslagen van de expertgesprekken zijn te vinden in bijlage 1. Aan het einde van dit hoofdstuk kan antwoord worden gegeven op de derde en vierde deelvraag:

3. Waar zou idealiter rekening mee moeten worden gehouden in het proces van proactief verkeersmanagement?
4. Wat kan proactief verkeersmanagement idealiter opleveren en wat zijn de beperkingen hiervan?

3.1 | Idealiter toekomstbeeld

Proactief verkeersmanagement is verkeersmanagement op basis van real time data met een voorspellend karakter (Hoogendoorn et al., 2011). De real time data is zichtbaar in een verkeersmodel. Dit real time datagestuurd verkeersmodel kan voorspellingen maken over hoe de verkeerssituatie zich op korte termijn gaat ontwikkelen.

3.1.1 | Voorspellend multimodaal model

Een ideaal voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel zou een nauwkeurige voorspelling kunnen maken van de verkeerssituatie over minimaal één uur (Lax, persoonlijke communicatie, 2022). Op basis van zijn ervaring beweert Lax, Verkeerskundige bij XTNT en betrokken geweest bij de marktconsultatie van MVVS, dat met minimaal een uur aan voorbereidingstijd er genoeg tijd zou moeten zijn om verkeersmanagementmaatregelen te kunnen nemen om te voorkomen dat ergens een stremming gaat ontstaan. Daarnaast zou het volgens Lax ideaal zijn als op basis van een actueel verkeersbeeld voor de auto, het openbaar vervoer en de fiets voorspeld kan worden hoe zich de verkeerssituatie gaat ontwikkelen in de komende uren. Op basis van de voorspelling kan vervolgens geacteerd worden om eventuele verwachte stremmingen te voorkomen voor deze drie modaliteiten.

3.1.2 | Triggerwarning

Bij het werken met een voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel zou het volgens Lax, Papjes en Yedema ideaal zijn als er een triggerwarning in het verkeersmodel zou zijn ingebouwd (persoonlijke communicatie, 2022). Yedema, VRI-specialist bij Groningen Bereikbaar en Gemeente Groningen, heeft het liefst dat een markerpointer op de kaart verschijnt wanneer een bepaalde grenswaarde wordt overschreden, zodat direct zichtbaar is waar iets moet gebeuren. Papjes, Projectmanager voor de realisatie van MVVS bij Groningen Bereikbaar en Gemeente Groningen, gaat zelfs nog een stap verder en beschrijft dat in zijn ideaalbeeld van proactief verkeersmanagement een kunstmatige intelligentie achter het verkeersmodel hoort te zitten die niet alleen laat zien en kan voorspellen wat de verkeerssituatie is en wordt, maar ook kan adviseren welk regelscenario ingezet moet worden om de stremmingen te voorkomen. Deze intelligentie achter het verkeersmodel zou dan regelscenario's met bijvoorbeeld complete groentijden van VRI’s adviseren en dit advies ook live bijstellen naarmate de verwachtingen veranderen.

3.1.3 | Incidentmanagement

Papjes ziet ook mogelijkheden van het gebruik van een voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel binnen het incidentmanagement (persoonlijke communicatie, 2022). Het

verkeersmodel kan aan de hand van gekoppelde databronnen ongewone situaties detecteren. Als er bijvoorbeeld ergens nul intensiteiten zijn of de snelheid erg laag is, waar dit normaal gesproken niet het geval is, heeft het verkeersmodel in potentie een ongeval gedetecteerd. Het model zou in theorie sneller en incident kunnen detecteren dan dat er via de politie of weginspecteur een melding binnenkomt bij de wegverkeersleider. Een real time datagestuurd verkeersmodel kan dus behulpzaam zijn in het snel achterhalen van een incident, waardoor sneller veiligheids- en verkeersmanagementmaatregelen kunnen worden genomen.

3.1.4 | Variabele werkbare uren

Aan de hand van de data van een real time gestuurd verkeersmodel zou achterhaald kunnen worden wanneer het wel en niet druk is. Verploegh, Verkeersmanager bij Provincie Zuid-Holland, geeft aan dat aan de hand van de drukte op de weg de werkbare uren kunnen worden ingericht (persoonlijke communicatie, 2022). In een ideale situatie ziet Verploegh de mogelijkheid dat à la minuut kan worden gezegd: 'Het is rustig, we kunnen daar nu een afzetting plaatsen en werk gaan uitvoeren'. De voorwaarde die hier aan hangt, blijft wel dat de aannemer de mogelijkheid moet hebben om de werkzaamheden spontaan uit te voeren.

3.1.5 | Continue monitoring en modelberekeningen

Yedema wijst in persoonlijke communicatie (2022) erop dat het ideaal zou zijn als er continu iemand het verkeersmodel zou monitoren en modelberekeningen kan uitvoeren. Er is dan altijd iemand beschikbaar die in kan grijpen wanneer nodig. Wanneer er een triggerwarning in het verkeersmodel op het scherm tevoorschijn komt, kan de monitorende persoon een proces in gang zetten. Er zal contact opgenomen moeten worden met de verkeerscentrale die het geadviseerde regelscenario in werking kan stellen. In een idealiter geval zou voordat een regelscenario geadviseerd wordt aan de verkeerscentrale, eerst het regelscenario gedraaid wordt in OmniTRANS. Met de resultaten uit deze modelberekening zal blijken of het regelscenario wel of niet effect zal hebben.

3.1.6 | Zoveel mogelijk regelscenario's

Om zoveel mogelijk tijd in het proces te besparen zou proactief verkeersmanagement alleen maar uit de inzet van regelscenario's moeten bestaan (Papjes, persoonlijke communicatie, 2022). Dan hoeven er niet nog verkeersmanagementmaatregelen bedacht te worden aan de hand van het eigen inzicht van de verkeerskundige. Toch zal het altijd voor blijven komen dat er een verkeerssituatie ontstaat die vooraf niet in regelscenario's is gezet. De verkeersmanager zal dan op basis van eigen kennis en inzicht verkeersmanagementmaatregelen bedenken. Papjes geeft aan dat het ideaal zou zijn als de verkeersmanager zijn bedachte maatregelen toetst in OmniTRANS. Aan de hand van de modelrun in dit programma, kan duidelijk worden of de te nemen verkeersmanagementmaatregelen wel of niet effectief zijn.

Lax voorziet dat bij het toepassen van proactief verkeersmanagement bij planbaar verkeersmanagement vooraf veelvuldig regelscenario's worden ontwikkeld (persoonlijke communicatie, 2022). Bij alle geplande werkzaamheden moeten zoveel mogelijk regelscenario's zijn uitgeschreven, zodat de kunstmatige intelligentie een passend regelscenario kan aanbevelen op het moment van de uitvoering van de werkzaamheden. Op basis van de verwachte verkeersstromen kunnen regelscenario's worden ontwikkeld om het verkeer goed te begeleiden.

3.1.7 | Technisch koppelen

Hoogenraad, Verkeersmanager bij Groningen Bereikbaar en adviseur bij BonoTraffics B.V., ziet een ander idealiter proces (persoonlijke communicatie, 2022). Hij denkt dat de monitoring van het voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel het best gedaan kan worden door de wegverkeersleider in de verkeerscentrale. Het voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel

zou dan direct technisch gekoppeld kunnen worden aan het netwerkmanagementsysteem. Er hoeft dan geen communicatie plaats te vinden tussen een verkeersmanager en de verkeerscentrale. De wegverkeersleider in de verkeerscentrale kan zelf de situatie monitoren en ingrijpen wanneer nodig.

3.2 | De huidige mogelijkheden van proactief verkeersmanagement

Bij operatie Julianaplein wordt een voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel toegepast. Dit model, genaamd MVVS, kan tot dertig minuten vooruit voorspellen hoe het verkeer zich in de stad Groningen gaat ontwikkelen. Volgens Lax kwam bij de aanbesteding van MVVS naar voren dat niet alle eisen in het programma van eisen realistisch waren. Er is daarom een MVVS Lite gemaakt op basis van wat wel kan. Dus waar MVVS het ideale voorspellende, real time datagestuurde verkeermodel zou moeten zijn zoals in paragraaf 3.1 is verwoord, is MVVS Lite het model wat met de huidige technische mogelijkheden realiseerbaar is.

MVVS Lite bestaat grofweg uit vier onderdelen vertelde Papjes (persoonlijke communicatie, 2022). Het eerste deel bestaat uit het online verkeersmodel. Dit is het live verkeersmodel wat zichtbaar is met een internetverbinding dat het actuele verkeersaanbod weergeeft in Groningen en ook tot dertig minuten vooruit een voorspelling kan maken van de verwachte verkeersstromen. Het tweede deel is het offline verkeersmodel. Dit is eigenlijk een gewoon verkeersmodel wat draait in OmniTRANS waar handmatig wijzigingen in het netwerk kunnen worden aangebracht en doorgerekend. Het derde onderdeel is de Snapshot functie. Met de Snapshotfunctie kan de live verkeerssituatie in het online MVVS Lite overgezet worden naar een offline verkeersmodel in OmniTRANS. Zo kunnen in de offline versie verkeersmanagementmaatregelen worden getroffen en worden doorgerekend met nagenoeg de live verkeerssituatie van intensiteiten en snelheden. Het vierde onderdeel is de koppeling tussen het verkeersmodel en het netwerkmanagementsysteem. Aan deze koppeling wordt ten tijde van het publicatie van dit onderzoek nog gewerkt. De koppeling moet twee kanten op werken. Het netwerkmanagementsysteem kan gegevens over regelscenario's en VRI's delen met MVVS Lite; en de intensiteiten en snelheden uit MVVS Lite kunnen in het netwerkmanagementsysteem dienen als trigger voor het activeren van een regelscenario. Momenteel is deze koppeling nog in aanbouw. Momenteel is het contact tussen Groningen Bereikbaar en de verkeerscentrale telefonisch of via Whatsapp. De verkeerscentrale heeft de activatie en deactivatie van regelscenario's in het netwerkmanagementsysteem in beheer.

De online versie MVVS Lite gebruikt diverse databronnen. Ten eerste is de data van NDW meetlussen gekoppeld aan MVVS Lite. De data uit de tellussen betreft de intensiteiten en snelheden van de motorvoertuigen. De tweede databron die MVVS gebruikt is de verkeersinformatie van bussen van de databank Nationaal Data Openbaar Vervoer (NDOV). De live locatie van bussen is in het model opgenomen. Wanneer op een bus geklikt wordt in het model wordt ook zichtbaar in hoeverre de bus op schema rijdt en waar de bus heen rijdt. Floating Car Data van onder andere Be-Mobile geleverd door NDW is de derde databron van MVVS Lite. De gegevens die onder andere Waze en Flitsmeister verzamelen van de weggebruikers op de weg zit geïntegreerd in het verkeersmodel. Als laatste databron is er streaming V-log. Uit streaming V-log blijkt de data van de verkeersstromen en groentijden op een kruispunt met VRI's. Streaming V-log geeft niet alleen de intensiteiten weer, maar koppelt ook de richtingen aan de intensiteiten. In combinatie met de tijd kan de berekening worden gemaakt hoe lang bijvoorbeeld de vertraging is voor een afstroomrichting. MELVIN is de meest recent toegevoegde bron. In april 2022 is MELVIN toegevoegd waardoor MVVS Lite ook rekening houdt met werkzaamheden.

3.3 | Beperkingen proactief verkeersmanagement

Proactief verkeersmanagement is vooruitstrevend, maar heeft op zijn beurt ook een aantal beperkingen.

3.4.1 | Beperkt multimodaal

De fiets in MVVS betrekken is uiteindelijk niet mogelijk gebleken, omdat van fietsers maar weinig data beschikbaar is. Fietsers zijn daarnaast lastig te voorspellen of te sturen. Van fietsers is ook bekend dat zij zich minder goed minder goed houden aan verkeersregels dan automobilisten. Er zijn veel meer fietsers dan auto's die door rood rijden bijvoorbeeld. Ook zitten fietsers vaak op dezelfde rijbaan als auto's waardoor fietsers afzonderlijk moeilijk zijn te detecteren en modelleren. Daarom is uiteindelijk het niet mogelijk gebleken fietsers ook aan het verkeersmodel toe te voegen. In het huidige MVVS Lite zitten daarom alleen motorvoertuigen en de bussen van het openbaar vervoer.

3.4.2 | Niet geschikt voor elk netwerk

Een voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel voor de provincie klinkt voor Verploegh als een utopie (persoonlijke communicatie, 2022). De aanschaf en onderhoud van een dergelijk systeem kost veel geld en niet voor elk netwerk is zo een verkeersmodel geschikt. Het provinciale wegennet is namelijk geen sluitend netwerk. Provinciale wegen zijn de schakels tussen hoofdwegen van Rijkswaterstaat en gemeentelijke wegen. Zo een verkeerssysteem weegt daarom volgens Verploegh niet op tegen de baten. Verploegh denkt dat een voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel wel nuttig is voor een binnenstedelijk netwerk, waarbij het gebied natuurlijk afgekaderd is, en op het hoofdwegennet. Op het hoofdwegennet kan het nuttig zijn, door de strategie van Rijkswaterstaat: bij onderhoud, alleen over eigen wegen omleiden. Op zijn eigen manier is daarom het hoofdwegennet ook sluitend en zou een voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel daar ook goed kunnen werken, verwacht Verploegh. Echter, dus niet voor een provinciaal netwerk.

3.4.3 | Data-afhankelijkheid

Verploegh wijst ook op een mogelijk gevaar van het werken met een voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel. Zijn ervaring is dat de verkeersmanager of wegverkeersleider altijd moet controleren of het klopt wat de data suggereert. Er kunnen altijd omstandigheden voorkomen waarbij het lijkt alsof er iets aan de hand is, maar in werkelijkheid dit niet het geval is. Verploegh wijst op het gevaar van het volledig automatiseren van verkeersmanagement, zonder controle van de mens.

3.4.4 | Beperkt nut van het verkeersmodel

Voor het regulier verkeersmanagement op het hoofdwegennet heeft een voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel geen toegevoegde waarde ten opzichte van het huidige verkeersmanagement, stelt Gommans in persoonlijk communicatie (2022). Omdat met reguliere files niet veel gedaan wordt wat betreft verkeersmanagementmaatregelen om deze stremmingen op te lossen, ziet Gommans geen verdere voordelen in een proactief verkeersmanagementsysteem. Gommans stelt dat, wanneer hij om zeven uur achter zijn bureau zit, hij ook wel kan voorspellen waar een uur later files staan. Het is een gegeven dat het wegennet op bepaalde momenten op een dag volloopt.

3.4.5 | Tijd, geld en moeite

Lax voorziet wel een nadeel van proactief verkeersmanagement in de toepasbaarheid. Het hele systeem van verkeersmanagement in Nederland zal opnieuw opgezet en ingedeeld moet worden. Dit gaat veel tijd vergen, moeite en geld kosten. Voordat de overheid zich aan proactief verkeersmanagement gaat wagen, zal de overheid overtuigd moeten worden van de maatschappelijke opbrengsten van proactief verkeersmanagement.

3.4 | Beantwoording deelvragen 3 en 4

Waar zou idealiter rekening mee moeten worden gehouden in het proces van proactief verkeersmanagement?
Wat kan proactief verkeersmanagement idealiter opleveren en wat zijn de beperkingen hiervan?

Proactief verkeersmanagement kan meer bieden dan het huidige verkeersmanagement, omdat het verkeersmanagement toegepast is op de real time verkeerssituatie. Hierdoor kunnen berekeningen gemaakt worden met de werkelijke verkeerssituatie in plaats van dat uitgegaan wordt van de gemiddelde verkeerssituatie. Het werken met een voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel kan stremmingen in het verkeer voorspellen en incidenten eerder detecteren. Dit leidt ertoe dat er sneller geacteerd kan worden om de veiligheid van de betrokkenen te waarborgen en om stremmingen in het verkeer nog verder te beperken. De veiligheid en de bereikbaarheid gaat er dus op vooruit bij proactief verkeersmanagement.

Door de experts zijn verschillende ideale situaties geschetst. Alle zijn voorstander van digitalisering en automatisering, maar de mate in hoeverre dat wordt doorgevoerd verschilt per persoon. De algemene strekking is dat er continu een verkeersmanager of wegverkeersleider werkt met een voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel. Op basis van automatische triggers kan diegene aanbevolen regelscenario's activeren en toetsen. Idealiter zou deze persoon voldoende tijd hebben om voor het inschakelen van een regelscenario, de effectiviteit van de beoogde in te zetten verkeersmanagementmaatregelen te controleren.

Belangrijk om mee rekening te houden is de mate van automatisering in het proces van proactief verkeersmanagement. Meer overlaten aan de techniek, betekent ook het uit handen geven van de verantwoordelijkheid. Er zullen altijd nieuwe situaties ontstaan waar de techniek wellicht niet juist mee omgaat. Als dan te veel vertrouwd wordt op het systeem, kunnen onbedoeld onnodige of verkeerde verkeersmanagementmaatregelen worden ingezet. Het is daarom belangrijk om te weten in hoeverre het verkeersmodel waarmee gewerkt wordt betrouwbaar is en enige vorm van menselijke controle te behouden.

Momenteel is proactief verkeersmanagement nog in de ontwikkelfase en is er nog geen huidig werkproces voor geschreven. Naast de voordelen die proactief verkeersmanagement biedt, is proactief verkeersmanagement wel beperkt in haar multimodaliteit en beperkt tot bepaalde netwerken. Zo zal het toevoegen van de modaliteit 'fietsen' in een verkeersmodel niet nauwkeurig kunnen en is een provinciaal wegennet niet sluitend genoeg om proactief verkeersmanagement toe te kunnen passen. Ook zal de overschakeling van het huidige reactieve verkeersmanagementsysteem naar het proactief verkeersmanagementsysteem zal veel tijd, geld en moeite gaan kosten.

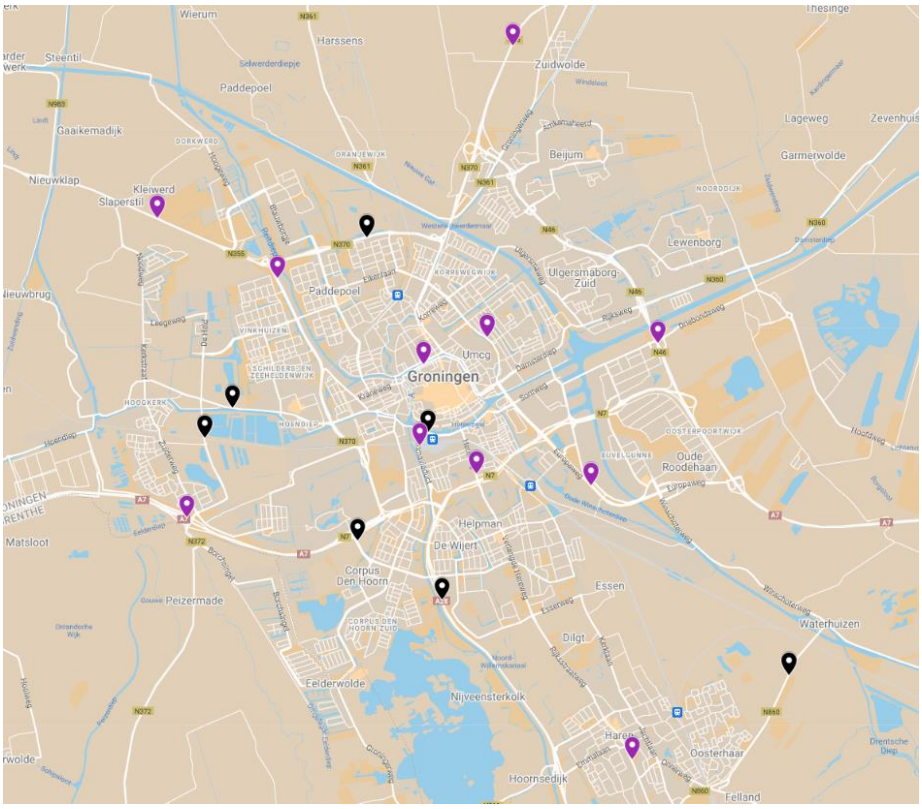
Hoofdstuk 4 | De betrouwbaarheid van het verkeersmodel

In het vorige hoofdstuk is geconcludeerd dat experts potentie zien in het gebruik van een voorspellend, real time verkeersmodel voor verkeersmanagement. Het is dan wel belangrijk dat een dergelijk model voldoende betrouwbaar is. Dit wordt getoetst aan de hand van het MVVS Lite dat voor Groningen is ontwikkeld. In dit hoofdstuk wordt bekeken hoe betrouwbaar dit verkeersmodel is en welke stappen er met dat verkeersmodel moeten worden genomen om tot de inzet van regelscenario's of verkeersmanagementmaatregelen te komen. Daarmee geeft dit hoofdstuk antwoord op deelvragen 5 tot en met 7 die hieronder nog eens staan geformuleerd.

5. In hoeverre is een real time datagestuurd verkeersmodel in staat correct de verkeerssituatie in de praktijk te voorspellen?
6. In hoeverre komt een voorspelling van een real time datagestuurd verkeersmodel met doorberekend regelscenario overeen met de werkelijke situatie wanneer datzelfde regelscenario wordt toegepast in de praktijk?
7. Hoe kan een voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel gebruikt worden in het regelscenario-ontwikkelproces?

4.1 | Betrouwbaarheid voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel

In paragraaf 3.2 is beschreven hoe ver de ontwikkeling momenteel is met proactief verkeersmanagement. Hierbij is ook het gebruik van een voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel benoemd. In deze paragraaf wordt de betrouwbaarheid van een voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel in kaart gebracht. In het buitenland wordt een proactief verkeersmodel in enkele plaatsen al toegepast. Zo is in de stad York in Groot-Brittannië door PTV Group voor het eerst zo een toegepast in de praktijk (Jacobs, 2021). In diverse artikelen wordt het gebruik van dit voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel aangemoedigd en positief ontvangen (Schmidt, 2021) (Ramdjan, 2021). Echter, er zijn nog te weinig rapporten te vinden over hoe betrouwbaar zulke modellen zoals die in York zijn toegepast achteraf zijn gebleken. Om een beeld te krijgen van de betrouwbaarheid van een hedendaags proactief verkeersmodel, wordt daarom gebruik gemaakt van Operatie Julianaplein in Groningen. Bij dit project is een voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel in ontwikkeling; MVVS Lite. In Nederland is dit model, ten tijden van dit onderzoek, het enige grootschalige actieve verkeersmodel met een real time en voorspellend karakter. MVVS Lite schetst de real time verkeerssituatie en maakt een inschatting hoe de verkeerssituatie er tot over dertig minuten uitziet. MVVS Lite verzamelt en kalibreert met tellusdata van het NDW, Floating Car Data van diverse serviceproviders, verkeersinformatie over openbaar vervoer van Nationaal Data Openbaar Vervoer, data van de verkeersstromen en groentijden op kruispunten van Streaming V-log en data over omleidingen en werkzaamheden van MELVIN (Laks, persoonlijke communicatie, 2022). MVVS Lite kalibreert wachtrijen voornamelijk op basis van Floating Car Data en voor de vervoersvraag neemt MVVS Lite een-op-een de real time intensiteiten over uit lusdata bij inlinks, de randen van het verkeersmodel met autosnelwegen als belangrijkste inprikkers. De door het model real time weergegeven en berekende intensiteiten en snelheden zijn vergeleken met de werkelijke intensiteiten en snelheden. De data van de werkelijke intensiteiten en snelheden zijn afkomstig van het NDW. De vergelijkingen tussen de data worden uitgevoerd op het hoofdwegennet en onderliggend wegennet. De meetpunten van de onderzochte wegen staan op de volgende pagina in een kaart weergegeven.



