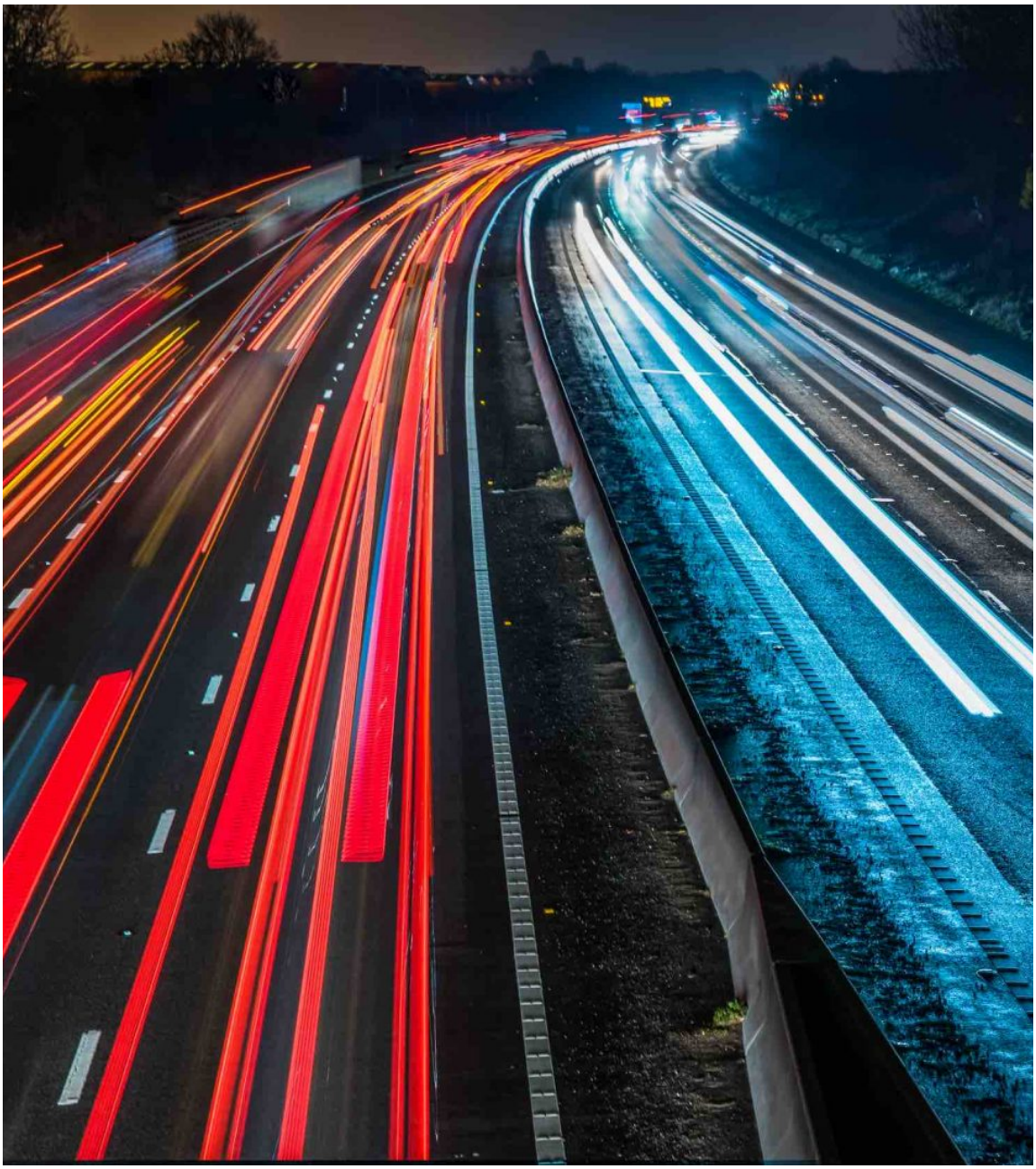
Rapportage & Advies
Project Beïnvloeden Rijgedrag
A4 - parallelstructuur