Figuur 6: Locaties van de meetpunten op de onderzochte wegen in Groningen. De zwarte markers geven de meetlocaties van het eerste dataonderzoek aan, de paarse markers geven de meetlocaties van het tweede dataonderzoek aan.

In de CROW (2008) staat dat spitstijden als meest representatief worden gezien voor tellingen. Daarom is voor het meetmoment in het dataonderzoek van deelvraag 5 de ochtendspits om 8.00 uur en avondspits om 17.00 uur van werkdagen aangehouden en geanalyseerd. Op deze momenten worden de uurintensiteiten die MVVS Lite simuleerde vergeleken met de werkelijke intensiteiten van het komende uur.

Omdat MVVS Lite tot één maand terug in de tijd de gegevens zichtbaar houdt voor haar gebruikers, kunnen ten tijde van het uitvoeren van het dataonderzoek, week 14 en 15 van 2022, alleen recente data worden onderzocht. Er is voor gekozen data uit week 14 te gebruiken op basis van twee gronden. Ten eerste, omdat de werkdagen van week 14 geen extreme weersbeelden hadden (KNMI, 2022) die eventueel de resultaten kunnen beïnvloeden. De tweede reden om week 14 te gebruiken is vanwege een praktische aspect. Door week 14 te gebruiken ten tijde van het dataonderzoek kan nog een maand lang terug worden gekeken op de data, mocht dat later in het onderzoek nog nodig zijn. Later in het onderzoek is besloten extra data te verzamelen voor betrouwbaardere en representatievere onderzoeksresultaten. De zwarte markers in figuur 6 geven de meetlocaties uit het eerste dataonderzoek weer. Per meetlocatie van een zwarte marker zijn vier metingen uitgevoerd. Elke zwarte marker staat voor een meting van de linker- en rechterrijbaan in zowel de ochtendspits als de avondspits van één dag in week 14 van 2022. De paarse markers uit figuur 6 zijn meetlocaties uit het tweede dataonderzoek. Het meetmoment is dinsdagochtend 3 mei 2022 om 8.00 uur. Ook dit moment had geen extreme weersbeelden (KNMI, 2022). Door in tegenstelling tot het eerste dataonderzoek niet meerdere dagen in de week te pakken, maar één meetmoment, kunnen ook uitspraken worden gedaan over het presteren van het verkeersmodel als geheel.

Op de momenten van meten was MVVS Lite nog in ontwikkeling. De betrouwbaarheid is dus getoetst met een tussenversie van MVVS Lite. De eindversie van MVVS Lite is medio mei 2022 beschikbaar gekomen. Echter, in de resterende onderzoekstijd na de eindversie was het niet mogelijk de toetsen te herhalen op de eindversie. Op de meetmoment was Operatie Julianaplein in de vijfde van de in totaal zes faseringen. Dit houdt in dat er wisselende afsluitingen en omleidingsroutes actief waren. De ongewone verkeerssituatie zal voor het verkeersmodel het uitdagend maken correcte simulaties te maken. De resultaten over hoe MVVS Lite functioneert, zullen daarom van belang zijn om uitspraken te kunnen doen over de betrouwbaarheid van het model.

4.1.1 | Betrouwbaarheid weergave real time verkeerssituatie

In deze subparagraaf wordt de betrouwbaarheid van de real time verkeerssituatie gemeten die MVVS Lite weergeeft. In meerdere vergelijkbare onderzoeken van Royal HaskoningDHV (2015, 2020), Goudappel Coffeng (2013) en Oranjewoud (2009) wordt gebruik gemaakt van de NRM-methodiek (Rijkswaterstaat, 2020). De methodiek is ontwikkeld voor statische verkeersmodellen. Voor dynamische real time verkeersmodellen, zoals MVVS Lite, zijn nog geen aparte toetsmethodieken. Doordat er geen andere door Rijkswaterstaat aanbevolen officiële toetsmethodiek is voor verkeersmodellen en deze methodiek in meerdere vergelijkbare onderzoeken is toegepast, kan worden aangenomen dat de NRM-methodiek de gangbare en valide manier is om de betrouwbaarheid van een verkeersmodel te toetsen. In de methodiek worden de modelwaarden vergeleken met de telwaarden op basis van de T-toets. “Het gebruik van de T-toets is (…) een middel voor een goede evaluatie van de modelresultaten”, aldus Lourentz Hek, centraal beheerder van NRM en LMS (persoonlijke communicatie, 2022). Door het uitvoeren van de T-toets wordt rekening gehouden met zowel absolute als relatieve afwijkingen. In de T-toets is vastgelegd dat bij een lage telwaarde een relatief hoge afwijking is toegestaan en bij een hoge telwaarde een relatief lage afwijking. In de T-toets is per telling een T-waarde berekend die de relevante afwijking tussen telling en modelwaarde weergeeft. De formule is als volgt:

$$T = ln\left(\frac{(X_b - X_w)^2}{X_b}\right)$$

waarin:
T = afwijking
X_b = het berekende aantal (modelwaarde)
X_w = het waargenomen aantal (werkelijke waarde)

De T-waarden krijgen betekenis aan de hand van de grenzen die in tabel 1 zijn weergegeven. Wanneer er geen relevante afwijking is, komt de modelwaarde dermate overeen met de werkelijke waarde zodat er gesproken kan worden over een plausibele weergave van het verkeersmodel. Wanneer er een relevante afwijking is, is sprake van een verschil tussen de modelwaarde en de werkelijke waarde. Dan is de conclusie dat het verkeersmodel de werkelijke verkeerssituatie niet nauwkeurig heeft nagebootst.

Geen relevante afwijking	Grensgebied	Relevante afwijking
T < 3,5	3,5 < T < 4,5	T > 4,5

Tabel 1: Grenzen van T-toets.

Het is niet realistisch dat een verkeersmodel altijd perfect de werkelijke verkeerssituatie kan nabootsen. Daarom geldt aanvullend op deze normering dat:

- ten minste 80% van de T-toets geen relevante afwijking mag hebben;
- ten hoogste 5% van de T-toets een relevante afwijking mag hebben.

In tabel 12 en 13 in bijlage 3 staan de gemeten locaties met de intensiteiten die MVVS Lite weergegeven heeft en met de werkelijke intensiteiten afkomstig van het NDW. In de laatste kolom zijn

de uitkomsten van de T-toets genoteerd. Bij 6 van de 49 metingen gaf MVVS Lite geen data, hierdoor zijn er T-waarden voor 43 van de 49 metingen. De oorzaak van dat er geen data weer werd gegeven is onbekend. Er kunnen geen aannames worden gedaan waarom de data niet beschikbaar is. Er wordt daarom in de tabellen gesproken over een totaal van 43 valide metingen.

In tabel 2 staan overzichtelijk de aantallen en percentages van de T-waarden. Hieruit blijkt dat op 9 van de 43 metingen er geen relevante afwijking is. Dit percentage van 20,9% is bij lange na niet het minimale percentage van 80% om te kunnen spreken van een betrouwbaar verkeersmodel. Aan de andere voorwaarde dat ten hoogste 5% van de T-toets een relevante afwijking mag hebben, wordt ook niet voldaan. 65,1% van de T-waarden heeft namelijk een relevante afwijking.

Met 9 van de 43 metingen zonder relevante afwijking is in enige mate overeenkomstigheid te vinden tussen MVVS Lite en de werkelijke verkeerssituatie. Echter, het is onvoldoende om te kunnen stellen dat de weergave van MVVS Lite betrouwbaar de werkelijkheid nabootst. Geconcludeerd kan worden dat de weergave van de real time intensiteiten in MVVS Lite niet betrouwbaar is. Deze conclusie geldt zowel voor de metingen op het hoofdwegennet als onderliggend wegennet.

Afwijking	Aantal	Percentage	Grenswaarde
Geen relevante afwijking	9	20,9%	Minimaal 80%
Grensgebied	6	14,0%	
Relevante afwijking	28	65,1%	Maximaal 5%
Totaal	43	100%	

Tabel 2: T-toets van weergave real time intensiteiten van MVVS Lite.

Naast de intensiteiten is ook de betrouwbaarheid van de snelheden onderzocht. Vanwege de omvang van de tabellen, zijn tabellen 14 en 15 met de snelheden die MVVS Lite berekende en de werkelijke snelheden van NDW te vinden in bijlage 3. De tabellen zijn samen te vatten in een kleinere tabel, zie tabel 3. Het blijkt dat in 67,4% van de 43 metingen MVVS Lite de juiste snelheid weergeeft bij de real time verkeerssituatie. Een betrouwbaarheid van rond de twee derde is onvoldoende om volledig te kunnen vertrouwen op de weergave van MVVS Lite. Over het algemeen kan worden aangenomen dat een betrouwbaarheidspercentage vanaf de 95% goed te vertrouwen is. Toch mag de 67,4% ook geen slecht resultaat genoemd worden. MVVS Lite is voortdurend in ontwikkeling en is tijdens Operatie Julianaplein met alle bijbehorende afzettingen en werkzaamheden onderworpen aan een ongewone en veranderende verkeerssituatie. De betrouwbaarheid kan ook opgesplitst worden naar het hoofdwegennet (HWN) en onderliggend wegennet (OWN), zie tabel 4. Uit deze tabel blijkt dat op het hoofdwegennet de gesimuleerde real time snelheden in MVVS Lite vaker overeenkomen met de werkelijke snelheden dan op het onderliggend wegennet. MVVS Lite hanteert speed-flow curves voor de berekening van de snelheden. Een speed-flow curve representeert de relatie tussen snelheid en verkeersdrukte: hoe drukker het is, hoe lager de snelheid (4cast B.V., 2011). Volgens Palm, projectleider MVVS, houdt MVVS Lite geen rekening met verkeer dat bij een verkeerslicht afremt en optrekt, maar rekent wel met kruispuntvertragingen die optreden bij drukte (persoonlijke communicatie, 2022). Deze eigenschappen van het model kunnen verklaren dat MVVS Lite beter presteert op het hoofdwegennet, waar geen verkeerslichten zijn, dan op het onderliggend wegennet.

Overeenkomst tussen snelheden MVVS Lite en NDW data	Aantal	Percentage
Ja	29	67,4%
Nee	14	32,6%
Totaal	43	100%

Tabel 3: Betrouwbaarheid van weergave real time snelheden in MVVS Lite ten opzichte van werkelijke snelheden.

Overeenkomst tussen snelheden MVVS Lite en NDW data	Aantal hoofdwegennet	Percentage hoofdwegennet	Aantal onderliggend wegennet	Percentage onderliggend wegennet
Ja	16	76,2%	13	59,1%
Nee	5	23,8%	9	40,9%
Totaal	21	100%	22	100%

Tabel 4: Betrouwbaarheid van weergave real time snelheden in MVVS Lite ten opzichte van werkelijke snelheden opgesplitst naar het hoofdwegennet en onderliggend wegennet.

4.1.2 | Betrouwbaarheid 30-minutenvoorspelling van verkeerssituatie

In deze subparagraaf wordt de betrouwbaarheid van de 30-minutenvoorspelling gemeten die MVVS Lite kan maken. In tabellen 16 en 17 in bijlage 4 staan per meetlocatie de intensiteiten die MVVS Lite berekend heeft over 30 minuten en de werkelijke intensiteiten na 30 minuten waarvan de cijfers afkomstig zijn van het NDW. Aan de hand van de T-toets is berekend in hoeverre de data met elkaar overeenkomen. De T-waarde van elke locatie met de 30-minutenvoorspellling is genoteerd in de laatste kolom van de tabel in bijlage 4. In tabel 5 staat het totaal van de uitkomsten van de T-toets. Hieruit blijkt dat ook bij de 30-minutenvoorspelling niet wordt voldaan aan de norm dat ten minste 80% van de T-toets geen relevante afwijking heeft. Ook de tweede norm dat ten hoogste 5% van de T-toets een relevante afwijking heeft, wordt niet gehaald. Er zit dus geen overeenkomstigheid in de intensiteiten van MVVS Lite met die van het NDW. Daarmee is de conclusie dat de weergave van de intensiteiten in de 30-minutenvoorspelling van MVVS Lite niet betrouwbaar is.

Afwijking	Aantal	Percentage	Grenswaarde
Geen relevante afwijking	8	18,6%	Minimaal 80%
Grensgebied	6	14,0%	
Relevante afwijking	29	67,4%	Maximaal 5%
Totaal	43	100%	

Tabel 5: T-toets van de 30-minutenvoorspelling van MVVS.

De betrouwbaarheid van de voorspelling van de intensiteiten over 30 minuten is ook op een tweede manier te meten. Er is gekeken naar de verschillen tussen de procentuele toe- of afnames van de intensiteiten na 30 minuten ten opzichte van de real time uitgangssituatie. De procentuele toe- of afname die MVVS Lite berekende is vergeleken met de werkelijke procentuele toe- of afname van het verkeer afkomstig van het NDW, zie tabellen 20 en 21 in bijlage 5. Op basis van de expertise van Jeroen Rauwers, verkeersmanager bij Groningen Bereikbaar, wordt een verschil van tot 10 procentpunt als acceptabel gezien (persoonlijke communicatie, 2022). Uit de meting is gebleken dat van de 43 metingen MVVS Lite bij 12 metingen correct een toename van, een afname van of gelijkblijvende intensiteiten heeft voorspeld, zie tabel 6. Bij de overige 31 metingen heeft MVVS Lite een andere voorspelling gedaan dan daadwerkelijk heeft plaatsgevonden na 30 minuten. Met 12 van de 43 correcte voorspellingen moet ook hier geconcludeerd worden dat de weergave van de intensiteiten over 30-minuten niet betrouwbaar is van MVVS Lite.

Correcte voorspelling	Aantal
Ja	12
Nee	31
Totaal	43

Tabel 6: Aantal wel en niet correcte voorspellingen van de procentuele toe- of afnames van intensiteiten ten opzichte van de real time uitgangssituatie.

Ook is de 30-minutenvoorspelling getoetst op het juist weergeven van de snelheden. Vanwege de omvang van de tabellen, zijn tabellen 18 en 19 met de snelheden die MVVS Lite berekende en de werkelijke snelheden van NDW te vinden in bijlage 4. De tabellen zijn samen te vatten in een kleinere tabel, zie tabel 7. Het blijkt dat in 65,1% van de 43 metingen MVVS Lite de juiste snelheid weergeeft in de 30-minutenvoorspellling van de verkeerssituatie. Een juistheid van 65,1% is onvoldoende om te kunnen vertrouwen op de weergave van MVVS Lite, maar is niet per definitie ook een slecht resultaat. MVVS Lite is zoals eerder benoemd voortdurend in ontwikkeling en is tijdens Operatie Julianaplein met alle bijbehorende afzettingen en werkzaamheden onderworpen aan een ongewone en veranderende verkeerssituatie. Dit maakt het extra uitdagend voor een pas kort in gebruik genomen model correcte simulaties te maken. De betrouwbaarheid kan ook opgesplitst worden naar het hoofdwegennet (HWN) en onderliggend wegennet (OWN), zie tabel 8. In tegenstelling tot tabel 4, blijkt uit tabel 8 dat op het onderliggend wegennet de snelheden over 30 minuten in MVVS Lite vaker overeenkomen met de werkelijke snelheden na 30 minuten dan op het hoofdwegennet.

Overeenkomst tussen snelheid MVVS Lite en NDW data	Aantal	Percentage
Ja	28	65,1%
Nee	15	34,9%
Totaal	43	100%

Tabel 7: Betrouwbaarheid van weergave snelheden in 30-minutenvoorspelling MVVS Lite ten opzichte van werkelijke snelheden na 30 minuten.

Overeenkomst tussen snelheden MVVS Lite en NDW data	Aantal hoofdwegennet	Percentage hoofdwegennet	Aantal onderliggend wegennet	Percentage onderliggend wegennet
Ja	12	57,1%	16	72,7%
Nee	9	42,9%	6	27,3%
Totaal	21	100%	22	100%

Tabel 8: Juistheid van weergave snelheden in 30-minutenvoorspelling MVVS Lite ten opzichte van werkelijke snelheden na 30 minuten opgesplitst naar het hoofdwegennet en onderliggend wegennet.

4.1.3 | Overige resultaten uit dataonderzoek

Een belangrijke bevinding uit de resultaten van de data is dat de percentages uit tabellen 2 en 5 en tabellen 3 en 7 niet veel verschillen van elkaar. In tabellen 2 en 5 zijn de betrouwbaarheidsresultaten van de intensiteiten weergegeven van respectievelijk de real time verkeerssituatie en de verkeerssituatie over 30 minuten. Doordat de percentages van tabel 5 dicht bij de percentages van tabel 2 liggen, kan geconcludeerd worden dat er geen sprake is van noch een verbetering noch een verslechtering van de resultaten over de intensiteiten in een 30-minutenvoorspelling ten opzichte van de real time situatie. Dit kan erop wijzen dat de intensiteiten beter voorspeld worden in de 30-minutenvoorspelling als de intensiteiten in de real time verkeerssituatie betrouwbaarder worden gemaakt, bijvoorbeeld door het doen van technische aanpassingen aan het verkeersmodel. Deze conclusie wordt kracht bijgezet doordat tabellen 3 en 7 in percentages ook tot op een paar procent na overeenkomen met elkaar. In tabellen 3 en 7 zijn de betrouwbaarheidsresultaten van de snelheden weergegeven van respectievelijk de real time verkeerssituatie en de verkeerssituatie over 30 minuten. Ook hier is dus geen sprake van noch een verbetering noch een verslechtering van de resultaten over de snelheden in een 30-minutenvoorspelling. Dit versterkt de conclusie dat als aanpassingen worden gedaan aan MVVS Lite ter bevordering van de betrouwbaarheid van de real time verkeerssituatie de betrouwbaarheid van de 30-minutenvoorspelling evenredig toeneemt.

De data uit de bijlagen wijzen ook uit dat er door MVVS Lite geen consistente over- of onderschatting van de intensiteiten plaatsvindt. Zoals in tabellen 13 en 17 in bijlagen 3 en 4 te zien is, simuleert en

voorspelt MVVS Lite op hetzelfde meetmoment, 3 mei 2022 om 8.00 uur, op de ene meetlocatie meer en op de andere meetlocatie minder intensiteiten in vergelijking tot de werkelijke intensiteiten. Er is dus geen sprake van een consistente over- of onderschatting van de intensiteiten door het verkeersmodel. Voor een eventuele verbetering van het verkeersmodel is het daarom aannemelijk dat de verbetering gezocht moet worden bij de routekeuze van voertuigen en in de real time kalibratie van de vervoersvraag die het verkeersmodel modelleert.

4.2 | Beantwoording deelvraag 5

In hoeverre is een real time datagestuurd verkeersmodel in staat correct de verkeerssituatie in de praktijk te voorspellen?

Met de onderzoekresultaten uit paragraaf 4.1 is deelvraag 5 te beantwoorden. Een real time datagestuurd verkeersmodel, in deze situatie MVVS Lite, is niet nauwkeurig genoeg in staat correct de verkeerssituatie in de praktijk te voorspellen. Zowel bij de real time weergave als bij de 30-minutenvoorspelling van het verkeersmodel komen de intensiteiten en snelheden niet dermate overeen met de werkelijke intensiteiten en snelheden dat gesproken kan worden over een correct gesimuleerde en voorspelde verkeerssituatie. Het voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel blijft continu in ontwikkeling om de modelleringen steeds betrouwbaarder te maken. Met het uitgeven van dit rapport kan het al zo zijn dat MVVS Lite aanzienlijk verbeterd is. Wel kan nu geconcludeerd worden dat de voorspellende, real time datagestuurde verkeersmodellen in Nederland dus nog in ontwikkeling zijn en nog niet op alle punten bruikbaar zijn voor in de praktijk. Dit is ook belangrijke informatie over wat de huidige status is van de transitie van reactief naar proactief management. Deze blijkt dus nog volop in ontwikkeling.

Het blijkt dat een voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel de real time verkeerssituatie niet beter of slechter correct kan voorspellen dan de verkeerssituatie over 30 minuten. De betrouwbaarheidspercentages van de real time verkeerssimulatie en 30-minuten voorspelling liggen namelijk dicht bij elkaar. Het is daarmee aannemelijk dat verbeteringen in het weergeven van de real time verkeerssituatie tot gevolg heeft dat de 30-minutenvoorspellen net zo veel verbetert. Daarbij kunnen verbeteringen het best gezocht worden in de routekeuze van voertuigen en in de real time kalibratie van de vervoersvraag die het verkeersmodel modelleert, omdat er geen sprake is van een consistente over- of onderschatting van de intensiteiten. Verder blijkt ook dat het hoofdwegennet niet aanzienlijk beter of aanzienlijk beter correct de verkeerssituatie kan nabootsten ten opzichte van het onderliggend wegennet.

4.3 | Beantwoording deelvraag 6

In hoeverre komt een voorspelling van een real time datagestuurd verkeersmodel met doorberekend regelscenario overeen met de werkelijke situatie wanneer datzelfde regelscenario wordt toegepast in de praktijk?

De beantwoording van deelvraag 6 zou, zoals in de werkwijze in paragraaf 1.6 beschreven, gedaan worden aan de hand van MVVS Lite. Meerdere regelscenario's die in de praktijk zijn ingezet als verkeersmanagementmaatregel zouden worden nagebouwd en worden doorberekend in OmniTRANS om het effect van een regelscenario in een verkeersmodel te toetsen aan het effect wat het regelscenario in werkelijk heeft gehad op de verkeerssituatie. Hierbij zou de data uit MVVS Lite de bron van input zijn voor OmniTRANS. Met de wetenschap van de onderzoeksresultaten uit deelvraag 5 dat MVVS Lite geen betrouwbare verkeerssituatie weergeeft, kan MVVS Lite niet dienen als inputbron.

Wanneer MVVS Lite wel als inputbron zou worden gebruikt, is de basissituatie van de verkeerssituatie in OmniTRANS en in de werkelijkheid ongelijk. Wanneer dan een regelscenario wordt nagebouwd en doorberekend in OmniTRANS, zullen de effecten van dat regelscenario per definitie afwijken van de effecten van dat regelscenario dat is ingezet in de praktijk. Daarmee is deelvraag 6 al te beantwoorden. Geconcludeerd kan worden dat een voorspelling van een real time datagestuurd verkeersmodel met doorberekend regelscenario niet overeenkomt met de werkelijke situatie wanneer datzelfde regelscenario wordt toegepast in de praktijk.

4.4 | Te zetten stappen voor doorrekenen regelscenario's.

MVVS Lite kan momenteel een inschatting maken van de verkeerssituatie tot een half uur vooruit. Wanneer ervan uitgegaan wordt dat dit model betrouwbaar is en het verkeersmodel over 30 minuten file voorspelt, is er als het ware een half uur de tijd om die file te voorkomen met verkeers-managementmaatregelen. Op basis van eigen kennis en inzicht van de verkeersmanager of wegverkeersleider kan besloten worden tot het inzetten van losse verkeersmanagementmaatregelen of activeren van regelscenario's. Bij het idealiter proces van proactief verkeersmanagement heeft de handelende persoon de mogelijkheid zichzelf te controleren door zijn beoogde verkeersmanagement-maatregelen in OmniTRANS te zetten en door te rekenen. Aan de hand van de verkeerssituatie met de doorberekende verkeersmanagementmaatregelen kan de persoon zien of de maatregelen effect hebben. Hieraan zit wel één belangrijke voorwaarde: tijd. Het nabouwen en doorrekenen van verkeersmanagementmaatregelen kan niet te lang duren, gezien de file over 30 minuten wordt voorspeld. Onder deze alinea staan de stappen die moeten worden genomen om een losse verkeersmanagementmaatregel of een regelscenario na te bouwen in OmniTRANS. De te nemen stappen zijn gebaseerd op het gebruik van MVVS Lite, maar zullen globaal kunnen dienen als leidraad voor een eventueel toekomstig voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel. De te nemen stappen zijn besproken met en geverifieerd door Alex Vermeulen (persoonlijke communicatie, 2022), adviseur verkeersmanagement en -prognoses bij Goudappel en betrokken bij de modeltechniek van MVVS Lite in Omnitrans. Specifiek voor de gebruikers van MVVS Lite is er ook een gedetailleerde handleiding geschreven voor het doorrekenen van beoogd in te zetten regelscenario's of losse verkeersmanagementmaatregelen. Gezien dit geen generieke waardevolle informatie is, maar specifiek voor één doelgroep, is deze handleiding te vinden in bijlage 6.