Versie: 23-12-2022

Auteurs: dr. Victor Knoop, associate professor, TU Delft
Ir. Stefan Klomp, onderzoeker, TU Delft
Daniëlle Petit, thematrekker Rijgedrag Zuid-Holland bereikbaar

Inhoud

Introductie & visuele managementsamenvatting

Inhoud 2
Fase 1 vraagstelling 8
a. Proces 8
b. Bevindingen/resultaten 8
c. Conclusie 8
d. Evaluatie, aanbevelingen, lessen voor de toekomst 8
Fase 2 Dataverzameling 9
a. Proces 9
b. Bevindingen/resultaten 9
c. Conclusie 10
d. Evaluatie, aanbevelingen, lessen voor de toekomst 11
Fase 3 Probleemanalyse 12
a. Proces 12
b. Resultaten 12
c. Conclusie 13
d. Evaluatie, aanbevelingen, lessen voor de toekomst 13
Fase 4 Idee-fase 15
a. Proces 15
b. Resultaten/Bevindingen 15
c. Conclusie 15
d. Evaluatie, aanbevelingen, lessen voor de toekomst 16
Fase 5 Virtuele testfase 17
a. Proces 17
b. Resultaten 19
c. Conclusie 23
d. Evaluatie, aanbevelingen, lessen voor de toekomst 23
a. Proces 24
Fase 6 Implementatiefase 27
a. Proces 27
b. resultaten 27
c. conclusie 30
d. Evaluatie, aanbevelingen, lessen voor de toekomst 30

Fase 7 De weg op – Resultatenfase 32
a. Proces 32
Controle van de data 32
Monitoring en Bijsturen 35
b. Resultaten - effectiviteit van de maatregel 39
Opvolggedrag 39
Verkeersdrukte 41
c. Conclusie 45
d. Evaluatie, aanbevelingen, lessen voor de toekomst 46
Fase 8 Aanbeveling en evaluatie 47
a. Proces 47
b. Aanbevelingen 47
Maatregel actief houden! 47
c. Evaluatie 49
De kracht van simulatie 50
APPENDIX volledige Flitsmeister Data met interpretatie 51
Kern pilot 51
Uitgangspunten van de pilot 51
Definities en afkortingen 52
Scope van data-analyse 52
1. Meldingen 53
2. Algemeen verkeersbeeld - HRR/PRR vergelijking 56
3. Verhouding aantal ritten op de HRR-route en PRR 59
4. Verhouding in trendlijnen 60
5. Route en snelheden 61
APPENDIX B Cijfers & Feiten 62
APPENDIX C Technische Invulling 64
APPENDIX D Routes herkennen 66
APPENDIX E Resultaten van de validatie 71
APPENDIX F Grafieken op schaal 73

Introductie

A4 parallelstructuur (rijbaanadvies) en Beinvloeden Rijgedrag
Het team Smart Mobility Team A4 Corridor heeft De Verkeersonderneming (sinds 1 januari 2022 opgegaan in Zuid Holland Bereikbaar, hierna ook te noemen ZHB) gevraagd of zij de haar opgedane know how met beïnvloeden rijgedrag kan inzetten bij de A4 Parallelstructuur.

Focus ligt op het beïnvloeden van de keuze van weggebruikers voor de hoofdrijbaan of de parallelrijbaan en het soepel laten wisselen van rijstrook. Met mogelijk nog een beïnvloeding tussen de stroken binnen de baan, en op de juiste plek van strook wisselen. Zo kunnen rijstrookwisselingen geoptimaliseerd worden, capaciteit optimaal benut worden en rembewegingen vlak voordat de rijbanen uit elkaar gaan verminderd worden, wat ten goede komt aan de doorstroming.