1. Maak een Snapshot van de real time verkeerssituatie of een verkeerssituatie in het verleden. Met een Snapshot wordt als het ware alle data van de verkeerssituatie op dat moment gekopieerd.
2. Laad het Snapshot (en daarmee dus de verkeerssituatie) in OmniTRANS.
3. Maak een variant door een kopie te maken van de ingeladen Snapshot.
4. Maak de juiste aanpassingen in de variant. Hiermee wordt bedoeld het bouwen van een of meerdere verkeersmanagementmaatregelen.
5. Open het 'Snapshot Modelrun Draaien' script en pas daarin de datum en tijd aan conform het Snapshot dat is gekozen.
6. Draai de job 'Snapshot Modelrun Draaien'. Na het voltooien van deze stap heeft OmniTRANS de verkeersmanagementmaatregelen doorgerekend en kan de voorspelling worden bekeken.

Mochten de effecten van de verkeersmanagementmaatregelen tegenvallen, kan weer een nieuwe kopie worden gemaakt van het als eerst ingeladen Snapshot zoals in stap 3. Met de nieuwe variant

kunnen weer nieuwe aanpassingen gedaan en doorberekend worden. Stap 3 tot en met 6 zijn daarmee iteratief totdat de verkeersmanagementmaatregelen of het regelscenario een gunstig effect hebben op de verkeerssituatie.

Elke gemaakte stap heeft een tijdsduur. In tabel 9 is de tijdsduur opgenomen van elke stap. De tijdsduur voor de stappen zijn diverse keren gedaan en is door middel van een stopwatch bijgehouden. Uit de tabel blijkt dat de maximale tijdsduur erg afhankelijk is van de rekentijd van het programma in stap 2 en 6. Als de tijden bij elkaar worden opgeteld kan de tijdsduur verschillen van ongeveer 25 minuten tot ongeveer 27 minuten. Het is mogelijk de tijdsduur van deze stappen in te korten door een krachtiger rekenprogramma te gebruiken. Volgens Vermeulen wordt er gezocht naar mogelijkheden om dit te realiseren (persoonlijke communicatie, 2022).

Stap	Tijdsduur	Eventuele opmerking
1	Ca. 3 minuten	Het aanvragen kan een Snapshot kan met een klik op de knop. De overzetting van de gedownloade Snapshot naar OmniTRANS duurt maximaal 5 minuten doordat eens per 5 minuten de gedownloade Snapshots worden overgezet. In het langstdurende geval kan het dus 5 minuten duren voordat aan stap 2 kan worden begonnen. [1]
2	Ca. 5 minuten	
3	Ca. 15 seconden	
4	Ca. 1 minuut	Het wijzigen van bijvoorbeeld de groentijden op een kruispunt kan in een minuut worden gedaan. Afhankelijk van de hoeveelheid en soort verkeersmanagementmaatregelen kan de tijdsduur oplopen tot meerdere minuten.
5	Ca. 30 seconden	
6	Ca. 15 minuten	

Tabel 9: Tijdsduur van stappen in regelscenario-ontwikkelproces.

4.4.1 | Regulier verkeersmanagement

Voor het regulier verkeersmanagement neemt het proces te veel tijd in beslag gezien de voorspelling van MVVS Lite tot 30 minuten vooruit gaat. Met minimaal 25 minuten besteding aan stap 1 tot en met 6 is het niet mogelijk om de verwachte file over 30 minuten ook nog eens te voorkomen. Bij een 30-minutenvoorspelling is er dus geen tijd om de effectiviteit van de beoogde verkeersmanagement-maatregelen te controleren.

Wanneer een voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel verder de toekomst in kan voorspellen dan 30 minuten of de rekentijd van stap 1 tot en met 6 ingekort wordt, ontstaat er wel tijd om de effectiviteit van de beoogde verkeersmanagementmaatregelen te controleren. Als de beoogde verkeersmanagementmaatregelen geschikt worden bevonden, kunnen deze verkeersmanagement-maatregelen in een nieuw of al bestaand regelscenario worden verwerkt.

4.4.2 | Incidentmanagement

Ook voor incidentmanagement neemt het proces te veel tijd in beslag. Een voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel kan na de detectie van een incident de verkeerssituatie voorspellen over 30 minuten wanneer er geen verkeersmanagementmaatregelen worden genomen. Net als bij regulier verkeersmanagement is het niet haalbaar om eerst 25 minuten de effectiviteit van de beoogde

[1] Het is mogelijk een tool achter het model te zetten dat continu gemaakte Snapshots opvraagt in OmniTRANS. Dit vraagt alleen wel veel energie van het programma. Mocht zo een tool wel worden toegepast zal de tijdsduur worden verkort tot enkele seconden.

verkeersmanagementmaatregelen te controleren, voordat overgegaan wordt op de daadwerkelijke inzet van verkeersmanagementmaatregelen.

Bij incidentmanagement zal altijd zo snel mogelijk gehandeld moeten worden met als hoogste prioriteit de veiligheid van de betrokkenen bij het incident. Er zal daarmee nooit tijd ontstaan om de effectiviteit van de beoogde verkeersmanagementmaatregelen te controleren. Op basis van de expertise van de verkeersmanager of wegverkeersleider zal gehandeld moeten worden. Mochten de ingezette verkeersmanagementmaatregelen achteraf geholpen blijken te helpen om de verkeerssituatie ordelijk te houden, kan eventueel een regelscenario worden gemaakt van de genomen verkeersmanagementmaatregelen.

4.4.3 | Planbaar verkeersmanagement

Planbaar verkeersmanagement heeft in tegenstelling tot regulier verkeersmanagement en incidentmanagement geen tijdsdruk. Voor planbaar verkeersmanagement is het stappenplan dus wel haalbaar. Omdat de werkzaamheden pas ver in de toekomst plaatsvinden kunnen verkeers-managementmaatregelen worden getest met verschillende verkeerssituaties. Er is genoeg tijd om aanpassingen te doen en stap 3 tot en met 6 te herhalen totdat effectieve verkeersmanagement-maatregelen zijn gevonden. Van de effectieve verkeersmanagementmaatregelen kan eventueel een regelscenario worden gemaakt.

4.5 | Beantwoording deelvraag 7

Hoe kan een voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel gebruikt worden in het regelscenario-ontwikkelproces?

Aan de hand van de zes beschreven stappen kan een verkeersmanager of wegverkeersleider de beoogde verkeersmanagementmaatregelen op effectiviteit controleren. Momenteel kan alleen bij planbaar verkeersmanagement direct het verkeersmodel gebruikt worden in het regelscenario-ontwikkelproces. Momenteel kan voor regulier verkeersmanagement en incidentmanagement alleen achteraf het verkeersmodel worden gebruikt voor de ontwikkeling van regelscenario's. Het kan voor regulier verkeersmanagement wel mogelijk worden om direct regelscenario’s te ontwikkelen tijdens verkeersmanagement. Hiervoor moet wel eerst de techniek zich dusdanig ontwikkelen dat een real time datagestuurd verkeersmodel verder dan 30 minuten in de toekomst de verkeerssituatie betrouwbaar kan voorspellen of de rekentijd van de zes beschreven stappen verminderd kan worden.

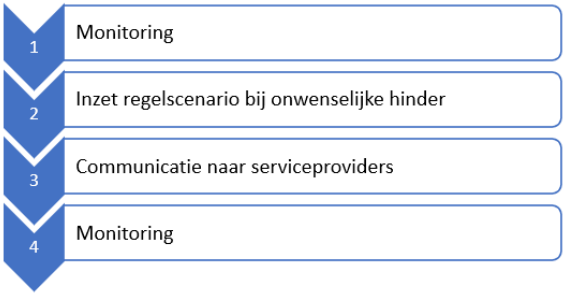
Hoofdstuk 5 | Toepassing in de praktijk

Dit hoofdstuk brengt de opgedane kennis uit de eerdere hoofdstukken samen. Op basis van de kennis over de huidige verkeersmanagementprocessen, aspecten van idealiter proactief verkeersmanagement, de betrouwbaarheid met een voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel en het regelscenario-ontwikkelproces zijn processen samengesteld voor proactief verkeersmanagent. Deze processen worden toegepast op de drie categorieën verkeersmanagement: regulier verkeersmanagement, incidentmanagement en planbaar verkeersmanagement. De processen zijn doorlopen en getoetst door Jeroen Rauwers (persoonlijke communicatie, 2022), verkeersmanager bij Groningen Bereikbaar. Als expert in het verkeersmanagement is Rauwers in staat de processen op toepasbaarheid te toetsen. Dit hoofdstuk geeft aan hoe nu proactief verkeersmanagement kan worden toegepast en wat uiteindelijk het idealiter proces van proactief verkeersmanagement gaat worden. Hiermee beantwoordt dit hoofdstuk deelvraag 8:

8. Hoe kan het proces van proactief verkeersmanagement in de praktijk ingericht worden?

5.1 | Huidige mogelijke toepassingen voor het proactief verkeersmanagementproces

Zonder een betrouwbaar voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel in Nederland is niet een proactief verkeersmanagementproces in te richten dat bij wijze van spreken morgen al gebruikt en nageleefd kan worden. Een voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel is namelijk noodzakelijk om het proces proactief te kunnen maken. Daarom is ervoor gekozen uit te gaan van de situatie op het moment dat er een betrouwbaar voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel is. In de volgende paragrafen wordt onderscheidt gemaakt tussen een wegverkeersleider en een verkeersmanager. De wegverkeersleider is de persoon die de beslissingen maakt over inzet van maatregelen op het hoofdwegennet. De verkeersmanager is de persoon die de beslissingen maakt over inzet van maatregelen op het onderliggend wegennet. Hier is bewust onderscheid in gemaakt, omdat de te nemen maatregelen op het hoofdwegennet en onderliggend wegennet verschillend van elkaar kunnen zijn. In onderstaande figuren zijn de stappen genoteerd voor het proactief proces van regulier verkeersmanagement, incidentmanagement, en planbaar verkeersmanagement die in de volgende paragrafen worden toegelicht.



Figuur7: Het proactief regulier verkeersmanagementproces.

Figuur 8: Het proactief incidentmanagementproces.

Figuur 9: Het proactief planbaar verkeersmanagementproces.

5.2 | Proactief verkeersmanagementproces uitgaande van een betrouwbaar verkeersmodel

Indien bij wijze van spreken morgen een betrouwbaar voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel beschikbaar is in Nederland, kunnen de stappen in de vorige paragraaf ingevuld worden per verkeersmanagementcategorie. In de volgende subparagrafen staat het proces uitgebreider beschreven. Eerder in dit rapport is MVVS Lite als voorbeeldmodel genomen. Doordat dit model de verkeerssituatie tot 30 minuten vooruit kan voorspellen, worden deze 30 minuten ook aangehouden als uiterste moment dat het verkeersmodel de toekomst in kan kijken bij het proactief verkeersmanagementproces uitgaande van een betrouwbaar verkeersmodel.

5.2.1 | Regulier verkeersmanagement

1. Monitoring

De monitoring bestaat uit het in de gaten houden van het voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel. De wegverkeersleider en verkeersmanager hebben een scherm open met continu de 30-minutenvoorspelling erop zichtbaar voor respectievelijk het hoofdwegennet en onderliggend wegennet.

2. Inzet regelscenario bij onwenselijke hinder

Indien onwenselijke hinder wordt voorspeld door het verkeersmodel, zal de wegverkeersleider of verkeersmanager met passende regelscenario's of losse verkeersmanagementmaatregelen ingrijpen. De maatregelen neemt de persoon op basis van eigen kennis en inzicht, omdat bleek uit paragraaf 4.4.1 dat er momenteel nog niet genoeg tijd is om de effectiviteit van de beoogde in te zetten verkeersmanagementmaatregelen met MVVS Lite te toetsen.

3. Communicatie naar serviceproviders

Doordat het netwerkmanagementsysteem gekoppeld is aan MELVIN, komt het ingezette regelscenario in MELVIN te staan. MELVIN heeft op zijn beurt een koppeling met de serviceproviders. Op deze manier worden serviceproviders op de hoogte gesteld van actieve regelscenario's en kan de gebruiker van de service zijn reis daar op aanpassen.

4. Monitoring
Na de inzet van een regelscenario of losse verkeersmanagementmaatregelen zal de wegverkeersleider of verkeersmanager aan de hand van de 30-minutenvoorspelling van het verkeersmodel aan kunnen geven of de ingezette maatregelen weer opgeheven kunnen worden. Als de ongewenste hinder aanblijft zullen de maatregelen aangehouden moeten worden en eventueel extra maatregelen worden ingezet. Als de verwachting is dat de situatie verbetert kunnen de ingezette maatregelen weer opgeheven worden. Mochten losse verkeersmanagementmaatregelen ingezet zijn om de ongewenste hinder op te lossen geholpen hebben, kan van de losse verkeersmanagementmaatregelen eventueel een nieuw regelscenario worden gemaakt, zodat de volgende keer bij diezelfde ongewenste hinder sneller gehandeld kan worden door de inzet van een regelscenario met een druk op de activatieknop.

5.2.2 | Incidentmanagement

1. Detectie incident
Het verkeersmodel merkt een incident op of er komt een melding (telefoontje) van een incident binnen via de politiemeldkamer bij de wegverkeersleider of verkeersmanager.

2. Oorzaak en impact bepalen
De wegverkeersleider of verkeersmanager bekijkt de camerabeelden om de oorzaak en impact van het incident in te schatten. Als het incident niet in camerabeelden zichtbaar is, ga dan direct door naar stap 3.

3. Inzet regelscenario/verkeersmanagementmaatregelen
Als het incident in camerabeelden te zien is, kan de wegverkeersleider of verkeersmanager regelscenario's of losse verkeersmanagementmaatregelen inzetten op basis van eigen kennis en inzicht. Als het incident niet in camerabeelden te zien is en de locatie van het incident is op het hoofdwegennet, stuurt de wegverkeersleider een weginspecteur op pad door de locatie door te sturen naar de weginspecteur. Eenmaal op locatie kan de weginspecteur eerste hulp verlenen, het verkeer aansturen en maakt hij een korte impactanalyse van de situatie en adviseert hij de wegverkeersleider welke verkeersmanagementmaatregelen moeten worden genomen. Verder neemt de weginspecteur de stappen die hij moet nemen volgens figuur 5; het stappenplan van Rijkswaterstaat voor incidentmanagement. Als het incident niet in camerabeelden te zien is en de locatie van het incident is op het onderliggend wegennet, maakt de politiemeldkamer melding van het incident en lossen zij de situatie op of adviseert de politie ter plaatse telefonisch de verkeersmanager welke verkeersmanagementmaatregelen genomen moeten worden.

4. Communicatie naar hulpdiensten
Wanneer het door de weginspecteur, wegverkeersleider of verkeersmanager nodig wordt geacht hulpdiensten, waaronder ook bergingsvoertuigen vallen, op te roepen, zal de wegverkeersleider of verkeersmanager dit doen zover de hulpdiensten niet al aanwezig zijn.

5. Communicatie naar serviceproviders
Doordat het netwerkmanagementsysteem gekoppeld is aan MELVIN, komt als een regelscenario is ingezet het regelscenario in MELVIN te staan. MELVIN heeft op zijn beurt een koppeling met de serviceproviders. Daarnaast komen serviceproviders zelf ook al gauw aan informatie over incidenten doordat passerende weggebruikers een incident kunnen melden in de app van de serviceprovider. Op deze manier worden serviceproviders op de hoogte gesteld van actieve regelscenario's en kan de gebruiker van de service zijn reis daar op aanpassen.

6. Opheffen ingezette regelscenario/verkeersmanagementmaatregelen
Indien de weginspecteur aanwezig is op de locatie van het incident, geeft de weginspecteur telefonisch

aan de wegverkeersleider telefonisch door wanneer de weg weer vrijgegeven kan worden. Indien er geen weginspecteur aanwezig is, beoordeelt de wegverkeersleider of de ingezette verkeersmanagementmaatregelen opgeheven kunnen worden aan de hand van de 30-minutenvoorspelling van het verkeersmodel.

5.2.3 | Planbaar verkeersmanagement

1. Verkenningsgesprek(ken)
De eerste stap is dat er verkenningsgesprekken plaatsvinden tussen opdrachtgever (Rijkswaterstaat, provincie of gemeente) en aannemer waarin de beoogde werkzaamheden worden besproken en adviezen worden gegeven.

2. Hinderinschatting
Door de aannemer of opdrachtgever wordt een hinderinschatting gemaakt. Afhankelijk van het contractafspraken wordt bepaald wie de hinderinschatting maakt. Op basis van de hinderklasse worden verdere eisen aan het verkeersplan en tijdsafspraken vastgesteld.

3. Opstellen verkeersmanagementmaatregelen (eventueel in nieuw regelscenario)
Op basis van de verwachte hinder worden door de aannemer of opdrachtgever verkeersmanagementmaatregelen opgesteld aan de hand van het regelscenario-ontwikkelingsproces in paragraaf 4.4. Van de in te zetten verkeersmanagementmaatregelen worden eventueel nieuwe regelscenario's gemaakt.

4. Communicatie naar betrokkenen
Er dient communicatie plaats te vinden naar alle partijen en burgers die geraakt worden door de omleiding of overlast zullen ervaren. Dit betreffen hoofdzakelijk wegbeheerders, OV-maatschappijen, hulpdiensten, grote bedrijven met veel vrachtverkeer en omwonenden. Afhankelijk van de hinderklasse kan de communicatie afgedaan worden door de werkzaamheden in MELVIN te zetten en MELVIN een automatisch bericht te laten sturen naar de wegbeheerders of moet de communicatie groots aan worden gepakt met brieven aan bewoners en vooraankondigingen.

5. Communicatie naar serviceproviders
Doordat het netwerkmanagementsysteem gekoppeld is aan MELVIN, komt als een regelscenario is ingezet het regelscenario in MELVIN te staan. MELVIN heeft op zijn beurt een koppeling met de serviceproviders. Op deze manier worden serviceproviders op de hoogte gesteld van actieve regelscenario's en kan de gebruiker van de service zijn reis daar op aanpassen.

6. Monitoring
Voordat de werkzaamheden beginnen zal de verkeerssituatie gemonitord moeten worden door de wegverkeersleider of verkeersmanager aan de hand van de real time weergave en 30-minutenvoorspelling van het verkeersmodel. Zonder monitoring kan een wegverkeersleider of verkeersmanager niet weten wanneer (een schakeling in) een regelscenario's actief moet worden.

7. Real time schakelen tussen schakelingen in regelscenario's
Wanneer het verkeersmodel hinder verwacht of weggebruikers geïnformeerd moeten worden, kan geschakeld worden tussen de vooraf gemaakte (schakelingen in) regelscenario's. Het te kiezen regelscenario gebeurt op basis van kennis en inzicht van de wegverkeersleider of verkeersmanager.

8. Monitoring
Als laatste stap wordt er weer gemonitord. De wegverkeersleider of verkeersmanager monitort de verkeerssituatie aan de hand van de real time weergave en 30-minutenvoorspelling van het verkeersmodel. Hierbij zijn stap 7 en 8 iteratief gedurende de uitvoering van de werkzaamheden.

5.3 | Idealiter proactief verkeersmanagementproces

In deze paragraaf worden de in paragraaf 5.1 processtappen beschreven vanuit het idee dat idealiter proactief verkeersmanagement mogelijk is. Dit proces zal vandaag de dag nog niet ingezet kunnen worden, maar dient als streven waar naartoe gewerkt kan worden.

5.3.1 | Regulier verkeersmanagement

1. Monitoring

De monitoring doet het voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel zelf. Het verkeersmodel staat altijd open op een van de schermen van de wegverkeersleider en verkeersmanager. Het verkeersmodel maakt continu voorspellingen die niet beperkt zijn tot 30 minuten vooruit.

2. Inzet regelscenario bij onwenselijke hinder

Indien het model ongewenste hinder verwacht, geeft het model een triggerwarning af die de wegverkeersleider of verkeersmanager aanspoort tot actie. Bij de triggerwarning beveelt het verkeersmodel ook automatisch het best passende regelscenario aan indien die beschikbaar is. Het verkeersmodel is idealiter gekoppeld aan de beschikbare regelscenario's in het netwerkmanagementsysteem en heeft de verschillende relevante regelscenario's al doorgerekend. Dit vereist overigens wel veel rekenkracht. De wegverkeersleider of verkeersmanager hoeft bij een passend regelscenario alleen het regelscenario nog te activeren. Indien er geen passend regelscenario klaarligt en aanbevolen kan worden door het verkeersmodel, zal op basis van eigen kennis en inzicht van de wegverkeersleider of verkeersmanager losse verkeersmanagementmaatregelen worden ingezet. Deze maatregelen toetst de persoon in een offline verkeersmodel op effectiviteit volgens stappen 1 tot en met 6 uit het regelscenario-ontwikkelproces in paragraaf 4.4.

3. Communicatie naar serviceproviders

Het ingezette regelscenario nemen serviceproviders direct over in hun programma's doordat idealiter het verkeersmodel gekoppeld is aan deze serviceproviders.

4. Monitoring

Na de inzet van een regelscenario of losse verkeersmanagementmaatregelen zal het voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel zelf in de gaten houden wanneer het ingezette regelscenario weer gedeactiveerd kan worden. Ook dan geeft het verkeersmodel een seintje op het scherm. De maatregel zal door de wegverkeersleider of verkeersmanager worden gedeactiveerd. Mochten losse verkeersmanagementmaatregelen ingezet zijn om de ongewenste stremming op te lossen geholpen hebben, kan van de losse verkeersmanagementmaatregelen eventueel een nieuw regelscenario worden gemaakt, zodat de volgende keer bij diezelfde ongewenste stremming sneller gehandeld kan worden door de inzet van een regelscenario met een druk op de activatieknop.

5.3.2 | Incidentmanagement

1. Detectie incident

Het verkeersmodel merkt een stremming op én geeft een trigger af of er komt een digitale melding van een incident binnen via de politiemeldkamer bij de wegverkeersleider of verkeersmanager. Dit laatste zal voornamelijk gebeuren wanneer een incident buiten de rijbaan plaatsgevonden heeft, omdat dit voor een verkeersmodel lastig op te merken is. De communicatie van de melding is idealiter volledig digitaal via een gemeenschappelijk meldkamer systeem (GSM) waarin met een druk op de knop de locatie en melding naar elkaar kan worden verstuurd. Deze manier van communiceren is veel sneller dan een telefoontje, zeker wanneer bedacht wordt dat met de politiemeldkamer wel tientallen keren per dag contact is. De trigger die het verkeersmodel afgeeft kan vanuit verschillend bronnen komen die idealiter aan het verkeersmodel gekoppeld zijn. Zo kunnen ook voertuigen tegenwoordig zelf communiceren. Bijvoorbeeld wanneer een airbag ontploft in de voertuig, gaat er automatisch een

seintje met de live locatie naar de verkeerscentrale en hulpdiensten. Andere bronnen zijn tellussen of Floating Car Data die het incident detecteren door een plotselinge stilstand van stilstaand of langzaam rijdend verkeer.