De wens vanuit de projectgroep om het verkeer beter te kunnen verdelen over de hoofd- en parallelstructuur past in de stapsgewijze doorontwikkeling van Beinvloeden Rijgedrag binnen ZHB. Er is door ZHB nog niet eerder gewerkt met een parallelstructuur. Hierdoor zullen er in het project nog vragen beantwoord moeten worden. Naast het hoofddoel om de doorstroming te verbeteren zullen we in de evaluatie ook kijken naar de noodzakelijke stappen en factoren om soortgelijke regelingen ook op andere locaties uit te voeren.

Door een samenwerking van ZHB met de TU Delft, kunnen partijen elkaar versterken. Door het werken met simulaties door de TU Delft kan er, voordat er wordt overgegaan tot implementatie, een voorspelling worden gedaan over de verwachtte impact van de voorgestelde maatregelen. Hierdoor ontstaat een grotere kans op een succesvolle implementatie op de weg. Als het succesvol is op de A4 bij de parallelstructuur, kan het ook, na locatiespecifiek te zijn gemaakt, worden toegepast op bijvoorbeeld de toekomstige Ketheltunnel en elders in Nederland.

- **Kansen**
  Door het combineren van datalevering door Flitsmeister, data-analyse door ZHB aangevuld met de know how van de TU Delft en uiteraard de expertise van de lokale wegbeheerders ontstaat er een bijzonder project. Waarbij het verkeer op de A4 parallelstructuur beter verdeeld kan worden en de doorstroming verbetert wordt. Zonder dat er ingrijpende veranderingen in de infrastructuur nodig zijn. Met ander woorden door slim te gaan sturen met rijgedrag middels het bieden van de juiste en tijdige informatie in-car kan met een nu overzienbare beperkte investering op termijn waarschijnlijk kostbare investeringen in weginfrastructuur (asfalt) worden uitgesteld of wellicht overbodig zijn.

- **Risico**
  Het werken met een parallelstructuur is nog niet eerder gedaan. Het is een project met kans op succes. Door de samenwerking met partijen die in eerdere trajecten ervaring mee hebben opgedaan met beïnvloeden rijgedrag verhoog je de kans op succes. Het is – op basis van eerdere projecten - zeer aannemelijk we het gedrag van de automobilist kunnen beïnvloeden. Ook is het waarschijnlijk dat – mits de goede adviezen gegeven worden genomen worden – dat de doorstroming daadwerkelijk

verbetert. Belangrijk aspect in het advies zal de locatie van rijstrookkeuze en de verdeling over de hoofd- en parallelstructuur zijn.

We kunnen vooraf niet garanderen dat deze verbetering in de doorstroming ook daadwerkelijk gerealiseerd wordt en dat deze verbetering in de data is terug te zien. Allereerst zijn we door COVID-19 in verkeerssituaties & verkeersintensiteiten belandt die ongebruikelijk zijn. Daarnaast kunnen we niet garanderen dat effecten die in een simulatie-omgeving gerealiseerd zijn uiteindelijk ook op de weg gerealiseerd kunnen worden. Al hebben we daar wel alle vertrouwen in, zeker na een inregel/ingroeiperiode waarin we de informatie kunnen finetunen. Daarom hebben we kort na de simulatiefase een go-no go moment ingebouwd, waarbij de opdrachtgever kan besluiten om het project te stoppen.

Het project is opgebouwd uit een aantal fases en een tussentijds beslismoment.

Fases

1. De **vraagstelling** is bekend. Een team deskundigen (data analisten, verkeerskundigen, wegverkeersleiders, systeemtechneuten) gaan aan de slag.
2. Er wordt gestart met **dataverzameling** en
3. **Probleemanalyse/kwantificeren**.
4. Vervolgens de **ideefase** met een **expert sessie**, met team van deskundigen.
5. **Virtuele testfase** en door naar implementatie van in-car maatregel
   Beslismoment: Go/no moment
6. In de **implementatiefase** kan de bewoners/bedrijvenaanpak betrokken worden.
7. Na implementatiefase gaan de maatregelen **“de weg op”**. Tijdens deze fase wordt er door middel van data-analyse steeds bijgestuurd waar nodig.
8. Evaluatie.