2. Oorzaak en impact bepalen
De wegverkeersleider of verkeersmanager bekijkt de camerabeelden om de oorzaak en impact van het incident in te schatten. De live camerabeelden zijn idealiter gekoppeld aan het verkeersmodel. Door op een icoontje te klikken van een camera in het model popt een klein venster op met de live camerabeelden van de locatie. Door de koppeling van de camerabeelden aan het verkeersmodel, wordt tijd bespaard die de wegverkeersleider of verkeersmanager anders had moeten gebruiken om in een ander programma de juiste camerabeelden te vinden. Door deze tijdsbesparing kan sneller gehandeld worden wat van belang is van de veiligheid en doorstroming van de betrokken verkeers-deelnemers. Als het incident niet in camerabeelden zichtbaar is, ga dan direct door naar stap 3.

3. Inzet regelscenario/verkeersmanagementmaatregelen
Als het incident in camerabeelden te zien is, kan de wegverkeersleider of verkeersmanager regelscenario's of losse verkeersmanagementmaatregelen inzetten op basis van eigen kennis en inzicht. Als het incident niet in camerabeelden te zien is en de locatie van het incident is op het hoofdwegennet, stuurt de wegverkeersleider een weginspecteur op pad door de locatie door te sturen naar de weginspecteur. Eenmaal op locatie maakt de weginspecteur een korte impactanalyse van de situatie en adviseert hij de wegverkeersleider welke verkeersmanagementmaatregelen moeten worden genomen. Verder neemt de weginspecteur de stappen die hij moet nemen volgens figuur 5; het stappenplan van Rijkswaterstaat voor incidentmanagement. Als het incident niet in camerabeelden te zien is en de locatie van het incident is op het onderliggend wegennet, heeft de politiemeldkamer melding gemaakt van het incident en lossen zij de situatie op of adviseert de politie ter plaatse telefonisch de verkeersmanager welke verkeersmanagementmaatregelen genomen moeten worden. Deze stap verschilt daarmee niet met stap 3 uit subparagraaf 5.2.2

4. Communicatie naar hulpdiensten
Wanneer het door de weginspecteur, wegverkeersleider of verkeersmanager nodig wordt geacht hulpdiensten, waaronder ook bergingsvoertuigen vallen, op te roepen, zal de wegverkeersleider of verkeersmanager dit doen zover de hulpdiensten niet al aanwezig zijn. Deze stap verschilt daarmee niet met stap 4 uit subparagraaf 5.2.2

5. Communicatie naar serviceproviders
Als een regelscenario is ingezet nemen serviceproviders dit direct over in hun programma's doordat idealiter het verkeersmodel gekoppeld is aan deze serviceproviders. Daarnaast komen serviceproviders zelf ook al gauw aan informatie over incidenten doordat passerende weggebruikers een incident kunnen melden in de app van de serviceprovider.

6. Opheffen ingezette regelscenario/verkeersmanagementmaatregelen
Indien de weginspecteur aanwezig is op de locatie van het incident, geeft de weginspecteur digitaal aan de wegverkeersleider telefonisch door wanneer de weg weer vrijgegeven kan worden. Indien er geen weginspecteur aanwezig is, beoordeelt het verkeersmodel wanneer de verkeerssituatie weer verbetert. Als dit het geval is, geeft het verkeersmodel een seintje dat de wegverkeersleider of verkeersmanagement de ingezette maatregelen weer kan opheffen.

5.3.3 | Planbaar verkeersmanagement

1. Verkenningsgesprek(ken)
De eerste stap is dat er verkenningsgesprekken plaatsvinden tussen opdrachtgever (Rijkswaterstaat,

provincie of gemeente) en aannemer waarin de beoogde werkzaamheden worden besproken en adviezen worden gegeven.

2. Hinderinschatting
Door de aannemer of opdrachtgever wordt een hinderinschatting gemaakt. Afhankelijk van het contractafspraken wordt bepaald wie de hinderinschatting maakt. Op basis van de hinderklasse worden verdere eisen aan het verkeersplan en tijdsafspraken vastgesteld. Idealiter kan het verkeersmodel gebruikt worden om te bepalen of verschillende werkzaamheden met elkaar te combineren zijn zonder dat dit extra aanzienlijke hinder oplevert.

3. Opstellen verkeersmanagementmaatregelen (eventueel in nieuw regelscenario)
Op basis van de verwachte hinder worden door de aannemer of opdrachtgever verkeersmanagementmaatregelen opgesteld aan de hand van het regelscenario-ontwikkelingsproces in paragraaf 4.4. Van de in te zetten verkeersmanagementmaatregelen worden eventueel nieuwe regelscenario's gemaakt.

4. Communicatie naar betrokkenen
Er dient communicatie plaats te vinden naar alle partijen en burgers die geraakt worden door de omleiding of overlast zullen ervaren. Dit betreffen hoofdzakelijk wegbeheerders, OV-maatschappijen, hulpdiensten, groet bedrijven met veel vrachtverkeer en omwonenden. Afhankelijk van de hinderklasse kan de communicatie afgedaan worden door de werkzaamheden in MELVIN te zetten en MELVIN een automatisch bericht te laten sturen naar de wegbeheerders of moet de communicatie groots aan worden gepakt met brieven aan bewoners en vooraankondigingen.

5. Communicatie naar serviceproviders
Doordat het netwerkmanagementsysteem gekoppeld is aan MELVIN, komt als een regelscenario is ingezet het regelscenario in MELVIN te staan. MELVIN heeft op zijn beurt een koppeling met de serviceproviders. Op deze manier worden serviceproviders op de hoogte gesteld van actieve regelscenario's en kan de gebruiker van de service zijn reis daar op aanpassen.

6. Monitoring
Voordat de werkzaamheden beginnen zal de real time verkeerssituatie gemonitord moeten worden. De monitoring doet het voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel zelf. Het verkeersmodel staat altijd open op een van de schermen van de wegverkeersleider en verkeersmanager. Zonder monitoring kan een wegverkeersleider of verkeersmanager niet weten wanneer (een schakeling in) een regelscenario's geactiveerd moet worden. Voor kleine wegwerkzaamheden zou idealiter gebruik gemaakt moeten worden van flexibele werkbare uren. Met flexibele werkbare uren kan op basis van de verwachte verkeersaanbod dat het verkeersmodel voorspelt, spontaan bepaald worden of overgegaan kan worden tot uitvoering van de werkzaamheden.

7. Real time schakelen tussen schakelingen in regelscenario's
Als de werkzaamheden in uitvoering zijn en hinder wordt verwacht of weggebruikers moeten worden geïnformeerd, kan geschakeld worden tussen de (schakelingen in) regelscenario's op basis van de voorspellingen van het verkeersmodel. Het verkeersmodel kan op basis van de vooraf beschikbare regelscenario's adviseren welk regelscenario het meest relevant is voor de verkeerssituatie. De wegverkeersleider of verkeersmanager activeert of deactiveert het geadviseerde regelscenario.

8. Monitoring
Als laatste stap wordt er weer gemonitord. Het verkeersmodel monitort de real time verkeerssituatie met het toegepast regelscenario. Hierbij zijn stap 7 en 8 iteratief gedurende de uitvoering van de werkzaamheden.

5.4 | Beantwoording deelvraag 8

Hoe kan het proces van proactief verkeersmanagement in de praktijk ingericht worden?

Het proces van proactief verkeersmanagement in de praktijk kan ingericht worden op het hoofdwegennet of onderliggend wegennet zodra er beschikking is over een betrouwbaar voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel. Met zo een model wordt een proactief karakter toegevoegd aan het proces van regulier verkeersmanagement, incidentmanagement en planbaar verkeersmanagement. Door een verkeersmodel te koppelen aan nog meer bronnen en programma's, meer digitaal contact en de voorspellende gave van het verkeersmodel kan geanticipeerd worden op en beter omgegaan worden met ongunstige verkeerssituaties, wat de veiligheid en bereikbaarheid van de weggebruikers en het wegennet zal doen toenemen. Rauwers ziet potentie in het gebruik van de opgestelde processen en ziet het idealiter proactief verkeersmanagementproces als een mooie stip aan de horizon om naartoe te werken (persoonlijke communicatie, 2022).

Hoofdstuk 6 | Conclusie

Alle inhoudelijk hoofdstukken zijn voorbijgekomen en alle acht de deelvragen zijn beantwoord. Met de antwoorden op de deelvragen kan ook de hoofdvraag worden beantwoord. Eerst wordt nog eens ingegaan op de probleembeschrijving en vraagstelling van dit onderzoek om vervolgens het probleem op te lossen door antwoord te geven op de hoofdvraag. Voor het gemak is de hoofdvraag hieronder nog eens geformuleerd.

> Wat zijn de mogelijkheden van proactief verkeersmanagement en hoe kan proactief verkeersmanagement worden toegepast in de praktijk?

6.1 | Transitie van reactief naar proactief

Door het toenemende drukte op de weg (CBS, 2021) leidt ertoe dat het huidige verkeersmanagement steeds meer onder druk komt te staan. Daarmee stijgt de vraag naar proactief verkeersmanagement. In het binnen- en buitenland worden de eerste voorspellende, real time datagestuurde verkeersmodellen ontwikkeld, zo ook in Groningen (Projectbureau Aanpak Ring Zuid, s.d.). Er is een transitie gaande van verkeersmanagement met een reactief karakter naar verkeersmanagement met een proactief karakter. Het ontbreekt nog aan een toepasbaar proactief verkeersmanagementproces. Daarnaast spelen vragen als in hoeverre een voorspelling van een voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel betrouwbaar is en hoeveel tijd er nodig is om een voorspelling te kunnen maken.

6.2 | Proces naar proactief verkeersmanagement

Het vertrekpunt voor de toewerking naar een proactief verkeersmanagementproces begint bij het huidige verkeersmanagement. De huidige verkeersmanagementprocessen zijn onderzocht en vergeleken met de mogelijkheden die proactief verkeersmanagement biedt. Hieruit bleek dat voor proactief verkeersmanagement mogelijkheden liggen in het gebruik van flexibele werkbare uren, digitalisering in communicatie en automatisering tussen programma's. Met een betrouwbaar voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel kunnen deze kansen benut worden. Het is daarom belangrijk om te weten wat de huidige staat van betrouwbaarheid is van de real time verkeersmodellen met een voorspellend karakter. Uit het dataonderzoek kwam naar voren dat het verkeersmodel op het moment van de metingen nog niet nauwkeurig genoeg is om een correcte weergave te kunnen doen van de waarden van de real time verkeerssituatie en die over 30 minuten. Een kanttekening hierbij is wel dat het model getoetst is in een fase waarin het model nog in ontwikkeling was. Tegelijk is het model in deze ontwikkelfase ook onderworpen aan ingrijpende werkzaamheden in Groningen. Aan de andere kant is een proactief verkeersmodel juist ervoor bedoeld die ongewone verkeerssituaties te voorspellen. In ieder geval was het model ten tijden van het onderzoek hier nog niet voldoende betrouwbaar voor.

6.3 | Beantwoording hoofdvraag

Wat zijn de mogelijkheden van proactief verkeersmanagement en hoe kan proactief verkeersmanagement worden toegepast in de praktijk?

Zonder een betrouwbaar verkeersmodel is het niet mogelijk proactief verkeersmanagement toe te passen in de praktijk. Daarom is voor de toepassing in de praktijk uitgegaan van de stel-situatie waarin uitgegaan wordt dat er een betrouwbaar voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel is. Met dit model biedt proactief verkeersmanagement wegverkeersleiders en verkeersmanagers

mogelijkheden om flexibele werkbare uren toe te passen, digitalisering in communicatie door te voeren en meerdere databronnen en programma's aan elkaar te koppelen voor een snellere informatievoorziening en beter overzicht. Dit leidt allemaal tot een verbetering van de veiligheid op en bereikbaarheid van het wegennet. De 4 stappen van het regulier verkeersmanagementproces, de 6 stappen van het incidentmanagementproces en de 8 stappen van het planbaar verkeers-managementproces in hoofdstuk 5 geven aan hoe proactief verkeersmanagement in de praktijk is toe te passen. Uitgeschreven staat over welke functies het verkeersmodel beschikt en welke handelingen nog door de wegverkeersleider en verkeersmanager moeten worden gedaan.

Hoofdstuk 7 | Aanbevelingen

In dit hoofdstuk worden aanbevelingen gedaan naar aanleiding van de resultaten uit het onderzoek. Er zijn aanbevelingen gedaan die generiek aan te bevelen zijn en aanbevelingen die toepasbaar zijn bij het gebruik van MVVS Lite in Groningen.

7.1 | Generieke aanbevelingen

De eerste aanbeveling is om bij het ontwikkelen en toepassen van een voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel waakzaam te zijn op de mate van automatisering in het proactief verkeersmanagementproces. Lang niet elke wegverkeersleider of verkeersmanager staat open tot volledige automatisering waarbij menselijke controle en handelingen verdwijnen. Dit bleek ook uit de gehouden expertgesprekken. De ene expert juicht automatisering en data-afhankelijkheid toe en de ander durft er niet volledig op te vertrouwen.

De tweede aanbeveling is diverse bronnen en programma’s aan het voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel te koppelen. Dit zorgt voor een groot overzicht en bespaard tijd waardoor sneller geacteerd kan worden. Twee koppeling die nog gemaakt kunnen worden aan het verkeersmodel zijn live camerabeelden en het netwerkmanagementsysteem met regelscenario's.

De derde aanbeveling is om in het proces van incidentmanagement en regulier verkeersmanagement het onderliggend wegennet en het hoofdwegennet gescheiden van elkaar te houden. Er zitten te grote verschillen in de aanpak van incidenten en reguliere stremmingen tussen het onderliggend wegennet en het hoofdwegennet om de processen over één kamp te scheren.

7. 2 | Aanbevelingen voor het gebruik van MVVS Lite

De eerste aanbeveling is om MVVS Lite door te blijven ontwikkelen. De ontwikkeling van MVVS Lite heeft een grote rol in de transitie van reactief naar proactief verkeersmanagement in Nederland. Ook wanneer MVVS Lite zijn doelen heeft behaald, kan er gestreefd blijven worden naar nog meer koppelingen in het model. MVVS Lite vormt daarmee een voorbeeld voor eventuele toekomstige voorspellende, real time datagestuurd verkeersmodel die zullen worden ontwikkeld.

De tweede aanbeveling is om het uitgevoerde dataonderzoek in dit rapport over een half jaar op eenzelfde manier over te doen. De resultaten uit dit onderzoek kunnen dan vergeleken worden met de data uit het onderzoek over een half jaar. Op deze manier wordt goed de ontwikkeling en bruikbaarheid in kaart gebracht van MVVS Lite.

Een derde aanbeveling is bij de verkeersmanager bij Groningen Bereikbaar continu een scherm open te hebben staan met MVVS Lite op de 30-minutenvoorspelling. Hierbij zal dat de verkeermanager eens in de paar minuten een blik moeten werpen op het scherm. Wanneer de verkeersmanager ongeregeldheden spot heeft de verkeersmanager nog voldoende tijd om op basis van eigen kennis en inzicht verkeersmanagementmaatregelen te treffen.

De laatste aanbeveling voor een verdere verbetering van MVVS Lite is gericht aan de ontwikkelaars van MVVS Lite. Het advies luidt om zich te verdiepen in de routekeuze van voertuigen en in de real time kalibratie van de vervoersvraag die het verkeersmodel modelleert. Op basis van de resultaten in dit onderzoek is uitgesloten dat het verkeersmodel een algehele onder- of overschatting maakt van de intensiteiten. Het is daarom aannemelijk dat bij de routekeuze van voertuigen en in de real time kalibratie van de vervoersvraag die MVVS Lite modelleert nog een verbeterslag te halen is.

Hoofdstuk 8 | Discussiepunten

Dit hoofdstuk beschrijft enkele punten die ter discussie kunnen staan in het uitgevoerde onderzoek. Er wordt nader ingegaan op de uitvoering van dataonderzoek en de verkregen resultaten.

8.1 | Onderzoeksmoment

Het getoetste verkeersmodel is tijdens het uitvoeren van het onderzoek nog in ontwikkeling. MVVS Lite kan inmiddels heel anders scoren als het dataonderzoek opnieuw uitgevoerd wordt. Daarnaast is het meetmoment tijdens Operatie Julianaplein waar grote afzettingen en omleidingen actief zijn. Voor een pas kort in gebruik genomen verkeersmodel maakt dit het lastig correct de verkeerssituatie te voorspellen. Een discussiepunt rijst over hoe relevant de bevindingen nog zijn.

Gezien de beperktheid aan rapportages over andere voorspellende real time datagestuurd verkeersmodellen, is alle beschikbare informatie meegenomen om erachter te komen waar men nu staat in de ontwikkeling van reactief naar proactief verkeersmanagement. De bevindingen blijven daarmee relevant. Zeker, wanneer over een half jaar met de doorontwikkelde versie van MVVS Lite nogmaals hetzelfde dataonderzoek wordt uitgevoerd. Op basis van een vergelijking tussen de resultaten uit dit rapport en de resultaten over een half jaar, kunnen waardevolle conclusies getrokken worden over de ontwikkeling van MVVS Lite en daarmee ook over de ontwikkeling in de transitie van reactief verkeersmanagement naar proactief verkeersmanagement.

Het verkeersmodel is mede ontwikkeld om de impact van werkzaamheden te kunnen voorspellen bij Operatie Julianaplein (Laks, persoonlijke communicatie, 2022). MVVS Lite is er dus ook juist voor bedoeld om ongewone verkeerssituaties te voorspellen. Het is daarom juist relevant dat de meting plaatsvond tijdens complexe verkeersituaties met afzettingen en omleidingen. Aandachtspunt daarbij is dat MVVS Lite nog niet definitief was opgeleverd op het moment van het onderzoek.

8.2 | Aantal metingen

Een ander discussiepunt rondom de betrouwbaarheid is het aantal metingen dat is gebruikt. Tijdens het onderzoek rees de vraag hoeveel metingen nodig zijn om uit te kunnen gaan van een betrouwbaar resultaat.

Gevoelsmatig lag het aantal metingen (28) aan de lage kant in het uitgevoerde dataonderzoek. Daarom is besloten om het dataonderzoek met 21 metingen uit te breiden. Het totaal aantal metingen steeg daardoor naar 49. Gevoelsmatig zijn 49 metingen betrouwbaarder. Het was beter geweest om vooraf statistisch te onderbouwen hoeveel metingen noodzakelijk waren voor betrouwbare resultaten.

8.3 | Nut verkeersmodel in stedelijk gebied

Voor een verkeersmodel is het lastig om het verschil te bemerken tussen een uitgevallen voertuig en het laden en lossen van een vrachtwagen. Het discussiepunt kwam op in hoeverre in een stedelijk gebied een verkeersmodel dan wel nuttig is voor incidentmanagement. En is er een manier om hiermee om te gaan?

Het klopt dat een verkeersmodel moeilijk het verschil kan maken tussen een stilstaand voertuig en het laden en lossen van een vrachtwagen. Het afhandelen van een potentieel incident is daarmee nu niet goed mogelijk voor de verkeersmanager. Een manier om hiermee om te gaan is door het ophangen van camera’s die live beelden weergeven zonder geheugen en gekoppeld zijn aan het verkeersmodel.

De verkeersmanager kan door bijvoorbeeld een camera-icoontje aan te klikken in het verkeersmodel zelf de beelden bekijken en concluderen of er een incident is of niet. Ook al kan nu niet goed een potentieel incident worden afgehandeld, een verkeersmodel voor een stedelijk gebied bij incidentmanagement blijft wel relevant. Een verkeersmodel in stedelijk gebied kan namelijk wel de gevolgen van een potentieel incident in kaart brengen.

8.4 | Aggregatieniveau intensiteiten ten aanzien van de betrouwbaarheid

Een ander discussiepunt met betrekking tot de validiteit gaat over het aggregatieniveau van de intensiteiten. Elke 5 minuten berekent MVVS Lite de situatie opnieuw en aggregeert het de intensiteiten over een uur. De uurintensiteiten die MVVS Lite weergeeft op de meetmomenten, op werkdagen om 8.00 en 17.00 uur, zijn vergeleken met de werkelijke uurintensiteiten het komende uur afkomstig van het NDW. De discussie gaat over welke datavergelijking het meest betrouwbaar is.

In het onderzoek is niet gekeken naar de 5-minutendata van het NDW, maar naar de uurintensiteiten van het komende uur. Achteraf was het beter geweest om de 5-minutendata van het NDW te vergelijken met de 5-minutendata van MVVS Lite. Dit zou de resultaten betrouwbaarder hebben gemaakt.

Bibliografie

Centraal Bureau voor Statistiek. (2021). *Hoe druk is het op de Nederlandse rijkswegen*. CBS. Geraadpleegd in februari 2022, van https://www.cbs.nl/nl-nl/visualisaties/verkeer-en-vervoer/verkeer/rijkswegen

De Bruijn, J., & Huytink, W. (2021). *Groningen Bereikbaar zet samen met Dat.mobility stap naar proactief verkeersmanagement*. Dat.mobility. Geraadpleegd in februari 2022, van https://www.dat.nl/actueel/groningen-bereikbaar-zet-samen-met-datmobility-stap-naar-proactief-verkeersmanagement/

Dat.mobility. (2020). *"Beschikbare informatie wordt verfijnder"*. Goudappel. Geraadpleegd in februari 2020, van https://www.goudappel.nl/nl/actueel/beschikbare-informatie-wordt-verfijnder

CROW (sd). *Handboek Incident Management voor het stedelijke en regionaal wegennet*.

CROW (sd). *Handboek Verkeersmanagement*.

CROW. (2008). *Handboek Verkeersonderzoek*.

Goudappel Coffeng. (2013). *Verkeersmodel Regio Utrecht 3.0*. https://www.provincie-utrecht.nl/sites/default/files/2020-03/verantwoordingsdocument_vru_3_0_13_mei_2013.pdf

Hoogendoorn, S., Taale, H., Wilmink, I., Van Katwijk, R., Immers, B., & Schuurman, H. (2011). *De toekomst van verkeersmanagement*. TrafficQuest. https://traffic-quest.nl/downloads/2011-05_rapport_toekomst_van_verkeersmanagement.pdf

Immers, B., Taale, H., Hoogendoorn, S., Van Katwijk, R., Knoop, V., Schuurman, H., & Wilmink, I. (2014). *Stedelijk Verkeersmanagement*. TrafficQuest. https://www.researchgate.net/profile/Henk-Taale/publication/275330039_Stedelijk_verkeersmanagement_-_Problemen_van_nu_en_oplossingsrichtingen_voor_de_toekomst/links/55376de80cf218056e955a67/Stedelijk-verkeersmanagement-Problemen-van-nu-en-oplossingsrichtingen-voor-de-toekomst.pdf

Jacobs, I. (2021). *PTV Group integreert eerste realtime verkeersmodel in VK.* Verkeersnet. Geraadpleegd in april 2022, van https://www.verkeersnet.nl/smart-mobility/38933/ptv-group-integreert-eerste-real-time-verkeersmodel-in-vk/

KNMI. (2022). *Weerstatistieken Eelde april 2022*. Weerstatistieken. Geraadpleegd in april 2022, van https://weerstatistieken.nl/eelde/2022/april

KNMI. (2022). *Weerstatistieken Eelde mei 2022*. Weerstatistieken. Geraadpleegd in mei 2022, van https://weerstatistieken.nl/eelde/2022/mei

Luppens, E. (2011). *Centrale 06* [Illustratie]. TrafficQuest. https://www.nm-magazine.nl/pdf/Toekomst_van_VM.pdf

Operatie Julianaplein Februari-mei 2022. (z.d.). Groningen Bereikbaar. Geraadpleegd in januari 2022, van https://www.groningenbereikbaar.nl/julianaplein

Oranjewoud. (2009). *Verkeersmodel Harderwijk*. https://www.planviewer.nl/imro/files/NL.IMRO.0243.BP00055-0004/tb_NL.IMRO.0243.BP00055-0004_16.pdf

Project Bureau Aanpak Ring Zuid. (z.d.). Aanpak Ring Zuid. Geraadpleegd in maart 2022, van https://www.aanpakringzuid.nl/

Ramdjan, A. (2021). *York eerste Britse stad met real-time vervoersmodel*. Mobiliteitsplatform. Geraadpleegd in april 2022, van https://www.mobiliteitsplatform.nl/artikel/york-eerste-britse-stad-met-real-time-vervoersmodel

Ramalingam, B., Barnett, I., Levy, A., Oppenheimer, C., & Valters, C. (2017). *Bridging the Gap: How Real-Time Data Can Contribute to Adaptive Management in International Development*. https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/15396/RTDAM_Briefing_Paper.pdf

Rijkswaterstaat. (s.d.). *Incidentmanagement: vlotte doorstroming van verkeer na pech of ongevallen*. Geraadpleegd in april 2022, van https://www.rijkswaterstaat.nl/wegen/wegbeheer/incidentmanagement

Rijkswaterstaat. (2017). *Uniforme werkwijze planners SPIN* (Versie 2.1). Rijkswaterstaat regio's/ VCNL.

Rijkswaterstaat. (2020). *Referentieprognoses 2021 NRM/LMS met basisjaar 2018* (Eindrapport Kalibratie, deel 1: Toetsdocument).

Royal HaskoningDHV. (2020). *Actualisatie verkeersmodel 2030 Beter Bereikbaar Wageningen*. https://www.commissiemer.nl/projectdocumenten/00006830.pdf

Royal HaskoningDHV. (2020). *Verkeersmodel Gemeente Woerden*. https://gemeenteraad.woerden.nl/Vergaderingen/Thema-avond/2020/11-juni/20:00/rapport-verkeersmodel-gemeente-woerden.pdf

Schmidt, S. (2021). *York als eerste Britse stad met real-time vervoersmodel*. PTV Group. Geraadpleegd in april 2022, van https://blog.ptvgroup.com/nl/stad-en-mobiliteit/real-time-vervoersmodel-york/

Van Beek, P. (2021). Proef met 'publiek-privaat verkeersmanagement' in Amsterdam-Zuidoost. *NM Magazine*. https://www.nm-magazine.nl/artikelen/proef-met-publiek-privaat-verkeersmanagement-in-amsterdam-zuidoost/

Van de Ven, L. R. W. (2007). *Automatische Incident Detectie met behulp van Meetlusgegevens*. https://puc.overheid.nl/PUC/Handlers/DownloadDocument.ashx?identifier=PUC_135341_31&versienummer=1

Wismans, L. (2020). Het regent nu, dus ik ga over een uur maar niet sporten. *Biind*. Geraadpleegd in april 2022, van https://www.biind.nl/blog/het-regent-nu-dus-ik-ga-over-een-uur-maar-niet-sporten

4cast B.V. (2011). *Verkeerskundige Analyse 130km/h* (P11_9010). https://yizi.info/download/pdftopptx

Bijlage 1 | Expertgesprekken

Deze bijlage bestaat uit zes verslagen van gehouden gesprekken met experts. De volgorde van de verslagen met de geïnterviewde is als volgt:

1. Joep Lax
2. Chris Verploegh
3. Edwin Papjes
4. Wilfred Yedema
5. Henri Gommans
6. Martijn Hoogenraad

Door te klikken op de naam van een van de experts verspringt de pagina automatisch naar het verslag met de betreffende persoon.

Expertgesprek Joep Lax

Geïnterviewde: Joep Lax
Beroep geïnterviewde: Verkeerskundige bij XTNT en betrokken geweest bij de marktconsultatie van MVVS
Datum: 17 februari 2022
Interviewer: Huub Ooijevaar

Verslag interview:

Joep Lax heeft op verzoek van Groningen Bereikbaar meegeholpen met het opstellen van het programma van eisen. Hij heeft daarom een goed beeld van hoe idealiter MVVS eruit moet zien. Aanleiding voor het MVVS is operatie Julianaplein. Met het model zou voorafgaande aan de operatie gekeken kunnen worden wat de impact is van de werkzaamheden, welke verkeersmaatregelen ingezet kunnen worden en waar problemen kunnen gaan ontstaan. Daarnaast zou het model ook tijdens de operatie voorspellingen moeten maken om eventuele files aan te zien komen en te voorkomen.

Volgens Lax is het doel van MVVS dat voorspeld kan worden wanneer en waar problemen ontstaan in het verkeer waarbij nog tijd is om te voorkomen dat die voorspelde problemen daadwerkelijk ontstaan.

Databronnen MVVS

Lax vertelde dat er twee databronnen op dit moment zijn. Databron één is een verkeersmodel dat een simulatie van de werkelijkheid maakt van verkeersstromen en verkeersmodaliteiten op de lange termijn. Op basis van demografische en technische ontwikkelingen voorspelt het model over vijf, tien, vijftien of twintig jaar wat er globaal gaat gebeuren. Het model kan voorspellen wat er gaat gebeuren als wegen worden afgesloten of als woningen en arbeidsplaatsen neergezet worden. De tweede databron is de datastroom van allerlei gegevens van het actuele verkeersbeeld. Een voorbeeld is Google Maps Traffic met daarop de vertragingen per wegvak. De gegevens hiervan zijn actueel, omdat hetgeen wat Google Maps Traffic laat zien nog geen drie minuten oud is. Volgens Lax wordt de data voor het heden aangenomen, maar wordt liever gezegd: twee minuten in het verleden. De oorspronkelijke opzet van MVVS was de twee databronnen te combineren.

Wanneer gepraat wordt over de data die MVVS gebruikt voor het simuleren van de live verkeerssituatie, wordt gesproken over data uit NDW meetlussen, data van de live locatie van bussen van het openbaar vervoer inclusief buslijn, vertragingstijd en verwachte aankomsttijd, Floating Car Data en V-log. Uit V-log blijkt de data van de verkeersstromen en groentijden op een kruispunt. Het geeft niet alleen de intensiteiten weer, maar ook de richtingen. In combinatie met de tijd kan de berekening worden gemaakt hoe lang de vertraging is voor een afstroomrichting.

Huidige verkeersmanagement

Lax vertelde dat het huidige reguliere verkeersmanagement bestaat uit het in de gaten houden van camerabeelden. Deze worden onder andere bekeken in de verkeerscentrale. Wanneer de werknemers daar een incident of ongewone stremming detecteren, kunnen zij direct ingrijpen. Heel vaak kan uit de camerabeelden niet volledig worden gezien wat er precies aan de hand is. Daarom worden er vaak weginspecteurs naar de betreffende situatie gestuurd voor een situatieanalyse. Met een goed beeld van de situatie kunnen vervolgens passende verkeersmanagementmaatregelen worden genomen.

Ideaal MVVS

Lax vertelde dat het ideaal zou zijn als minimaal één uur in de toekomst gekeken kan worden, in plaats van tot maximaal een half uur zoals nu de mogelijkheden reiken. Met minimaal een uur zou je meer kunnen doen om te voorkomen dat een file gaat ontstaan.

De oorspronkelijke wens voor MVVS was het maken van een actueel verkeersbeeld voor de auto, het openbaar vervoer en de fiets en een voorspelling hoe zich de verkeerssituatie gaat ontwikkelen in de komende uren. Ook zou de uitwisseling tussen modaliteiten moeten worden voorspeld. Op basis van de voorspelling zou geacteerd kunnen worden om eventuele verwachte stremmingen te voorkomen. De fiets in MVVS betrekken is uiteindelijk niet mogelijk gebleken, omdat van fietsers maar weinig data beschikbaar is. Fietsers zijn lastig te voorspellen of te sturen. Daarnaast houden fietsers zich minder goed aan verkeersregels dan automobilisten. Er zijn veel meer fietsers dan auto’s die door rood rijden bijvoorbeeld. Dat schopt het systeem door de war. Ook zitten fietsers vaak op dezelfde rijbaan als auto’s waardoor fietsers afzonderlijk moeilijk zijn te detecteren en modelleren. Daarom is uiteindelijk het niet mogelijk gebleken fietsers ook aan het verkeersmodel toe te voegen. Uitwisselingen tussen modaliteiten op korte termijn bleken ook lastig te modelleren.

Bij een markverkenning van dit oorspronkelijke MVVS kwam naar voren dat niet alle eisen in het programma van eisen realistisch waren. Er is daarom een MVVS Lite gemaakt op basis wat wel kan. Dit is nu het huidige MVVS.

Toch is Lax wel tevreden met wat MVVS Lite nu biedt. Zichtbaar is waar het verkeer nu rijdt en er kan een voorspelling worden gemaakt tot een half uur vooruit over hoe het verkeer zich ontwikkelt. Daarnaast is dit model erg vernieuwend in Nederland. Vanuit de redenatie dat er nu een functionerend model is, vindt Lax in dat opzicht dat het project wel geslaagd is.

Kanttekeningen proactief verkeersmanagement

Volgens Lax is een consequentie dat het hele systeem van verkeersmanagement opnieuw opgezet en ingedeeld moet worden. Dit gaat veel tijd vergen en moeite kosten. Daarnaast moet je ervoor waken dat niet alles volledig geautomatiseerd wordt. Er zitten risico’s aan het toepassen van een digitaal model. Het model moet alleen een signaal afgeven wanneer een bepaalde grenswaarde wordt overschreden. De mens moet zelf aan de knoppen kunnen blijven draaien. Mensen die ervoor gestudeerd hebben moeten altijd verantwoordelijk blijven. Het systeem moet ondersteunend zijn, het moet niet het gehele verkeersmanagement gaan overnemen.

Proactief planbaar verkeersmanagement

Lax voorziet dat bij proactief verkeersmanagement bij regelscenario’s vooraf worden ontwikkeld. Bij grote geplande werkzaamheden moeten allerlei scenario’s vooraf worden bedacht en doorgerekend. Voor al die scenario’s moet een plan klaarliggen dat op het moment van uitvoering van de werkzaamheden direct ingesteld kan worden. Er moeten dus vooraf zoveel mogelijk scenario’s gemaakt zijn om tijd te besparen wanneer de situatie uit de hand dreigt te lopen. Op basis van het online MVVS, wat een half uur vooruit kan kijken, kan dan worden bepaald wat de exacte verwachting is en welk scenario ingesteld moet worden.

Proactief incidentmanagement

Bij incidentmanagement is er geen tijd om verkeersmanagementmaatregelen te testen. Als er een vrachtwagen kantelt op de weg verandert de voorspelling ineens naar dat er over een half uur een grote file staat. Van tevoren zijn regelscenario's nodig, want om het moment dat een incident

plaatsvindt zal het langdurig werk zijn om verkeersmanagementmaatregelen uit te denken. Scenario's moeten dus worden ingezet om snel te kunnen acteren voordat het verkeer vastloopt. Zo'n scenario kan dan in de offline versie van MVVS gerund worden om te zien of het scenario gaat helpen of niet.

Lax vindt het belangrijkste dat MVVS in het proces een plek krijgt. MVVS moet in de workflow worden opgenomen. Er moet iemand tijd gaan krijgen om tijdens de spits en werkzaamheden naar MVVS te kijken en vooraf scenario's gaan ontwerpen/schrijven. Het is belangrijk wie met wie hoe moet communiceren. Als iemand kijkt naar MVVS en ziet dat het vast gaat lopen, moet diegene precies weten met wie contact opgenomen moet worden.

Expertgesprek Chris Verploegh

Geïnterviewde: Chris Verploegh
Beroep geïnterviewde: Verkeersmanager bij provincie Zuid-Holland
Datum: 28 februari 2022
Interviewer: Huub Ooijevaar

Verslag interview:

Huidig planbaar verkeersmanagement

Als verkeersmanager bij provincie Zuid-Holland houdt Verploegh zich bezig met planbaar verkeersmanagement op provinciale wegen. Dit splitst zich uit in grote planbare werkzaamheden met maanden tot jaren aan voorbereidingstijd, projecten waarvoor dag- of weekendafsluitingen nodig zijn en korte tijdelijke planbare werkzaamheden. Eigenlijk, in alle drie de vormen, zit Verploegh het liefst ver van tevoren aan tafel, zodat eisspecificaties of adviezen meegeven kunnen worden.

Voor de grote projecten is tegenwoordig een samenwerkingsverband tussen Rijkswaterstaat, de grote gemeenten in Zuid-Holland, haven Rotterdam en provincie Zuid-Holland, gaf Verploegh aan. Met deze groep wordt één keer per jaar een analyse gemaakt voor tien jaar vooruit. Het is belangrijk zoveel mogelijk informatie te hebben over toekomstige projecten. Vaak raken projecten namelijk provinciale wegen en moet er afstemming plaatsvinden. Verploegh maakt namens de provincie zelf de hinderinschatting en stelt de kaders voor een wegafsluiting bij werkzaamheden of projecten. In andere provincies komt het voor dat door een aanbesteding een particulier bedrijf de hinderinschatting maakt. Echter, bij provincie Zuid-Holland wordt dit zelf gedaan.

De communicatie die plaatsvindt voorafgaand aan wegwerkzaamheden of wegafsluitingen is met diverse personen. De verkeersmanager communiceert naar alle partijen die geraakt worden door de omleiding. Dit zijn gemeenten, Rijkswaterstaat en soms ook een waterschap. Verder moeten busmaatschappijen geïnformeerd worden als de afsluiting het lijnennet raakt en worden hulpdiensten altijd geïnformeerd. Als laatste wordt ook naar grote bedrijven gecommuniceerd. Grote bedrijven hebben veel vrachtverkeer en voor hen kan de impact groot zijn bij een wegafsluiting. De communicatie vindt plaats op meerdere manieren. De communicatie naar gemeenten, Rijkswaterschap en waterschappen vindt plaats via het programma MELVIN waarin afsluitingen en omleidingen staan op het hoofd- en onderliggend wegennet. Kleine gemeenten gebruiken niet altijd MELVIN en dan zal persoonlijk contact met hen opgenomen moeten worden.

Regelscenario's

Er zijn doorgaans weinig provinciale wegen die als ze afgesloten worden in het weekend, echt hinder veroorzaken. Als voorzien wordt dat er hinder gaat komen, zal de provincie zelf beheersmaatregelen of regelscenario's treffen. Dit zijn zowel mobiliteits- als verkeersmanagementmaatregelen. Wat betreft verkeersmanagement worden informatiesystemen gebruikt ter vooraankondiging van de afsluiting. Hiervoor worden DRIP's gebruikt die de verkeersdeelnemer informeert over een afsluiting. Verder kunnen regelsystemen als verkeerslichtenregeling en matrixborden worden gebruikt voor de begeleiding van het verkeer.

Voor afwijkende verkeerssituaties worden regelscenario's geschreven. Op provinciale wegen komt het nauwelijks voor dat de werkelijke verkeersdrukte afwijkt van de voorspelde verkeersdrukte. Wanneer dat wel gebeurt, zal er vanuit de verkeerscentrale worden gehandeld. Als Verploegh de afwijkende

verkeersdrukte heeft voorzien, wordt daar door één druk op de knop het vooraf geschreven regelscenario ingesteld. Als Verploegh afwijkende verkeersdrukte niet heeft voorzien, bijvoorbeeld door een ongeval op de omleidingsroute, zullen handmatig DRIP's ingeschakeld moeten worden en zal met de weginspecteurs contact moeten worden gezocht om de zaken alsnog te regelen.

Verder wijst Verploegh erop dat niet alleen het proces van het instellen van een regelscenario belangrijk is, maar dat ook het uitschakelen van het regelscenario niet mag worden vergeten. Wanneer een regelscenario actief is en verkeer over een omleiding geleid wordt, mag het niet zo zijn dat wanneer de hoofdrijbaan weer wordt vrijgegeven er nog een file staat op de omleidingsroute.

Wetgeving

De belangrijkste wetgeving voor het verkeersmanagement is volgens Verploegh de CROW 96A en 96B. Dit zijn uitvloeisels uit de wet. Als er een keer een misverstand is bij verkeersmanagement zullen deze boeken als eerst gepakt worden. Deze boeken worden er ook bijgehaald voor het beoordelen van een verkeersplan.

Proactief planbaar verkeersmanagement

Als verbeterpunt voor het huidige planbare verkeersmanagement ziet Verploegh kansen in de zogenaamde werkbare uren. Er zijn vaste afspraken wanneer wel en niet op bepaalde wegen gewerkt mag worden. Vaak mag in de spits niet gewerkt worden en 's nachts wel. Verploegh merkt dat op tijden waar niet gewerkt mag worden, het over het algemeen toch erg rustig kan zijn. Verploegh zou daarom meer variabele werkbare uren willen zien. Verploegh ziet daarin ook de potentie van een verkeersmodel. Aan de hand van de data van een real time gestuurd verkeersmodel zou achterhaald kunnen worden wanneer het wel en niet druk is. Hierop kunnen de werkbare uren worden ingericht of kan zelfs à la moment worden gezegd: 'Het is rustig, we kunnen daar nu een afzetting plaatsen en werk gaan uitvoeren'. De voorwaarde is wel dat flexibel werken binnen de mogelijkheden van de uitvoerder of aannemer liggen.

Een voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel voor de provincie klinkt voor Verploegh als een utopie. De aanschaf en onderhoud van zo een systeem kost veel geld en het provinciale wegennet is geen sluitend netwerk. Provinciale wegen zijn de schakels tussen hoofdwegen van Rijkswaterstaat en gemeentelijke wegen. Zo een verkeerssysteem weegt daarom niet op tegen de baten. Verploegh denkt dat voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel wel erg nuttig is voor een binnenstedelijk netwerk waarbij het gebied natuurlijk afgekaderd is en op het hoofdwegennet. Op het hoofdwegennet kan het nuttig zijn, door de strategie van Rijkswaterstaat: bij onderhoud, alleen over eigen wegen omleiden. Op zijn eigen manier is daarom het hoofdwegennet ook sluitend en zou een voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel daar ook goed kunnen werken. Voor het eventueel gebruik van een real time datagestuurd verkeersmodel val je als provincie met de provinciale wegen een beetje tussen wal en schip.

Verploegh wijst ook op een mogelijk gevaar van het werken met een voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel. Zijn ervaring is dat de verkeersmanager of wegverkeersleider altijd even moet checken of het klopt wat de data suggereert. Er kunnen altijd omstandigheden voorkomen waarbij het lijkt alsof er iets aan de hand is, maar in werkelijkheid dit niet het geval is. Een gevaar vindt Verploegh dat het verkeersmanagement volledig geautomatiseerd wordt, zonder controle van de mens.

Expertgesprek Edwin Papjes

Geïnterviewde: Edwin Papjes
Beroep geïnterviewde: Projectmanager voor de realisatie van MVVS bij Groningen Bereikbaar en Gemeente Groningen
Datum: 1 maart 2022
Interviewer: Huub Ooijevaar

Verslag interview:

Als projectleider voor MVVS is het Papjes zijn taak dat MVVS bestaat en werkt. Nu het instrument er is, is de vervolgstap dat MVVS een plek krijgt in de processen van het verkeersmanagement in Groningen.

MVVS

Het systeem bestaat grofweg uit vier onderdelen vertelde Papjes. Het eerste deel is het online programma. Dit is het live verkeersmodel wat zichtbaar is met internet dat het actuele verkeersaanbod weergeeft in Groningen en ook tot dertig minuten vooruit een voorspelling kan maken van de verwachte verkeersstromen. Het tweede deel is het offline programma. Dit is eigenlijk een gewoon verkeersmodel wat draait in OmniTRANS waar handmatig wijzigingen in het model kunnen worden aangebracht en doorgerekend. Het derde onderdeel is de Snapshot functie. Momenteel (begin maart 2022) werkt dit technisch nog niet lekker. Op korte termijn zal deze functie wel moeten gaan werken. Het is de bedoeling dat met een Snapshot de live verkeerssituatie in het online MVVS overgezet kan worden naar de offline MVVS in OmniTRANS. Zo kunnen in de offline versie verkeersmanagement-maatregelen worden getroffen en worden doorgerekend met de nagenoeg live verkeerssituatie. Het vierde onderdeel is de koppeling tussen het verkeersmodel en het netwerkmanagementsysteem. Nu gebeurt dit door het inwinnen van gegevens waardoor een actueel verkeersbeeld ontstaat en berekend kan worden wat de mate van impact van het verkeer is op het wegennet. Op basis van die impactberekening kan een regelscenario worden ontwikkeld. Het regelscenario komt terecht bij de verkeerscentrale. Voor Groningen zit de centrale in Wolfheze. Platweg gezegd activeren en deactiveren ze daar de regelscenario's in het netwerkmanagementsysteem. Op deze manier wordt MVVS nu gekoppeld aan het netwerkmanagementsysteem.

Veranderde verkeerssituatie

Papjes gaf aan dat voor operatie Julianaplein elke week de verkeerssituatie weer anders is. Er zijn continu grote verkeerskundige ingrepen op meerdere plekken aan de weg. Er is dus geen sprake van een reguliere situatie, omdat het verkeer van week tot week anders is. Continu wordt de situatie bijgesteld. Dat bijstellen wordt gedaan op basis van observaties en voorspellingen over waar wachtrijen ontstaan. Waar MVVS in dit verhaal behulpzaam kan zijn, is in het voorspellen van de wachtrijen. Op basis van de voorziene wachtrij kunnen dan al verkeersmanagementmaatregelen getroffen worden. De online versie van MVVS geeft de voorspelling over een half uur. Op basis van eigen kennis en inzicht moet beslist worden wat in het geval van stremmingen hieraan gedaan moet worden. Op basis van de offline versie van MVVS kunnen de verwachte werkzaamheden en afsluitingen al weken van tevoren in MVVS worden gezet om te kijken waar de wachtrijen zich vormen. Voor de verwachte stremmingen worden regelscenario's gemaakt die ingezet kunnen worden voor wanneer in de praktijksituatie de stremmingen dreigen te ontstaan.

Papjes geeft aan dat het ideaal zou zijn als in het half uur van de voorspelling eigen kennis en inzicht van de verkeersmanager of wegverkeersleider ook nog getoetst zou kunnen worden in het offline model door middel van de Snapshot functie. Papjes zijn droom is dat er een kunstmatige intelligentie achter het verkeersmodel wordt gezet die niet alleen laat zien en kan voorspellen wat de verkeerssituatie is en wordt, maar ook kan adviseren welk regelscenario ingezet moet worden ingezet met complete groentijden van verkeerlichtenregelingen in de adviezen en dit ook bijstelt op basis van de verwachtingen.

Toch stelt Papjes ook dat dit alles mensenwerk blijft. Het is techniek en daarachter blijven mensen zitten die beslissingen moeten maken over de te nemen maatregelen. Het is daarom belangrijk dat mensen altijd in het proces betrokken blijven en er bij stil wordt gestaan wat er van deze mensen wordt gevraagd en wat deze mensen nodig hebben.

Communicatie en regelscenario's

Papjes geeft aan dat de monitoring van de wegen in Groningen gedaan worden door zowel mensen van Groningen Bereikbaar zelf, verkeerscentrale Wolfheze en Verkeerscentrum Nederland bij verkeercentrale Utrecht. De monitoring bestaat uit het monitoren van het online MVVS en cameraobservatie. De communicatie in deze driehoeksverhouding is altijd telefonisch wanneer stremmingen uit de hand lijken te lopen. Verder is er een grote appgroep waarin alle betrokken partijen zitten, zoals ook het openbaar vervoer en de hulpdiensten. In deze appgroep worden de stremmingen en verkeersmanagementmaatregelen besproken. Eigenlijk vindt in deze appgroep het overleg plaats.

Wanneer een regelscenario ontwikkeld is, dient dit naar de verkeerscentrales te gaan die het dan wel of niet kunnen inzetten indien dat nodig wordt geacht. Het regelscenario is een PDF met in het begin wat de stremming is, het regeldoel, de hinderopgave en benodigde materialen en attributen. Vervolgens bestaat het regelscenario uit schakelingen. Dat is vaak weergegeven in de kaart van het projectgebied. In een stroomschema is precies uitgeschreven onder welke condities wanneer welke handeling gedaan moet worden. Onder de schakelingen kunnen ook weer subschakelingen zitten voor wanneer er bijvoorbeeld een ongeval gebeurt op een omleiding of verkeer in tegenovergestelde richting ook vastloopt. Door de verkeerscentrale worden deze handelingen voorgeprogrammeerd in het netwerkmanagementsysteem. Op deze manier wordt de tekst in het PDF vertaald in allemaal vinkjes en parameters in dat systeem. De verkeerscentrale kan wanneer het moment daar is, dan het betreffende regelscenarionummer aanvinken die in één keer het regelscenario doet activeren.