Doorlooptijd tussen 11 - 17 maanden. Afhankelijk van gekozen oplossingsrichtingen.

Beslismoment

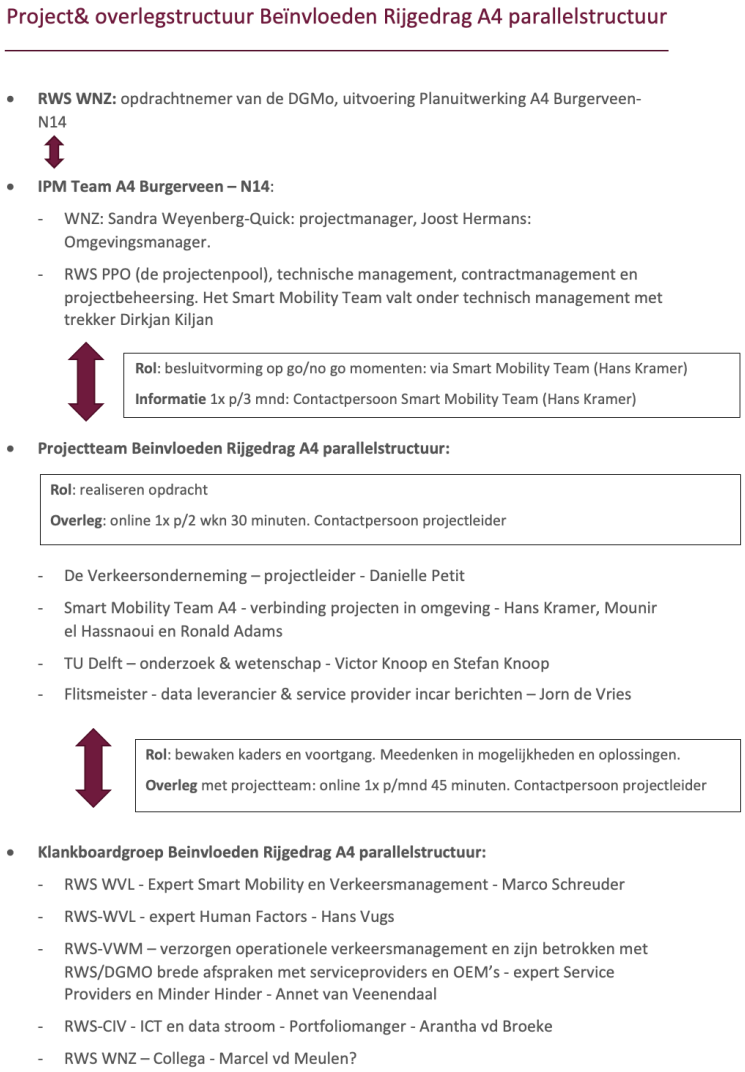
Het beslismoment gaat over de vraag: mogen we de geadviseerde oplossingsrichtingen gaan implementeren en daarna mee de weg op.

Extra informatie: in het contract tussen de TU Delft en RWS zijn er aanvullende afspraken gemaakt over de go/no go beslissing.
“Als er geen oplossingen zijn waarvan voldoende verwacht wordt, kan de opdrachtgever tot een no-go besluiten."

Dit document is een tussenrapportage van de eerdere fases (fase 1 – 5).
Met daarbij een advies voor het beslismoment go/nog go.

Overlegstructuur

Onderstaand overlegstructuur maakt onderdeel uit van het projectplan.