Het moment voor het inschakelen van een regelscenario kan op twee manieren gebeuren. De eerste manier is een automatisch tijdgegenereerde manier. Bijvoorbeeld dat elke ochtend om 7 uur voor drie uur lang verkeerslicht Y een bepaalde richting meer groen geeft. De tweede manier is door een trigger. Deze trigger kan komen van iemand die de verkeerssituatie monitort. Een toezichthouder belt de verkeerscentrale op met het verzoek tot inschakeling van regelscenario X, schakeling XY.

MVVS voor incidentmanagement

Papjes ziet ook mogelijkheden van het gebruik van MVVS binnen het incidentmanagement. MVVS kan aan de hand van data ongewone situaties boven water halen. Als er ergens bijvoorbeeld nul intensiteiten zijn of de snelheid erg laag is, waar dit normaal gesproken niet het geval is, heeft het verkeersmodel in potentie een ongeval gedetecteerd. Het model zou in theorie sneller een incident kunnen detecteren dan dat er via de politie of weginspecteur een melding binnenkomt. Echter, er blijft menselijke intelligentie nodig om de oorzaak van het incident te achterhalen en de ernst van de situatie

juist te beoordelen. Het MVVS kan behulpzaam zijn in het snel achterhalen van een incident, waardoor sneller veiligheids- en verkeersmanagementmaatregelen kunnen worden genomen.

Expertgesprek Wilfred Yedema

Geïnterviewde: Wilfred Yedema
Beroep geïnterviewde: VRI-specialist bij Groningen Bereikbaar en Gemeente Groningen
Datum: 4 maart 2022
Interviewer: Huub Ooijevaar

Interviewverslag:

Wilfred Yedema is VRI-specialist. Hij heeft de regie over de verkeerslichten in gemeente Groningen en heeft de bevoegdheid aanpassingen te doen aan de verkeerslichtenregelingen ter bevordering van het verkeer. Daarmee heeft Yedema een belangrijke functie in het verkeersmanagement van gemeente Groningen.

Communicatie

Voor geplande werkzaamheden of evenementen worden onder andere regelscenario's ingezet vertelde Yedema. Op basis van de verwachte stromen kunnen VRI-instellingen worden aangepast in regelscenario's. In het proces van de inzet van regelscenario's die ook VRI's treffen is Yedema wel vroeg betrokken. De communicatie tussen de verkeersmanager en Yedema als VRI-specialist is vaak fysiek. Ze gaan dan even ervoor zitten om het over scenario's te hebben en wat er de komende tijd spelen gaat op zowel korte als lange termijn. Ook de provincie zit hierbij aan tafel, omdat de provincie ook een VRI-specialist in huis heeft die gaat over het functioneren van de provinciale verkeerslichten.

Verder stipt Yedema aan dat het erg fijn is dat alle partijen gebruik maken van hetzelfde netwerkmanagementsysteem. Dat is makkelijk in de onderlinge communicatie, omdat iedereen bekend is met het programma.

Ook zit Yedema in een appgroep waarbij alle verkeersmanagementmaatregelen worden besproken en stremmingen in Groningen worden gemeld. Aan de hand van de meldingen in de groep kan Yedema bepaalde verkeerslichten aanpassen om stremmingen op te lossen of voor te zijn.

Incidentmanagement

Incidentmanagement zit niet standaard in Yedema zijn takenpakket. Echter, wanneer er een incident plaatsvindt waar geen regelscenario voor is geschreven, zal toch het verkeer in goede banen geleid moeten worden. Uit loyaliteit en als betrokken medewerker gaat Yedema dan aan de slag samen met de verkeersmanager, zelfs wanneer Yedema het niet zijn kantooruren zijn. Officieel komt Yedema dus niet voor in het incidentmanagementproces. Dit zou ook niet nodig hoeven zijn als elke situatie gedekt is met een regelscenario. In dat geval kan met een druk op de knop vanuit de verkeerscentrale een aantal VRI-schakelingen actief worden gemaakt. Echter, er komen volgens Yedema genoeg situaties voor waar geen regelscenario voor is geschreven. Yedema gaat dan vrijwillig aan het werk om het verkeer alsnog in goede banen te leiden. Hij plant wel eens in dat hij standby staat voor het geval dat er iets gebeurt en hij in moet grijpen als VRI-specialist. In een ultieme situatie wijst Yedema erop dat het ideaal zou zijn als er continu iemand paraat zou staan om in te grijpen wanneer nodig.

In enige mate is het werk van een VRI-specialist al voor te bereiden. Door middel van voorbereide schakelingen kan het verkeer vrijwel direct goed begeleid worden wanneer dat nodig is. Toch kan het verkeer anders lopen dan voorspeld en zal bijgeschakeld moeten worden of waarden van verkeersregelingen veranderd moeten worden. Dus ook wanneer er voorbereidingen zijn getroffen,

zal er altijd iemand alert moeten blijven of de getroffen voorbereidingen voldoende zijn om het verkeer in goede banen te leiden.

Wetgeving

Er is geen bepaalde wetgeving waarmee Yedema rekening hoeft te houden. Hij is bevoegd om wijzigingen in VRI's door te voeren. Daarmee kan Yedema op ieder moment bijvoorbeeld de groentijden en richtingen aanpassen van een VRI. Natuurlijk kan Yedema niet zomaar alles maken, er is op de verkeerslichten wel een bewakingsfase actief. Stel dat één richting alleen maar groen licht krijgt en alle andere richtingen zien alleen maar rood licht, dan realiseert de VRI zich 'Maar ho is even, dit kan niet' en gaat de VRI knipperen.

Het belangrijkste waar Yedema op moet letten bij het wijzigen van een VRI is dat de cyclustijd niet overschreden wordt. Wanneer een richting extra groen krijgt, zal een andere richting op groentijd gekort moeten worden.

Doseerlichten en iVRI's

Er zijn in Groningen geen toeritdoseerinstallaties vertelde Yedema. Wel zijn er doseerlichten die ervoor kunnen zorgen dat stroomafwaarts de doorstroming goed blijft. Dit zijn verkeerslichten die het verkeer tegen kunnen houden midden op de weg, dus niet bij een kruispunt. Na operatie Julianaplein zullen er ook geen toeritdoseerinstallaties in Groningen worden toegepast. Wel zullen sommige doseerlichten aanblijven of zal in bestaande VRI's een doseersoftware worden toegepast.

In Gemeente Groningen staan negen VRI's. En in totaal zijn er zeventien iVRI's in de regio. In principe hoeven er nooit aanpassingen gedaan te worden aan iVRI's, omdat de VRI's intelligent zijn en met hun intelligentie ervoor kunnen zorgen dat elke richting op basis van het verkeersaanbod de juiste hoeveelheid groen krijgt voor een optimale doorstroming. In theorie zouden dus geen regelscenario's nodig hoeven zijn bij een iVRI. Echter, Yedema heeft hier wel een sterke mening over. Het kan namelijk zo zijn dat op basis van bepaald beleid bewust ergens een file wordt gecreëerd bij een VRI om stroomafwaarts te zorgen dat de doorstroming in orde blijft voor bijvoorbeeld bussen of hulpdiensten. Maar een iVRI wil optimale doorstroming voor het betreffende kruispunt en zal proberen een file weg proberen te werken. Echter, dat is niet altijd de beste optie, omdat dan een belangrijker kruispunt verderop vast kan lopen. Soms is bewust een korte file creëren voor een VRI de beste keuze om het ergens anders niet uit de hand te laten lopen. Een iVRI kent dit principe niet en daarom is Yedema niet direct een voorstander van iVRI's.

Verbeterpunt proces

Verkeersmanagers nemen contact op met Yedema bij werkzaamheden om te kijken naar wat er gedaan kan worden om bepaalde verkeerslichtenregelingen aan te passen ten gunste van de doorstroming van het verkeer. Yedema geeft ook aan dat het wel eens mis gaat. Er is dan geen afstemming gezocht met hem terwijl er dan werkzaamheden zijn in de buurt van een verkeerslicht. Dan worden opeens lussen uitgeschakeld en wordt Yedema daarmee overvallen.

Yedema stelt ook dat hij behoefte heeft aan een VRI-beleid in de gemeente Groningen. De ene keer komt een vertegenwoordiger van fietsers bij hem langs om te vragen of de fietsers meer groen kunnen krijgen op een bepaald kruispunt en de andere keer komt een busmaatschappijvertegenwoordiger langs om ditzelfde te vragen voor het openbaar vervoer. Yedema kan natuurlijk niet allebei meer groen geven. Er is geen duidelijk beleid wie meer groentijd verdient. Daarom heeft Yedema behoefte aan een gemeentelijk VRI-beleid, zodat Yedema daar op kan terugvallen bij dit soort kwesties.

Proactief verkeersmanagement

Bij het werken met het online en offline MVVS zou het volgens Yedema ideaal zijn als er nog een triggerwarning wordt toegevoegd aan het systeem. Nu moet een mens zelf erop letten wanneer ergens een stremming ontstaat. Yedema heeft het liefst dat een markerpointer op de kaart verschijnt wanneer een bepaalde grenswaarde wordt overschreden, zodat direct zichtbaar is waar iets moet gebeuren.

Volgens Yedema is het mogelijk om binnen een voorspelling van een half uur de instellingen van een VRI te wijzigen wanneer dat vereist is in het belang van de verkeerssituatie. Echter, beheersmatig is lastig binnen een half uur, omdat Yedema wel alles goed moet documenteren wat hij heeft aangepast. Yedema suggereert dat beter een regelscenario ingezet kan worden. Dat is à la minuut ingesteld.

Momenteel wordt op basis van eigen kennis en inzicht een keuze gemaakt wat veranderd moet worden of welk regelscenario met welke schakeling moet worden ingezet. Het zou ideaal zijn als er nog tijd is om de keuze van de te nemen maatregel in de offline versie van MVVS te toetsen om er meer zeker van te zijn dat te verkeersmanagementmaatregel zal werken. Voordat dit mogelijk is, zal men wel eerst goed moeten leren kunnen omgaan met OmniTRANS, verteld Yedema.

Expertgesprek Henri Gommans

Geïnterviewde: Henri Gommans
Beroep geïnterviewde: Wegverkeersleider bij Rijkswaterstaat
Datum: 10 maart 2022
Interviewer: Huub Ooijevaar

Verslag interview:

Gommans is wegverkeersleider bij Rijkswaterstaat. Als wegverkeersleider is Gommans direct betrokken bij het verkeersmanagementproces. Hij heeft de bevoegdheid en ervaring om verkeersmanagementmaatregelen te treffen ter bevordering van de doorstroming en veiligheid van het verkeer.

Informatiebronnen

Gommans vertelde dat er verschillende informatiebronnen voor het verkeersmanagement op Rijkswegen zijn. Er zijn vijf verkeerscentrales in Nederland waarvan drie verkeerscentrales bijna alle wegen in beheer van Rijkswaterstaat op camerabeelden hebben. Dit zijn verkeerscentrales Velzen, Utrecht en Rhoon. Voor verkeerscentrale Wolfheze en Helmond geldt dit niet. Wanneer er camera's tot de beschikking zijn, worden deze op de weg gericht en wordt op deze manier een ongeval of een pechgeval in beeld gebracht. Wanneer er geen camera's zijn, is een wegverkeersleider afhankelijk van meldingen en signalering. De signalering bestaat hierbij uit meetlussen in het wegdek. De meeste meldingen komen binnen van de politiemeldkamers (112) en via de weginspecteurs. Daarnaast komt nog een kleiner aantal meldingen binnen via het 0800-nummer van Rijkswaterstaat. Ook hebben wegverkeersleiders toegang tot de informatie van Waze en Flitsmeister (Floating Car Data) waar ongevallen, gevaarlijke situaties en vertragingen gemeld worden. Wanneer er op de weg iets gebeurt, is dat direct zichtbaar voor de wegverkeersleider. De signalering is zichtbaar op het scherm waar matrixborden bediend kunnen worden. Op het scherm is een verkleuring te zien boven het wegdeel waar langzamer wordt gereden. Daarnaast is er nog een lijstje waar de portalen één voor één met hectometrering zijn opgesomd. Op spitsstroken en in tunnels wordt extra geattendeerd, omdat er op die trajecten een verhoogd risico zit.

Er is geen bepaald programma waarop al deze bronnen gebundeld zijn. De wegverkeersleider heeft veel verschillende schermen en monitoren. Hierom gebruikt hij nu en voorlopig nog veel losse informatiesystemen in zijn werk. Er is weleens gekeken naar een Common Operational Picture. Dit zou een systeem moeten zijn van niet alleen Rijkswaterstaat, maar dat ook deelbaar is met de partners van Rijkswaterstaat zoals de hulpdiensten. Maar op dit moment is dat er nog niet.

Regelscenario's

Een regelscenario wordt hoofdzakelijk gebruikt bij speciale omstandigheden, zoals wegwerkzaamheden en evenementen. Voor het instellen van een omleiding wordt gekeken op omleidingsroutes.nl. Als de vertraging op een bepaald wegvak dusdanig groot wordt, dan is het zinvol om om te leiden. Via omleidingsroutes.nl kan de wegverkeersleider zien welke omleiding (welk nummer van de omleiding) ingezet moet worden. Hier zitten twee scenario's in. De eerste is voor als een weg helemaal is afgesloten en de ander is voor als er beperkte hinder op de weg is. De hinder kan zowel door wegwerkzaamheden of een incident komen.

Gommans gaf aan dat voor grote wegwerkzaamheden met grote afsluitingen vaak wel een regelscenario klaar ligt. Op basis van triggers wordt gewerkt in het netwerkmanagementsysteem. Zodra in het netwerkmanagementsysteem een scenario wordt ingezet betreft dat niet alleen activatie van DRIP's langs de weg, maar kan het ook zijn dat op het onderliggend wegennet er met VRI's wordt geschakeld. Bepaalde verkeersstromen krijgen meer groentijd. Zo worden verkeersmanagement-maatregelen niet alleen op het hoofdwegennet, maar ook op het onderliggend wegennet genomen. Zowel regelsystemen als informatiesystemen worden dan gebruikt, waarvan de informatiesystemen meer op het hoofdwegennet. Grootschalige omleidingen gaan over het hoofdwegennet van knooppunt naar knooppunt, maar er zijn ook mensen die deze omleidingen negeren en langer door blijven rijden en uiteindelijk via het onderliggend wegennet afgewikkeld moeten worden. En daarvoor worden veel U-routes gebruikt.

Op het moment dat de vertragingstijd lager wordt dan de omrijdtijd, worden regelscenario's en omleidingen weer opgeheven. Het moet wel zinvol zijn dat mensen omrijden. Het is mogelijk de omleiding te laten staan om te proberen zoveel mogelijk mensen bij het incident weg te houden. Daar zijn geen harde voorwaarden voor, dat is een stukje gevoel en ervaring wat een wegverkeersleider moet hebben. Gommans geeft aan dat er wel op basis van voorwaarden gehandeld zou kunnen worden. Er zouden dan triggers ingebouwd worden bij wegwerkzaamheden, waar op basis referentiewaarden gehandeld kan worden.

Proces huidig incidentmanagement

Na het waarnemen van een incident via signalering of camera's, is de eerste taak van de wegverkeersleider het veiligstellen van het ongeval. Gommans kijkt of hij één of meerdere rijstroken moet onttrekken van de rijbaan om veiligheid te creëren voor de betrokkenen bij het ongeval. Wanneer het een ongeval op de rijbaan is, stuurt Gommans een weginspecteur die ter plaatse het verkeer kan aansturen. Het sturen van een weginspecteur naar de locatie gebeurt geheel digitaal. Ook kan Gommans met een druk op de knop een bergingsvoertuig laten rijden. Als het ongeval is veiliggesteld is de volgende stap het informeren van de hulpdiensten. Deze communicatie gaat momenteel nog telefonisch, maar er wordt gekeken om in de toekomst via GMS, het Gemeenschappelijk Meldkamer Systeem, de informatie uit te wisselen. Ondertussen houdt Gommans contact met de weginspecteur en overlegt of omleidingen nodig zijn. Indien omleidingen nodig zijn, kan op omleidingsroutes.nl het betreffende afgesloten wegvak worden aangeklikt. Meteen is te zien welke omleiding dan ingezet moet worden. Dit is een voorbereid scenario wat de wegverkeersleider kan activeren in het netwerkmanagementsysteem. Tot een jaar of zeven of acht geleden moest Gommans de DRIP's handmatig nog programmeren bij het instellen van een omleiding. Met de komst van regelscenario's gaat dit nu met één druk op de knop. Op het moment dat een maatregel op de weg geplaatst wordt die file oplevert stellen de wegverkeersleiders ook Verkeerscentrum Nederland in kennis. Verkeerscentrum Nederland zit in Utrecht. Dat is eigenlijk de overkoepelende verkeerscentrale. Zij hebben contact met de serviceproviders, zoals ANWB, waarnaar zij informatie over de file verstrekken. Bij de grote incidenten wordt ook het regionale crisisteam op de hoogte gesteld dat er een calamiteit is of weer voorbij is en de weg weer is vrijgegeven. Wanneer de weg weer is vrijgegeven is er wederom contact met Verkeerscentrum Nederland om dit aan te geven.

Bovenstaande procesbeschrijving gaat uit van een situatie in de signalering of in camerabeeld. Wanneer het ongeval niet zichtbaar is voor de wegverkeersleider, ontvangt de wegverkeersleider een telefoontje van de politiemeldkamer dat ergens een ongeval is gebeurd. Gommans stuurt de weginspecteur samen met de berger naar de ongevalslocatie en moet wachten totdat zij of de hulpdiensten ter plaatse zijn, zodat zij Gommans een beeld kunnen geven van de situatie. Pas dan, kan Gommans verkeersmanagementmaatregelen nemen om een stukje veiligheid te creëren.

Als verbeterpunt geeft Gommans aan dat het verkeersmanagementproces geheel digitaal zou moeten kunnen, zonder mondelinge communicatie. Belletjes zijn namelijk tijdrovend. Zeker, wanneer je bedenkt dat met de politiemeldkamer wel tientallen keren per dag contact is.

Proces huidig regulier verkeersmanagement

In het dagelijks werk worden voor files die ontstaan door drukte in de spits geen bijzondere verkeersmanagementmaatregelen genomen. De enige verkeersmanagementmaatregel bij reguliere files zijn het openstellen van spitsstroken. Bij reguliere files onderneemt Gommans verder geen actie.

Het hangt af van de oorzaak van de file of de wegverkeersleider probeert de weg zo snel mogelijk weer vrij te krijgen. Bij een reguliere file, zal niet direct actie ondernomen worden. Als het gaat om een pechgeval of andere oorzaak, zal Gommans proberen de weg zo snel mogelijk weer vrij te maken waarbij de veiligheid van de betrokkenen bij het pechgeval voorop staat.

Proactief verkeersmanagement

Wanneer aan de hand van een voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel voorspeld wordt dat over een half uur ergens file ontstaat, stelt Gommans dat het enige wat gedaan kan worden, vooraf een omleidingsroute instellen is. Maar omdat met reguliere files niet veel gedaan wordt deze op te lossen, ziet Gommans geen verdere voordelen in een proactief verkeersmanagementsysteem. Gommans stelt dat, wanneer hij om zeven uur achter zijn bureau zit, hij ook wel kan voorspellen waar een uur later files staan. Het is een gegeven dat het wegennet op bepaalde momenten op een dag gewoon volloopt. Echter, met reguliere files kan Gommans niet veel en heeft een proactief verkeersmanagementsysteem voor regulier verkeersmanagement geen verdere meerwaarde volgens Gommans.

Gommans ziet wel meerwaarde in een voorspellend verkeersmodel bij planbaar verkeersmanagement. Bij geplande werkzaamheden of evenementen kan in dat model een stuk weg worden afgesloten en kan met dat model gekeken worden wat het verkeer dan doet. Op basis van de verwachte verkeersstromen kunnen regelscenario’s worden ontwikkeld om het verkeer goed te begeleiden.

Expertgesprek Martijn Hoogenraad

Geïnterviewde: Martijn Hoogenraad
Beroep geïnterviewde: Verkeersmanager bij Groningen Bereikbaar en adviseur bij BonoTraffics B.V.
Datum: 1 april 2022
Interviewer: Huub Ooijevaar

Verslag interview:

De rol als verkeersmanager van Martijn Hoogenraad bij Groningen Bereikbaar bestaat vooral uit werkzaamheden aan de voorkant van het verkeersmanagementproces. Bij de uitvoering van wegwerkzaamheden zit Hoogenraad in de monitoring kant. Hoogenraad is niet de persoon die aan de knoppen zit en zelf verkeersmaatregelen instelt. Wel houdt hij in de gaten wat er gebeurt op wegen en kruispunten; het regulier verkeersmanagement. Hoogenraad kijkt hoe het verkeer zich gedraagt en daar haalt hij patronen uit. Dat patroon probeert hij te koppelen aan reistijden en intensiteiten. Op basis daarvan komt Hoogenraad met een oordeel of verkeersmanagementmaatregelen nodig zijn. De monitoring van de weg gebeurt door middel van videocamera's.

Huidig incidentmanagement en regulier verkeersmanagement

Hoogenraad vertelde dat bij het huidig verkeersmanagement gebruikt wordt gemaakt van een scenarioboek. Elk betrokken persoon in het verkeersmanagement weet precies welke verkeersmaatregel moet worden genomen wanneer wat gebeurt. Dit proces is echter minder vast als het verkeer aangestuurd zou worden met MVVS. Dan is het verkeersmanagement veel dynamischer. Voor het effect van het verkeersmanagement zou dit beter zijn denkt Hoogenraad. Echter, zijn ervaring is dat afspraken maken met de overheid over een nieuwe werkwijze van verkeersmanagement stroef zal gaan. Hoogenraad is van mening dat bij de overheid er nog wel eens gewerkt wordt met verouderde processen. Wanneer het verkeersmanagement door MVVS dynamischer wordt, moet deze vaste uitgeschreven regels en stappen meer worden losgelaten. Hoogenraad denkt dat voor dit nieuwe proces het belangrijk is dat de overheid ook de meerwaarde van het nieuwe verkeersmanagement gaat inzien.

De verkeerscentrale in Utrecht houdt zich vooral bezig met de monitoring van het regulier verkeersmanagement vertelde Hoogenraad. De verkeerscentrale valt onder het bedrijf MAP Traffic Management B.V.. Ze maken twee keer per dag een verslag van het verkeersmanagement. De verkeerscentrale van MapTM heeft ook het contact met een berger als zij een incident detecteren. Het incidentmanagementnetwerk in Groningen is best uitgebreid. Op het moment dat er ergens een incident is, dan wordt door de verkeerscentrale in Utrecht (VC MAP) de politie gebeld. De politie belt naar de verkeerscentrale in Wolfheze. Die regelt de afhandeling verder. Er zijn ook wegen in Groningen die niet in het beheer van Rijkswaterstaat vallen wat betreft incidentmanagement. Gezien de tijd en de kosten is op bepaalde wegen direct contact tussen een stand-bystaande berger in Groningen en de politie. De berger wordt dan niet door de verkeerscentrale Wolfheze aangestuurd, maar door de politie.

Als Hoogenraad een incident detecteert, belt of appt hij VC MAP. In de communicatie geeft Hoogenraad de locatie van het incident door. VC MAP belt vervolgens naar de verkeerscentrale in Wolfheze. Zij sturen dan een weginspecteur en berger zo nodig.