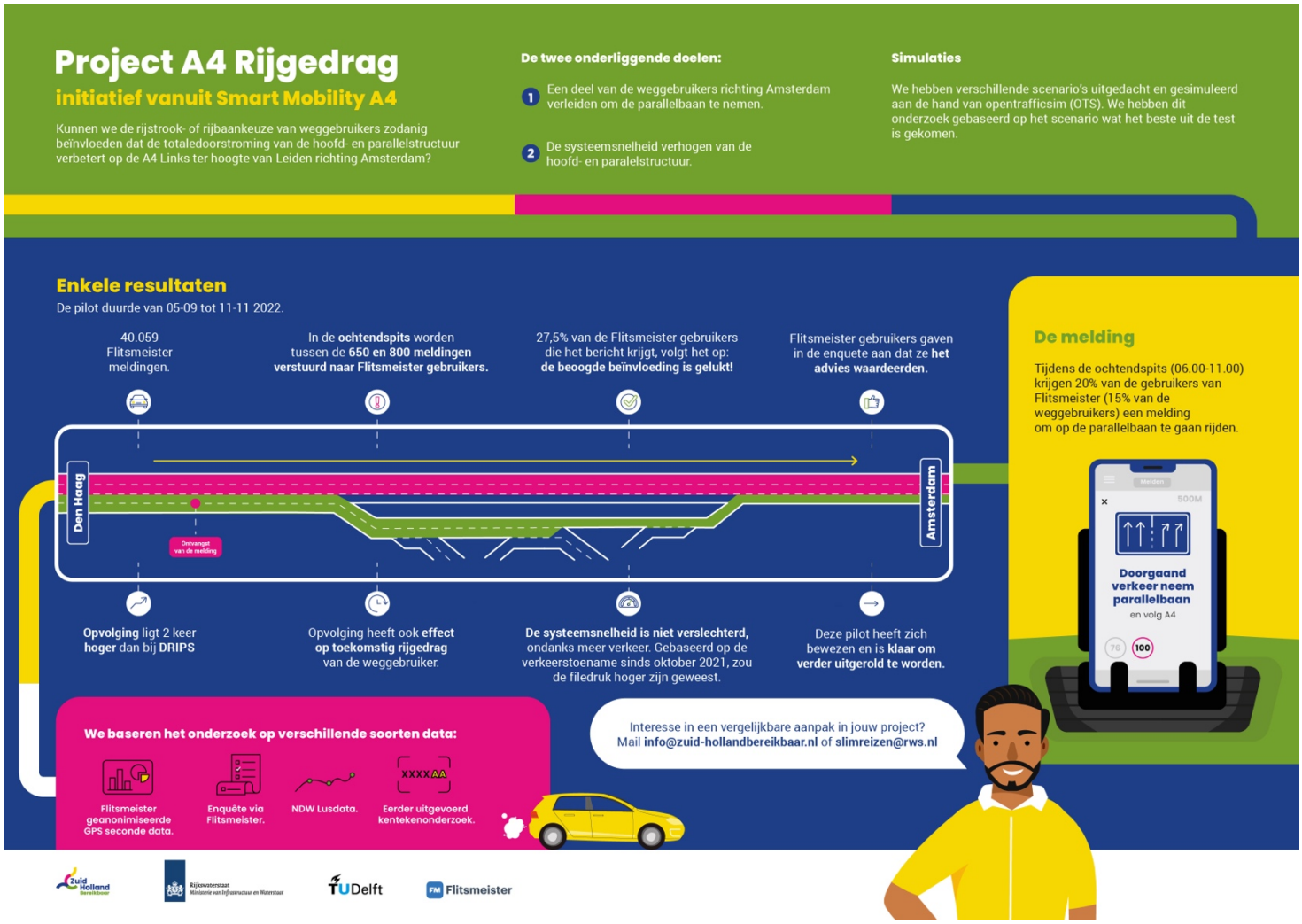
In deze structuur zijn gaandeweg wijzigingen geweest.
Korte opsomming:

- Projectteam
  * Smart Mobility Team A4: Hans Kramer en Ronald Adams zijn doorgegaan naar een nieuw project. Mounir el Hassnaoui heeft dit zelf verder ingevuld.
  * Marc van Rongen is mee gaan draaien in het projectteam
  * Flitsmeister heeft een kleine rol gehad bij het projectteam. In overleg afgesproken dat zij pas weer volledig meedoen na het go/no go moment (implementatie en de weg op).

- Klankbordgroep had steeds een wisselende samenstelling. Aanvullingen op de geaccordeerde projectstructuur: Roger Demkes (ZHB), Joost Hermans (RWS), Jeroen Rijsdijk (gemeente Rotterdam), Wouter Schakel (TU Delft), Bas Janssen (RWS), Martijn Broens (RWS), Alex van Loon (RWS)

- Beslisgroep go/no go: deze is uitgebreid met Roger Demkes (ZHB) en Victor Knoop (TU Delft).

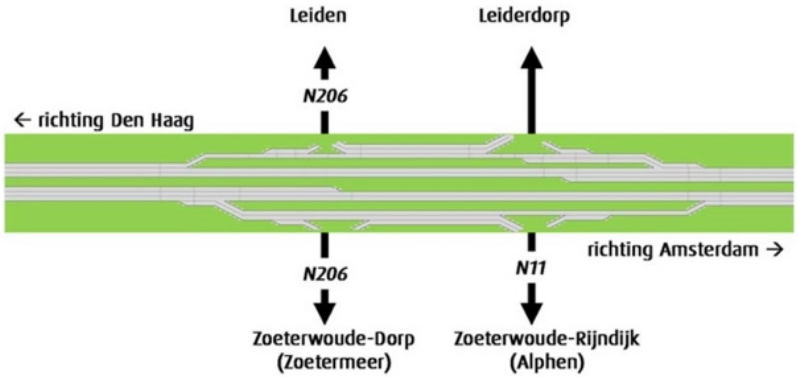
Visuele managementsamenvatting



Fase 1 vraagstelling

a. Proces

Vanuit het Smart Mobility Team van de A4 Corridor projecten RWS WNZ was er al een focus benoemd:
De focus bij dit project ligt op het beïnvloeden van de keuze van weggebruikers voor de hoofdrijbaan of de parallelrijbaan en het soepel laten wisselen van rijstrook. Met mogelijk nog een beïnvloeding tussen de stroken binnen de rijbaan, en op de juiste plek van strook wisselen. Zo kunnen rijstrookwisselingen geoptimaliseerd worden, capaciteit optimaal benut worden en rembewegingen vlak voordat de rijbanen uit elkaar gaan verminderd worden, wat ten goede komt aan de doorstroming.
Vanuit deze focus is door het projectteam de vraagstelling geformuleerd. Deze is getoetst bij de klankbordgroep. Aan de hand hiervan is de vraagstelling nog iets aangescherpt.



b. Bevindingen/resultaten

Vraagstelling: kunnen we de keuze van de weggebruikers voor rijstrook en hoofd/parallelstructuur zo beïnvloeden dat de totale doorstroming verbetert?

c. Conclusie

De vraagstelling was voldoende concreet om tijdens het proces keuzes voor oplossingsrichtingen te kunnen maken.

d. Evaluatie, aanbevelingen, lessen voor de toekomst

Werk met een zo concreet mogelijke vraagstelling. Dit geeft richting en houvast bij innovatieve projecten.

Fase 2 Dataverzameling

a. Proces

Flitsmeister data

Uit eerdere pilots is gebleken dat GPS seconden data waardevolle data is voor projecten voor het beïnvloeden van rijgedrag. Met deze data kan er een nauwkeurige nulmeting worden gedaan waarmee heatmaps gemaakt kunnen worden met weef- en rembewegingen. Uiteraard kan er vervolgens ook een nameting gedaan worden. Aan de hand hiervan kan er een effectmeting gedaan worden.
Flitsmeister is een betrouwbare leverancier van GPS seconden data met een grote en betrokken gebruikersgroep. Flitsmeister heeft al in meerdere projecten samengewerkt met ZHB. ZHB heeft voor dit project bij Flitsmeister de GPS seconden data inkocht.
Flitsmeister levert de data voor de nulmeting, de data voor de periode van de eventuele daadwerkelijke in-car berichtgeving, en indien wenselijk de data voor de nameting.

De dataverzameling voor de nulmeting was 8 weken, september en oktober 2021.