Communicatie

Hoogenraad heeft te maken met Verkeerscentrale Wolfheze en RoyalHaskoning DHV bij planbaar verkeersmanagement. RoyalHaskoning DHV is namelijk de partij die het contract heeft over het maken van regelscenario's voor Ring Zuid. Eén keer in de week is overleg Team Dynamische Maatregelen. Hier zit de aannemer, het wegendistrict van Rijkwaterstaat, Verkeerscentrale Wolfheze, RoyalHaskoning DHV en Groningen Bereikbaar bij. Hierbij spreken ze wat voor regelscenario's met welke schakelingen er nodig zijn.

Verbeterpunt huidig verkeersmanagement en kansen proactief verkeersmanagement

Hoogenraad vindt het huidige verkeersmanagement verouderd. Het systeem is oud, maar daar wordt nog steeds aan vastgehouden, omdat de overheid vasthoud aan de richtlijnen. Hoogenraad benoemt dat er moeilijk geschakeld wordt wanneer het verkeer zich anders gedraagt dan voorspelt bij werkzaamheden. Er kan dan binnen een vaste schakeling moeilijk geschakeld worden naar een ander scenario. Als dan vanwege de andere verkeerssituatie gebeld wordt naar verkeerscentrale Wolfheze, hebben de wegverkeersleiders in Wolfheze niet altijd een ander in te zetten regelscenario paraat. Er ontbreken dus schakelingen in regelscenario's volgens Hoogenraad. Lang niet alle situaties zijn in het huidige verkeersmanagement gedekt.

Hoogenraad ziet meerwaarde in het gebruik van MVVS voor deze beperking. Met de halfuurvoorspelling van MVVS kan ander gedrag van het verkeer worden voorspelt en daarnaar kan worden geacteerd met verkeersmanagementmaatregelen. Echter, Hoogenraad denkt dat een halfuur te kort is om volledig het verkeer te kunnen opvangen. Toch denkt Hoogenraad wel dat er uiteindelijk naar proactief verkeersmanagement wordt toegegaan. Verkeersmanagement werkt alleen wanneer precies duidelijk is waar nog ruimte is in het wegennet. Hoogenraad legt uit dat vooral bij het verkeersspreiding het belangrijk is om de real time verkeersituatie te weten. Alleen dan kan het verkeer over de juiste wegen waar het nog rustig is worden begeleid. Hoogenraad vindt dat er in een ideale situatie iemand continu MVVS voorspellingen aan het uitvoeren moet zijn en dat er een trigger automatisch afgaat als ergens file lijkt te ontstaan. Dit zou dan idealiter gekoppeld moeten worden aan het verkeersmanagementsysteem wat Rijkswaterstaat gebruikt zodat er direct een geschikt regelscenario ingezet kan worden.

Daarnaast denkt Hoogenraad dat de monitoring van het voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel het best gedaan kan worden door de wegverkeersleider in de verkeerscentrale. Het voorspellend, real time datagestuurd verkeersmodel zou dan direct technisch gekoppeld kunnen worden aan het netwerkmanagementsysteem. Er hoeft dan geen communicatie plaats te vinden tussen een verkeersmanager en de verkeerscentrale. De wegverkeersleider in de verkeerscentrale kan zelf de situatie monitoren en ingrijpen wanneer nodig. Op deze manier wordt een stap weggelaten in het huidige verkeersmanagementproces dat aanzienlijk tijd kan schelen. Door de snellere inzet van verkeersmanagementmaatregelen zal de bereikbaarheid en veiligheid van het verkeer verbeteren.

Bijlage 2 | Hindercategorie

Hindercategoriematrix op basis van hinderklasse en aantal gehinderden						
		<1000	<10.000	<100.000	<1.000.000	>1.000.000
Hinderklasse 0: Geen hinder	-					
Hinderklasse 1: Kleine hinder	Geen file: vertraging < 5 minuten	E	E	D	C	B
Hinderklasse 2: Matige hinder	5 tot 10 minuten vertraging door file of omrijden	D	D	C	C	B
Hinderklasse 3: Grote hinder	10 tot 30 minuten vertraging door file of omrijden	C	C	B	A	A
Hinderklasse 4: Zeer grote hinder	> 30 minuten vertraging door file of omrijden	C	B	B	A	A

Tabel 10: Hindercategoriematrix. Overgenomen uit: Universele Werkwijze Planners SPIN (Rijkswaterstaat, 2017)

Type	Aanvraagtermijn
Verkeersmanagement:	• Bij de start van een nieuw contract. Bij grote projecten ook faseringsplan
SLOT	• Termijn SLOT in concept ingediend: Hindercategorie A: 29 weken voor start uitvoering Hindercategorie B: 15 weken voor start uitvoering Hindercategorie C: 8 weken voor start uitvoering • Termijn vastgesteld in SPIN/geaccepteerd: Hindercategorie A: 26 weken voor start uitvoering Hindercategorie B: 13 weken voor start uitvoering Hindercategorie C: 6 weken voor start uitvoering
Verkeersmaatregelplan	• Termijn verkeersmaatregelplan in concept ingediend: Hindercategorie A: 18 weken voor start uitvoering Hindercategorie B: 11 weken voor start uitvoering Hindercategorie C: 8 weken voor start uitvoering • Termijn verkeersmaatregelplan definitief/geaccepteerd: Hindercategorie A, B en C: 6 weken voor start uitvoering Hindercategorie D: 4 weken voor start uitvoering
Regelscenario	• Verplicht bij hindercategorie A en B. Bij C is dit facultatief. Elke regio hanteert zijn eigen werkwijze
Hinder categorie D (o.a. VTA)	• 6 weken voorafgaand uitvoeringswerkzaamheden in SPIN • 4 weken voor start goedgekeurd
Reguliere verkeersmaatregel	• 12 werkdagen voor de week van uitvoering voor 23:59u in SPIN • binnen 7 werkdagen na het verstrijken van de uiterste indientermijn reactie door KTP
Verkeersstop	• 12 werkdagen voor de week van uitvoering voor 23:59
Verkeersmaatregelen bij verzorgingsplaats	• 12 werkdagen voor de week van uitvoering voor 23:59 • **Let op:** de afstemming met belanghebbende van verzorgingsplaats dient eerder plaats te vinden.
Kortdurende afsluiting (<1u toe- en afrit, verbindingswegen))	• 12 werkdagen voor de week van uitvoering voor 23:59

Tabel 11: Indientermijnen per hindercategorie. Overgenomen uit: Universele Werkwijze Planners SPIN (Rijkswaterstaat, 2017)

Bijlage 3 | Betrouwbaarheid weergave real time verkeerssituatie

Straat	Datum	Spitsperiode	Rijbaan	Uurintensiteiten Simulatie MVVS Lite	Uurintensiteiten NDW data	T-waarde
A28	5-4-2022	Ochtend	HRR	2417	2425	-3,63
A28	5-4-2022	Ochtend	HRL	1267	1706	4,73
A28	5-4-2022	Avond	HRR	1547	2254	5,40
A28	5-4-2022	Avond	HRL	2379	2243	2,11
Plataanlaan (Ring Noord)	7-4-2022	Ochtend	HRR (zuidzijde weg)	1150	3194	7,18
Plataanlaan (Ring Noord)	7-4-2022	Ochtend	HRL (noordzijde weg)	666	2745	7,36
Plataanlaan (Ring Noord)	7-4-2022	Avond	HRR (zuidzijde weg)	2066	3126	5,88
Plataanlaan (Ring Noord)	7-4-2022	Avond	HRL (noordzijde weg)	1838	3186	6,35
N860 (Docter E.H. Ebelsweg)	4-4-2022	Ochtend	HRR	Geen data	994	Geen data
N860 (Docter E.H. Ebelsweg)	4-4-2022	Ochtend	HRL	Geen data	947	Geen data
N860 (Docter E.H. Ebelsweg)	4-4-2022	Avond	HRR	549	791	4,30
N860 (Docter E.H. Ebelsweg)	4-4-2022	Avond	HRL	456	995	5,68
Stationsweg	5-4-2022	Ochtend	Noordzijde weg	1244	620	6,44
Stationsweg	5-4-2022	Ochtend	Zuidzijde weg	1384	582	7,01
Stationsweg	5-4-2022	Avond	Noordzijde weg	1500	499	7,60
Stationsweg	5-4-2022	Avond	Zuidzijde weg	1460	726	6,61
Hoendiep	6-4-2022	Ochtend	Noordzijde weg	Geen data	653	Geen data
Hoendiep	6-4-2022	Ochtend	Zuidzijde weg	Geen data	487	Geen data
Hoendiep	6-4-2022	Avond	Noordzijde weg	315	384	2,52
Hoendiep	6-4-2022	Avond	Zuidzijde weg	240	669	5,62
Johan van Zwedenlaan	7-4-2022	Ochtend	Westzijde weg	224	883	6,20
Johan van Zwedenlaan	7-4-2022	Ochtend	Oostzijde weg	504	681	3,83
Johan van Zwedenlaan	7-4-2022	Avond	Westzijde weg	568	709	3,33
Johan van Zwedenlaan	7-4-2022	Avond	Oostzijde weg	614	789	3,66
Laan Corpus den Hoorn	8-4-2022	Ochtend	Noordzijde weg	400	491	2,83
Laan Corpus den Hoorn	8-4-2022	Ochtend	Zuidzijde weg	505	924	5,25
Laan Corpus den Hoorn	8-4-2022	Avond	Noordzijde weg	Geen data	625	Geen data
Laan Corpus den Hoorn	8-4-2022	Avond	Zuidzijde weg	Geen data	635	Geen data

Tabel 12: Intensiteiten van de real time weergave van MVVS Lite en de werkelijke intensiteiten van NDW data (deel 1).

Straat	Datum	Spitsperiode	Rijbaan	Uurintensiteiten Simulatie MVVS Lite	Uurintensiteiten NDW data	T-waarde
A7	3-5-2022	Ochtend	HRL	1312	1024	4,4
N46 (Noordzeeweg)	3-5-2022	Ochtend	HRR (westzijde weg)	483	1010	5,6
N46 (Noordzeeweg)	3-5-2022	Ochtend	HRL (oostzijde weg)	281	749	5,7
N46 (Beneluxweg)	3-5-2022	Ochtend	HRR	788	1395	5,6
N46 (Beneluxweg)	3-5-2022	Ochtend	HRL	664	2343	7,1
N355 (Friesestraatweg)	3-5-2022	Ochtend	HRR (zuidzijde weg)	1041	914	2,9
N355 (Friesestraatweg)	3-5-2022	Ochtend	HRL (noordzijde weg)	205	579	5,5
N370 (Friesestraatweg)	3-5-2022	Ochtend	HRR	1342	2078	5,6
N370 (Friesestraatweg)	3-5-2022	Ochtend	HRL	635	1740	6,6
Europaweg	3-5-2022	Ochtend	HRR (noordzijde weg)	797	254	7,1
Europaweg	3-5-2022	Ochtend	HRL (zuidzijde weg)	369	831	5,5
Lopendediep	3-5-2022	Ochtend	Noordzijde weg	432	369	2,4
Lopendediep	3-5-2022	Ochtend	Zuidzijde weg	110	247	4,3
Emmaviaduct	3-5-2022	Ochtend	Westzijde weg	669	424	5,0
Emmaviaduct	3-5-2022	Ochtend	Oostzijde weg	1079	505	6,5
Hereweg	3-5-2022	Ochtend	Westzijde weg	68	391	5,6
Hereweg	3-5-2022	Ochtend	Oostzijde weg	851	177	7,9
Petrus Campersingel	3-5-2022	Ochtend	Westzijde weg	99	265	4,6
Petrus Campersingel	3-5-2022	Ochtend	Oostzijde weg	188	220	1,5
Rijksstraatweg	3-5-2022	Ochtend	Westzijde weg	328	269	2,6
Rijksstraatweg	3-5-2022	Ochtend	Oostzijde weg	281	428	3,9

Tabel 13: Intensiteiten van de real time weergave van MVVS Lite en de werkelijke intensiteiten van NDW data (deel 2).

Straat	Datum	Spitsperiode	Rijbaan	Toegestane maximum snelheid (TMS) in km/u	Snelheid als % van TMS Simulatie MVVS Lite	Snelheid in km/u Simulatie MVVS Lite	Werkelijke snelheid NDW data	Overeenkomst MVVS Lite met NDW
A28	5-4-2022	Ochtend	HRR	100	100%	100	50-80 km/u	Nee
A28	5-4-2022	Ochtend	HRL	100	70%	70	80-100 km/u	Nee
A28	5-4-2022	Avond	HRR	100	100%	100	80-100 km/u	Ja
A28	5-4-2022	Avond	HRL	100	69%	69	80-100 km/u	Nee
Plataanlaan (Ring Noord)	7-4-2022	Ochtend	HRR (zuidzijde weg)	70	93%	65,1	50-80 km/u	Ja
Plataanlaan (Ring Noord)	7-4-2022	Ochtend	HRL (noordzijde weg)	70	97%	67,9	50-80 km/u	Ja
Plataanlaan (Ring Noord)	7-4-2022	Avond	HRR (zuidzijde weg)	70	88%	61,6	50-80 km/u	Ja
Plataanlaan (Ring Noord)	7-4-2022	Avond	HRL (noordzijde weg)	70	98%	68,6	50-80 km/u	Ja
N860 (Docter E.H. Ebelsweg)	4-4-2022	Ochtend	HRR	80	Geen data	Geen data	30-50 km/u	Geen data
N860 (Docter E.H. Ebelsweg)	4-4-2022	Ochtend	HRL	80	Geen data	Geen data	50-80 km/u	Geen data
N860 (Docter E.H. Ebelsweg)	4-4-2022	Avond	HRR	80	99%	79,2	50-80 km/u	Ja
N860 (Docter E.H. Ebelsweg)	4-4-2022	Avond	HRL	80	99%	79,2	50-80 km/u	Ja
Stationsweg	5-4-2022	Ochtend	Noordzijde weg	50	96%	48	<30 km/u	Nee
Stationsweg	5-4-2022	Ochtend	Zuidzijde weg	50	26%	13	<30 km/u	Ja
Stationsweg	5-4-2022	Avond	Noordzijde weg	50	100%	50	<30 km/u	Nee
Stationsweg	5-4-2022	Avond	Zuidzijde weg	50	29%	14,5	<30 km/u	Ja
Hoendiep	6-4-2022	Ochtend	Noordzijde weg	60	Geen data	Geen data	50-80 km/u	Geen data
Hoendiep	6-4-2022	Ochtend	Zuidzijde weg	60	Geen data	Geen data	50-80 km/u	Geen data
Hoendiep	6-4-2022	Avond	Noordzijde weg	60	79%	47,4	50-80 km/u	Nee
Hoendiep	6-4-2022	Avond	Zuidzijde weg	60	100%	60	50-80 km/u	Ja
Johan van Zwedenlaan	7-4-2022	Ochtend	Westzijde weg	60	100%	60	50-80 km/u	Ja
Johan van Zwedenlaan	7-4-2022	Ochtend	Oostzijde weg	60	95%	57	<30 km/u	Nee
Johan van Zwedenlaan	7-4-2022	Avond	Westzijde weg	60	99%	59,4	50-80 km/u	Ja
Johan van Zwedenlaan	7-4-2022	Avond	Oostzijde weg	60	95%	57	50-80 km/u	Ja
Laan Corpus den Hoorn	8-4-2022	Ochtend	Noordzijde weg	50	80%	40	<30 km/u	Nee
Laan Corpus den Hoorn	8-4-2022	Ochtend	Zuidzijde weg	50	79%	39,5	30-50 km/u	Ja
Laan Corpus den Hoorn	8-4-2022	Avond	Noordzijde weg	50	Geen data	Geen data	<30 km/u	Geen data
Laan Corpus den Hoorn	8-4-2022	Avond	Zuidzijde weg	50	Geen data	Geen data	30-50 km/u	Geen data

Tabel 14: Snelheden van de real time weergave van MVVS Lite en de werkelijke snelheden van NDW data (deel 1).

Straat	Datum	Spitsperiode	Rijbaan	Toegestane maximum snelheid (TMS) in km/u	Snelheid als % van TMS Simulatie MVVS Lite	Snelheid in km/u Simulatie MVVS Lite	Werkelijke snelheid NDW data	Overeenkomst MVVS Lite met NDW
A7	3-5-2022	Ochtend	HRL	120	97%	116,4	>100 km/u	Ja
N46 (Noordzeeweg)	3-5-2022	Ochtend	HRR (westzijde weg)	100	95%	95	50-80 km/u	Nee
N46 (Noordzeeweg)	3-5-2022	Ochtend	HRL (oostzijde weg)	100	90%	90	50-80 km/u	Nee
N46 (Beneluxweg)	3-5-2022	Ochtend	HRR	70	96%	67,2	50-80 km/u	Ja
N46 (Beneluxweg)	3-5-2022	Ochtend	HRL	70	71%	49,7	30-50 km/u	Ja
N355 (Friesestraatweg)	3-5-2022	Ochtend	HRR (zuidzijde weg)	80	98%	78,4	50-80 km/u	Ja
N355 (Friesestraatweg)	3-5-2022	Ochtend	HRL (noordzijde weg)	80	100%	80	50-80 km/u	Ja
N370 (Friesestraatweg)	3-5-2022	Ochtend	HRR	70	79%	55,3	50-80 km/u	Ja
N370 (Friesestraatweg)	3-5-2022	Ochtend	HRL	70	99%	69,3	50-80 km/u	Ja
Europaweg	3-5-2022	Ochtend	HRR (noordzijde weg)	70	93%	65,1	50-80 km/u	Ja
Europaweg	3-5-2022	Ochtend	HRL (zuidzijde weg)	70	86%	60,2	50-80 km/u	Ja
Lopendediep	3-5-2022	Ochtend	Noordzijde weg	50	100%	50	30-50 km/u	Ja
Lopendediep	3-5-2022	Ochtend	Zuidzijde weg	50	100%	50	<30 km/u	Nee
Emmaviaduct	3-5-2022	Ochtend	Westzijde weg	50	99%	49,5	30-50 km/u	Ja
Emmaviaduct	3-5-2022	Ochtend	Oostzijde weg	50	98%	49	30-50 km/u	Ja
Hereweg	3-5-2022	Ochtend	Westzijde weg	50	100%	50	50-80 km/u	Ja
Hereweg	3-5-2022	Ochtend	Oostzijde weg	50	98%	49	50-80 km/u	Nee
Petrus Campersingel	3-5-2022	Ochtend	Westzijde weg	50	100%	50	50-80 km/u	Ja
Petrus Campersingel	3-5-2022	Ochtend	Oostzijde weg	50	100%	50	<30 km/u	Nee
Rijksstraatweg	3-5-2022	Ochtend	Westzijde weg	50	99%	49,5	50-80 km/u	Nee
Rijksstraatweg	3-5-2022	Ochtend	Oostzijde weg	50	100%	50	50-80 km/u	Ja

Tabel 15: Snelheden van de real time weergave van MVVS Lite en de werkelijke snelheden van NDW data (deel 2).

Bijlage 4 | Betrouwbaarheid 30-minutenvoorspelling van verkeerssituatie

Straat	Datum	Spitsperiode	Rijbaan	Uurintensiteiten Voorspelling MVVS Lite	Uurintensiteiten NDW data	T-waarde
A28	5-4-2022	Ochtend	HRR	2531	2388	2,15
A28	5-4-2022	Ochtend	HRL	936	1560	5,52
A28	5-4-2022	Avond	HRR	2097	2532	4,31
A28	5-4-2022	Avond	HRL	1830	2220	4,23
Plataanlaan (Ring Noord)	7-4-2022	Ochtend	HRR (zuidzijde weg)	1194	2676	6,71
Plataanlaan (Ring Noord)	7-4-2022	Ochtend	HRL (noordzijde weg)	910	2400	6,83
Plataanlaan (Ring Noord)	7-4-2022	Avond	HRR (zuidzijde weg)	2162	3072	5,60
Plataanlaan (Ring Noord)	7-4-2022	Avond	HRL (noordzijde weg)	2104	3084	5,74
N860 (Docter E.H. Ebelsweg)	4-4-2022	Ochtend	HRR	Geen data	852	Geen data
N860 (Docter E.H. Ebelsweg)	4-4-2022	Ochtend	HRL	Geen data	1152	Geen data
N860 (Docter E.H. Ebelsweg)	4-4-2022	Avond	HRR	588	704	2,95
N860 (Docter E.H. Ebelsweg)	4-4-2022	Avond	HRL	584	1016	5,21
Stationsweg	5-4-2022	Ochtend	Noordzijde weg	1322	578	6,86
Stationsweg	5-4-2022	Ochtend	Zuidzijde weg	1282	610	6,61
Stationsweg	5-4-2022	Avond	Noordzijde weg	1494	692	6,83
Stationsweg	5-4-2022	Avond	Zuidzijde weg	1398	512	7,34
Hoendiep	6-4-2022	Ochtend	Noordzijde weg	Geen data	588	Geen data
Hoendiep	6-4-2022	Ochtend	Zuidzijde weg	Geen data	432	Geen data
Hoendiep	6-4-2022	Avond	Noordzijde weg	316	252	2,79
Hoendiep	6-4-2022	Avond	Zuidzijde weg	243	540	5,10
Johan van Zwedenlaan	7-4-2022	Ochtend	Westzijde weg	375	996	5,96
Johan van Zwedenlaan	7-4-2022	Ochtend	Oostzijde weg	591	708	2,96
Johan van Zwedenlaan	7-4-2022	Avond	Westzijde weg	585	768	3,78
Johan van Zwedenlaan	7-4-2022	Avond	Oostzijde weg	510	924	5,22
Laan Corpus den Hoorn	8-4-2022	Ochtend	Noordzijde weg	261	468	4,52
Laan Corpus den Hoorn	8-4-2022	Ochtend	Zuidzijde weg	492	1008	5,58
Laan Corpus den Hoorn	8-4-2022	Avond	Noordzijde weg	Geen data	744	Geen data
Laan Corpus den Hoorn	8-4-2022	Avond	Zuidzijde weg	Geen data	660	Geen data

Tabel 16: Intensiteiten van de 30-minutenvoorspelling van MVVS Lite en de werkelijke intensiteiten na 30 minuten van NDW data (deel 1).

Straat	Datum	Spitsperiode	Rijbaan	Uurintensiteiten Voorspelling MVVS Lite	Uurintensiteiten NDW data	T-waarde
A7	3-5-2022	Ochtend	HRL	1254	979	4,3
N46 (Noordzeeweg)	3-5-2022	Ochtend	HRR (westzijde weg)	499	861	5,0
N46 (Noordzeeweg)	3-5-2022	Ochtend	HRL (oostzijde weg)	240	650	5,6
N46 (Beneluxweg)	3-5-2022	Ochtend	HRR	444	1186	6,1
N46 (Beneluxweg)	3-5-2022	Ochtend	HRL	892	1957	6,4
N355 (Friesestraatweg)	3-5-2022	Ochtend	HRR (zuidzijde weg)	658	766	2,7
N355 (Friesestraatweg)	3-5-2022	Ochtend	HRL (noordzijde weg)	204	498	5,2
N370 (Friesestraatweg)	3-5-2022	Ochtend	HRR	1092	1877	5,8
N370 (Friesestraatweg)	3-5-2022	Ochtend	HRL	480	1611	6,7
Europaweg	3-5-2022	Ochtend	HRR (noordzijde weg)	530	233	5,9
Europaweg	3-5-2022	Ochtend	HRL (zuidzijde weg)	513	663	3,5
Lopendediep	3-5-2022	Ochtend	Noordzijde weg	264	345	2,9
Lopendediep	3-5-2022	Ochtend	Zuidzijde weg	85	253	4,7
Emmaviaduct	3-5-2022	Ochtend	Westzijde weg	816	396	6,1
Emmaviaduct	3-5-2022	Ochtend	Oostzijde weg	929	469	6,1
Hereweg	3-5-2022	Ochtend	Westzijde weg	87	374	5,4
Hereweg	3-5-2022	Ochtend	Oostzijde weg	492	193	6,1
Petrus Campersingel	3-5-2022	Ochtend	Westzijde weg	75	262	4,9
Petrus Campersingel	3-5-2022	Ochtend	Oostzijde weg	245	227	0,4
Rijksstraatweg	3-5-2022	Ochtend	Westzijde weg	353	269	3,3
Rijksstraatweg	3-5-2022	Ochtend	Oostzijde weg	236	376	4,0

Tabel 17: Intensiteiten van de 30-minutenvoorspelling van MVVS Lite en de werkelijke intensiteiten na 30 minuten van NDW data (deel 2).

Straat	Datum	Spitsperiode	Rijbaan	Toegestane maximum snelheid (TMS) in km/u	Snelheid als % van TMS Simulatie MVVS Lite	Snelheid in km/u Simulatie MVVS Lite	Werkelijke snelheid NDW data	Overeenkomst MVVS Lite met NDW
A28	5-4-2022	Ochtend	HRR	100	100%	100	50-80 km/u	Nee
A28	5-4-2022	Ochtend	HRL	100	80%	80	80-100 km/u	Ja
A28	5-4-2022	Avond	HRR	100	100%	100	80-100 km/u	Ja
A28	5-4-2022	Avond	HRL	100	71%	71	80-100 km/u	Nee
Plataanlaan (Ring Noord)	7-4-2022	Ochtend	HRR (zuidzijde weg)	70	93%	65,1	50-80 km/u	Ja
Plataanlaan (Ring Noord)	7-4-2022	Ochtend	HRL (noordzijde weg)	70	96%	67,2	<30 km/u	Nee
Plataanlaan (Ring Noord)	7-4-2022	Avond	HRR (zuidzijde weg)	70	87%	60,9	50-80 km/u	Ja
Plataanlaan (Ring Noord)	7-4-2022	Avond	HRL (noordzijde weg)	70	96%	67,2	50-80 km/u	Ja
N860 (Docter E.H. Ebelsweg)	4-4-2022	Ochtend	HRR	80	Geen data	Geen data	30-50 km/u	Geen data
N860 (Docter E.H. Ebelsweg)	4-4-2022	Ochtend	HRL	80	Geen data	Geen data	50-80 km/u	Geen data
N860 (Docter E.H. Ebelsweg)	4-4-2022	Avond	HRR	80	99%	79,2	50-80 km/u	Ja
N860 (Docter E.H. Ebelsweg)	4-4-2022	Avond	HRL	80	99%	79,2	30-50 km/u	Nee
Stationsweg	5-4-2022	Ochtend	Noordzijde weg	50	93%	46,5	<30 km/u	Nee
Stationsweg	5-4-2022	Ochtend	Zuidzijde weg	50	27%	13,5	<30 km/u	Ja
Stationsweg	5-4-2022	Avond	Noordzijde weg	50	27%	13,5	<30 km/u	Ja
Stationsweg	5-4-2022	Avond	Zuidzijde weg	50	40%	20	<30 km/u	Ja
Hoendiep	6-4-2022	Ochtend	Noordzijde weg	60	Geen data	Geen data	50-80 km/u	Geen data
Hoendiep	6-4-2022	Ochtend	Zuidzijde weg	60	Geen data	Geen data	50-80 km/u	Geen data
Hoendiep	6-4-2022	Avond	Noordzijde weg	60	80%	48	30-50 km/u	Ja
Hoendiep	6-4-2022	Avond	Zuidzijde weg	60	100%	60	30-50 km/u	Nee
Johan van Zwedenlaan	7-4-2022	Ochtend	Westzijde weg	60	100%	60	50-80 km/u	Ja
Johan van Zwedenlaan	7-4-2022	Ochtend	Oostzijde weg	60	70%	42	30-50 km/u	Ja
Johan van Zwedenlaan	7-4-2022	Avond	Westzijde weg	60	99%	59,4	50-80 km/u	Ja
Johan van Zwedenlaan	7-4-2022	Avond	Oostzijde weg	60	95%	57	50-80 km/u	Ja
Laan Corpus den Hoorn	8-4-2022	Ochtend	Noordzijde weg	50	80%	40	<30 km/u	Nee
Laan Corpus den Hoorn	8-4-2022	Ochtend	Zuidzijde weg	50	79%	39,5	30-50 km/u	Ja
Laan Corpus den Hoorn	8-4-2022	Avond	Noordzijde weg	50	Geen data	Geen data	<30 km/u	Geen data
Laan Corpus den Hoorn	8-4-2022	Avond	Zuidzijde weg	50	Geen data	Geen data	30-50 km/u	Geen data

Tabel 18: Snelheden van de 30-minutenvoorspelling van MVVS Lite en de werkelijke snelheden na 30 minuten van NDW data (deel 1).

Straat	Datum	Spitsperiode	Rijbaan	Toegestane maximum snelheid (TMS) in km/u	Snelheid als % van TMS Simulatie MVVS Lite	Snelheid in km/u Simulatie MVVS Lite	Werkelijke snelheid NDW data	Overeenkomst MVVS Lite met NDW
A7	3-5-2022	Ochtend	HRL	120	96%	115,2	>100 km/u	Ja
N46 (Noordzeeweg)	3-5-2022	Ochtend	HRR (westzijde weg)	100	95%	95	50-80 km/u	Nee
N46 (Noordzeeweg)	3-5-2022	Ochtend	HRL (oostzijde weg)	100	90%	90	50-80 km/u	Nee
N46 (Beneluxweg)	3-5-2022	Ochtend	HRR	70	96%	67,2	50-80 km/u	Ja
N46 (Beneluxweg)	3-5-2022	Ochtend	HRL	70	59%	41,3	50-80 km/u	Nee
N355 (Friesestraatweg)	3-5-2022	Ochtend	HRR (zuidzijde weg)	80	99%	79,2	50-80 km/u	Ja
N355 (Friesestraatweg)	3-5-2022	Ochtend	HRL (noordzijde weg)	80	100%	80	50-80 km/u	Ja
N370 (Friesestraatweg)	3-5-2022	Ochtend	HRR	70	80%	56	<30 km/u	Nee
N370 (Friesestraatweg)	3-5-2022	Ochtend	HRL	70	99%	69,3	30-50 km/u	Nee
Europaweg	3-5-2022	Ochtend	HRR (noordzijde weg)	70	94%	65,8	50-80 km/u	Ja
Europaweg	3-5-2022	Ochtend	HRL (zuidzijde weg)	70	86%	60,2	50-80 km/u	Ja
Lopendediep	3-5-2022	Ochtend	Noordzijde weg	50	100%	50	30-50 km/u	Ja
Lopendediep	3-5-2022	Ochtend	Zuidzijde weg	50	100%	50	<30 km/u	Nee
Emmaviaduct	3-5-2022	Ochtend	Westzijde weg	50	99%	49,5	30-50 km/u	Ja
Emmaviaduct	3-5-2022	Ochtend	Oostzijde weg	50	13%	6,5	<30 km/u	Ja
Hereweg	3-5-2022	Ochtend	Westzijde weg	50	100%	50	50-80 km/u	Ja
Hereweg	3-5-2022	Ochtend	Oostzijde weg	50	99%	49,5	50-80 km/u	Nee
Petrus Campersingel	3-5-2022	Ochtend	Westzijde weg	50	100%	50	30-50 km/u	Ja
Petrus Campersingel	3-5-2022	Ochtend	Oostzijde weg	50	100%	50	30-50 km/u	Ja
Rijksstraatweg	3-5-2022	Ochtend	Westzijde weg	50	99%	49,5	50-80 km/u	Nee
Rijksstraatweg	3-5-2022	Ochtend	Oostzijde weg	50	100%	50	50-80 km/u	Ja

Tabel 19: Snelheden van de 30-minutenvoorspelling van MVVS Lite en de werkelijke snelheden na 30 minuten van NDW data (deel 2).

Bijlage 5 | Betrouwbaarheid voorspelling toe- of afname in intensiteiten

Straat	Datum	Spitsperiode	Rijbaan	Toe- of afname intensiteiten Voorspelling MVVS Lite	Toe- of afname intensiteiten NDW data	Correcte voorspelling 'Ja' bij max. 10 procentpunt verschil
A28	5-4-2022	Ochtend	HRR	4,7%	-1,5%	Ja
A28	5-4-2022	Ochtend	HRL	-26,1%	-8,6%	Ja
A28	5-4-2022	Avond	HRR	35,6%	12,3%	Ja
A28	5-4-2022	Avond	HRL	-23,1%	-1,0%	Nee
Plataanlaan (Ring Noord)	7-4-2022	Ochtend	HRR (zuidzijde weg)	3,8%	-16,2%	Nee
Plataanlaan (Ring Noord)	7-4-2022	Ochtend	HRL (noordzijde weg)	36,6%	-12,6%	Nee
Plataanlaan (Ring Noord)	7-4-2022	Avond	HRR (zuidzijde weg)	4,6%	-1,7%	Ja
Plataanlaan (Ring Noord)	7-4-2022	Avond	HRL (noordzijde weg)	14,5%	-3,2%	Nee
N860 (Docter E.H. Ebelsweg)	4-4-2022	Ochtend	HRR	Geen data	-14,3%	Geen data
N860 (Docter E.H. Ebelsweg)	4-4-2022	Ochtend	HRL	Geen data	21,6%	Geen data
N860 (Docter E.H. Ebelsweg)	4-4-2022	Avond	HRR	7,1%	-11,0%	Nee
N860 (Docter E.H. Ebelsweg)	4-4-2022	Avond	HRL	28,1%	2,1%	Nee
Stationsweg	5-4-2022	Ochtend	Noordzijde weg	6,3%	-6,8%	Nee
Stationsweg	5-4-2022	Ochtend	Zuidzijde weg	-7,4%	4,8%	Nee
Stationsweg	5-4-2022	Avond	Noordzijde weg	-0,4%	38,7%	Nee
Stationsweg	5-4-2022	Avond	Zuidzijde weg	-4,2%	-29,5%	Nee
Hoendiep	6-4-2022	Ochtend	Noordzijde weg	Geen data	-10,0%	Geen data
Hoendiep	6-4-2022	Ochtend	Zuidzijde weg	Geen data	-11,3%	Geen data
Hoendiep	6-4-2022	Avond	Noordzijde weg	0,3%	-34,4%	Nee
Hoendiep	6-4-2022	Avond	Zuidzijde weg	1,3%	-19,3%	Nee
Johan van Zwedenlaan	7-4-2022	Ochtend	Westzijde weg	67,4%	12,8%	Ja
Johan van Zwedenlaan	7-4-2022	Ochtend	Oostzijde weg	17,3%	4,0%	Nee
Johan van Zwedenlaan	7-4-2022	Avond	Westzijde weg	3,0%	8,3%	Ja
Johan van Zwedenlaan	7-4-2022	Avond	Oostzijde weg	-16,9%	17,1%	Nee
Laan Corpus den Hoorn	8-4-2022	Ochtend	Noordzijde weg	-34,8%	-4,7%	Nee
Laan Corpus den Hoorn	8-4-2022	Ochtend	Zuidzijde weg	-2,6%	9,1%	Nee
Laan Corpus den Hoorn	8-4-2022	Avond	Noordzijde weg	Geen data	19,0%	Geen data
Laan Corpus den Hoorn	8-4-2022	Avond	Zuidzijde weg	Geen data	3,9%	Geen data

Tabel 20: Percentuele toe- of afnames van de intensiteiten in de 30-minutenvoorspelling ten opzichte van de real time situatie (deel 1).

Straat	Datum	Spitsperiode	Rijbaan	Toe- of afname intensiteiten Voorspelling MVVS Lite	Toe- of afname intensiteiten NDW data	Correcte voorspelling Ja of nee
A7	3-5-2022	Ochtend	HRL	-4,4%	-4,4%	Ja
N46 (Noordzeeweg)	3-5-2022	Ochtend	HRR (westzijde weg)	3,3%	-14,8%	Nee
N46 (Noordzeeweg)	3-5-2022	Ochtend	HRL (oostzijde weg)	-14,6%	-13,2%	Ja
N46 (Beneluxweg)	3-5-2022	Ochtend	HRR	-43,7%	-15,0%	Nee
N46 (Beneluxweg)	3-5-2022	Ochtend	HRL	34,3%	-16,5%	Nee
N355 (Friesestraatweg)	3-5-2022	Ochtend	HRR (zuidzijde weg)	-36,8%	-16,2%	Nee
N355 (Friesestraatweg)	3-5-2022	Ochtend	HRL (noordzijde weg)	-0,5%	-14,0%	Nee
N370 (Friesestraatweg)	3-5-2022	Ochtend	HRR	-18,6%	-9,7%	Ja
N370 (Friesestraatweg)	3-5-2022	Ochtend	HRL	-24,4%	-7,4%	Nee
Europaweg	3-5-2022	Ochtend	HRR (noordzijde weg)	-33,5%	-8,3%	Nee
Europaweg	3-5-2022	Ochtend	HRL (zuidzijde weg)	39,0%	-20,2%	Nee
Lopendediep	3-5-2022	Ochtend	Noordzijde weg	-38,9%	-6,5%	Nee
Lopendediep	3-5-2022	Ochtend	Zuidzijde weg	-22,7%	2,4%	Nee
Emmaviaduct	3-5-2022	Ochtend	Westzijde weg	22,0%	-6,6%	Nee
Emmaviaduct	3-5-2022	Ochtend	Oostzijde weg	-13,9%	-7,1%	Ja
Hereweg	3-5-2022	Ochtend	Westzijde weg	27,9%	-4,3%	Nee
Hereweg	3-5-2022	Ochtend	Oostzijde weg	-42,2%	9,0%	Nee
Petrus Campersingel	3-5-2022	Ochtend	Westzijde weg	-24,2%	-1,1%	Nee
Petrus Campersingel	3-5-2022	Ochtend	Oostzijde weg	30,3%	3,2%	Nee
Rijksstraatweg	3-5-2022	Ochtend	Westzijde weg	7,6%	0,0%	Ja
Rijksstraatweg	3-5-2022	Ochtend	Oostzijde weg	-16,0%	-12,1%	Ja

Tabel 21: Percentuele toe- of afnames van de intensiteiten in de 30-minutenvoorspelling ten opzichte van de real time situatie (deel 2).

Bijlage 6 | Handleiding gebruik regelscenario-ontwikkelproces

1) Maak een Snapshot van de real time verkeerssituatie of een verkeerssituatie in het verleden. Met een Snapshot wordt als het ware alle data van de verkeerssituatie op dat moment gekopieerd. In MVVS Lite kan dit met een druk op de knop 'Snapshot downloaden'.

2) Laad het Snapshot (en daarmee dus de verkeerssituatie) in OmniTRANS. Dit kan gedaan worden door de job te draaien 'Snapshot Inladen'. Kies het juiste Snapshot met de datum en tijd waarvan het Snapshot is gemaakt uit het pop-up venster. De tijd staat weergegeven in minuten na middernacht. Wacht vervolgens enkele minuten tot het inladen voltooid is.

3) Maak een variant door een kopie te maken van de ingeladen Snapshot. Doe dit door met de rechtermuisklik het netwerk aan te klikken om vervolgens de optie 'Duplicate Variant' te selecteren.

4) Maak de juiste aanpassingen in de variant. Hiermee wordt bedoelt het bouwen van een of meerdere verkeersmanagementmaatregelen die een nieuw regelscenario kunnen worden.

5) Open het 'Snapshot Modelrun Draaien' script en pas daarin de datum en tijd aan conform het Snapshot dat is gekozen. Het openen van het script gaat door dubbel te klikken op 'Snapshot Modelrun Draaien' of door er met de rechtermuisknop op te klikken en vervolgens te klikken op 'edit'.

6) Een nieuw venster opent met het script. Vul na 'snapshotrun.t0 =' de tijd in van de Snapshot in minuten na middernacht. Vul na 'snapshotrun.datum = DateTime.new (' de datum in van de Snapshot. Klik vervolgens op 'Safe' en sluit het venster.

7) Draai de job 'Snapshot Modelrun Draaien'. Wacht enkele minuten totdat de modelrun is voltooid. Na het voltooien van deze stap heeft OmniTRANS de verkeersmanagementmaatregelen doorgerekend en kan de voorspelling worden bekeken.

8) Om de resultaten makkelijker te interpreteren kunnen de bandbreedte en kleuren worden aangepast. Ga naar 'Bandwidth Settings' en kies de optie 'Edit'. Vul bij het tabblad 'Data' de waarden van 'Time' en 'Result' in zoals die onderaan in de uitvoer van de modelrun zijn weergegeven. In het tabblad 'Legend' kan de scheurenschaal worden aangepast op basis van een minimum en maximum aantal intensiteiten. Zorg ervoor dat de knop 'Bandwidth Settings' is aangevinkt en klik op het vinkje 'Activate changed settings' om de aangepaste bandbreedte settingen te zien in het netwerk.

Mochten de effecten van de verkeersmanagementmaatregelen in het regelscenario tegenvallen, kan weer een nieuwe kopie worden gemaakt van het als eerst ingeladen Snapshot zoals in stap 3. Met de nieuwe variant kunnen weer nieuwe aanpassingen gedaan en doorberekend worden. Stap 3 tot en met 8 zijn daarmee iteratief totdat de verkeersmanagementmaatregelen een gunstig effect hebben op de verkeerssituatie.

Mocht een model een foutmelding geven tijdens het draaien, corrigeer deze dan conform de beschrijving van de fout en draai de modelrun opnieuw. Dit kan zolang de streamline niet voorbij het 'Save State' moment is. Dit moment staat in de uitvoer van de modelrun. Mocht het niet lukken de foutmelding op te lossen of zit de foutmelding na het 'Save State' moment, contacteer dan een persoon van het beheer van MVVS Lite in OmniTRANS.

Dat.mobility

ADVANCING ANALYTICS

Datum	12 juli 2022
Auteur	Henri Palm
Pagina	1/2

Addendum afstudeerrapport Proactief Verkeersmanagement

In het afstudeeronderzoek is de kwaliteit van MVVS Lite onderzocht aan hand van een tussenversie van MVVS Lite.. Deze tussenversie maakte gebruik van HB-matrices die zijn afgeleid uit het oorspronkelijke Streamlinemodel van Groningen Bereikbaar. Deze matrices zijn in de afgelopen vijf jaren niet geactualiseerd. In de eindversie van MVVS Lite (mei 2022) zijn geactualiseerde HB-matrices ingeschoven. De kwaliteit van deze HB-matrices, die de reguliere situatie voor dag van de week (7 dagen) en uur van de dag (24 uren) beschrijven, is getoetst aan tellingen. Per dag van de week per uur van dag, dus 168 momenten, zijn de totale som van de tellingen (gemiddelden over enkele maanden) en de totale som van de modelintensiteiten (na toedeling van de HB-matrices) van circa 200 tellocaties met elkaar vergeleken middels de T-toets. In tabel 1 staat de resultaten van de T-toets voor zowel de tussenversie als de eindversie.

	T-toets tussenversie								T-toets eindversie						
uur	Zondag	Maandag	Dinsdag	Woensdag	Donderdag	Vrijdag	Zaterdag	uur	Zondag	Maandag	Dinsdag	Woensdag	Donderdag	Vrijdag	Zaterdag
0	4,1	5,0	4,9	4,8	4,6	4,8	4,5	0	3,3	2,1	2,6	1,8	3,4	2,9	2,8
1	4,0	4,8	4,7	4,6	4,3	4,3	4,1	1	2,2	0,5	0,2	-1,1	2,8	3,0	1,9
2	3,6	4,7	4,6	4,5	4,2	4,2	4,0	2	1,3	1,7	0,0	1,7	2,9	2,0	0,5
3	2,7	4,2	4,0	4,0	3,0	3,6	3,0	3	0,9	2,1	1,5	0,8	2,5	0,4	1,8
4	3,4	3,3	2,6	2,7	0,6	2,7	3,2	4	2,6	2,4	2,4	2,3	0,7	1,8	2,6
5	3,8	3,7	4,1	4,1	4,1	3,9	3,6	5	2,2	1,8	2,5	2,4	2,3	1,7	1,5
6	3,0	4,1	4,5	4,3	4,4	4,0	3,0	6	2,1	3,3	3,8	3,8	3,8	3,0	2,7
7	2,9	-0,6	4,0	3,5	3,8	2,1	3,2	7	1,1	-1,2	3,9	3,6	3,9	1,1	2,8
8	3,6	4,8	4,3	4,3	4,4	4,5	2,6	8	3,0	3,0	3,7	3,8	3,4	2,9	2,8
9	3,0	4,7	4,4	4,4	4,7	4,7	2,4	9	3,4	3,4	3,9	3,8	3,2	3,2	3,0
10	2,6	4,5	4,2	4,1	4,5	4,6	3,1	10	3,4	3,4	3,8	3,8	2,6	2,7	3,2
11	2,4	4,1	3,5	3,4	4,1	4,2	2,8	11	3,3	3,3	3,8	3,8	3,0	2,6	3,3
12	1,9	4,4	3,9	4,0	4,3	4,3	2,5	12	3,2	3,2	3,7	3,9	2,8	2,7	3,3
13	3,4	4,2	3,7	3,9	4,3	4,3	3,3	13	2,7	3,3	3,9	3,9	2,7	2,7	2,7
14	4,0	4,0	3,3	4,2	4,1	4,2	3,4	14	3,1	3,2	3,8	3,1	2,9	2,6	3,0
15	3,9	2,5	3,7	2,0	2,2	3,3	3,6	15	3,3	3,4	3,7	2,5	2,9	2,3	3,2
16	4,0	3,0	2,8	3,7	3,6	4,1	3,7	16	3,3	2,3	3,4	1,7	1,1	2,3	3,1
17	4,3	4,7	4,7	4,7	4,9	4,8	4,1	17	3,3	4,0	3,7	3,8	2,9	2,8	3,1
18	3,8	4,4	4,5	4,5	4,7	4,8	3,3	18	3,0	3,9	3,8	3,8	2,9	3,1	2,9
19	4,2	4,2	4,2	4,3	4,4	4,5	3,3	19	3,0	3,9	3,8	3,7	3,1	3,0	3,5
20	4,3	4,1	3,9	4,1	4,0	4,4	3,6	20	2,9	3,8	3,7	3,7	3,2	3,3	3,4
21	4,0	4,0	4,0	4,1	4,2	4,2	2,2	21	3,1	3,8	3,4	3,7	3,4	3,2	3,4
22	4,5	4,5	4,5	4,6	4,7	4,3	2,1	22	3,2	3,6	3,4	3,7	3,2	3,4	3,3
23	5,0	4,8	4,9	4,8	5,0	5,0	4,7	23	3,2	2,6	2,6	3,6	3,2	3,5	3,5

Tabel 1: resultaten T-toets per dag van de week en uur van de dag voor tussenversie en eindversie MVVS Lite

In tabel 2 staat een samenvatting met een frequentieverdeling van de T-waarden.

T-waarde	tussenversie	eindversie
< 3,5	41	130
3,5 – 4,5	88	38
> 4,5	39	0

Tabel 2: samenvatting resultaten T-toets tussenversie en eindversie MVVS Lite

Beide tabellen laten duidelijk zien dat de kwaliteit van de HB-matrices in de eindversie m.b.t. intensiteiten duidelijk verbeterd is. Deze HB-matrices leggen de reguliere situatie vast en worden bijgesteld aan de hand van de actuele tellingen om zo goed mogelijk de actuele verkeersvraag te beschrijven. Wanneer de kwaliteit van de HB-matrices is verbeterd, is het zeer aannemelijk dat ook de kwaliteit van de actuele verkeersvraag is verbeterd. Wanneer de T-toetsen in het afstudeerrapport opnieuw met de eindversie van MVVS Lite worden uitgevoerd, is een beter resultaat te verwachten.