Om meer inzicht te krijgen hoe Flitsmeister gebruikers een keuze maken tussen hoofd/parallelstructuur is er een enquête uitgezet onder Flitsmeister gebruikers. De enquête liep van 3 tot en met 8 november 2021.

Aan de hand van data van Flitsmeister en de Verkeersonderneming is tevens gekeken naar het percentage FM gebruikers en het aandeel wat hiervan vaak op deze locatie rijdt en wat hier (zeer) sporadisch rijdt.

Lusdata

Om een goed inzicht te kunnen geven in de huidige verkeersproblematiek bij de parallelbaanstructuur bij de A4 links bij Leiden, is er aan de hand van NDW Dexter detector data van september en oktober 2021 een analyse gedaan. Hierbij is voornamelijk gekeken naar de beide spitsen, de frequentie van files, de (vermoedelijke) oorzaken van de files, de duur en de locaties van de files.

Kentekenonderzoek

Verder is er ook nog gekeken naar de data van een historisch kentekenonderzoek om een inschatting te maken van het aandeel bestuurders wat actief kiest voor de parallelrijbaan, terwijl ze komen vanuit Den Haag en door rijden richting Amsterdam (dus er niet af gaan bij één van de twee N-wegen die aansluiten op de parallelrijbaan).

b. Bevindingen/resultaten

GPS seconden data

In 8 weken heeft Flitsmeister bijna 1 mio ritgegevens (sessions ID's) geleverd.
Rit/session ID: het binnenrijden van het geofence en het uitrijden van het geofence.

- Dat zijn ongeveer 15.000 ritten per dag (beiden richtingen)
- verrassend weetje: vrijdag is de drukste dag

Terugkerende (unieke) rijder

Session ID's (ritten) geven alleen de basis ritgegevens. Uit de FCD kan niet herleid worden hoeveel ritten (session ID's) aan een bepaalde rijder toegerekend kunnen worden. Het toekennen van session ID's aan een rijder heeft Flitsmeister in eerdere projecten in samenwerking met ZHB ontwikkeld.

Een korte toelichting: iedere automobilist die het geofence binnen rijdt, krijgt een unieke code (VRO). De session ID's (ritten) kunnen aan de VRO gekoppeld worden. Dit levert de unieke rijder op.
Unieke rijder (VRO): een Flitsmeister gebruiker die in ieder geval 1 rit binnen het geofence heeft gemaakt.
Terugkerende rijder: een Flitsmeister gebruiker die meer dan 1 rit binnen het geofence heeft gemaakt.

De levering van RVO data was niet correct gegaan. Er was een bepaalde update niet uitgevoerd aan de kant van Flitsmeister. Hierdoor is er slechts van 4 weken (oktober 2021) de RVO data geleverd, in plaats van de afgesproken 8 weken.

4 weken RVO data levert de volgende inkijk van de Flitsmeister rijders op de A4 op
- er zijn in oktober 2021 ongeveer 500.000 ritten gemaakt
- deze 500.000 ritten zijn door 194.699 unieke rijders gemaakt – een unieke rijder is een Flitsmeister gebruiker die in ieder geval 1 auto rit binnen het geofence heeft gemaakt -.
- 120.000 ritten zijn gemaakt door mensen die er 1x rijden in de gemonitorde periode van 4 weken.
- 75.000 unieke rijders zijn meerdere keren gezien. Dit noemen we een terugkerende rijder.
- de 120.000 trips gemaakt door mensen die slechts 1x komen is 24% van het totaal aantal (van de 500.000) trips.
- 380.000 ritten (76% van de ritten) worden gemaakt (75.000) terugkerende rijders.
- Gemiddeld wordt elke terugkerende rijder 5 keer gezien in de 4 weken durende periode.

Enquête
Wetenswaardigheden:
- Meer dan >1600 ingevulde enquêtes in 5 dagen.
- 57,6% van de rijders (die de enquête heeft ingevuld) komt hier iedere week
- 28,3% neemt bewust de parallel als dat rustiger/sneller/slimmer lijkt
- 32,1% neemt de parallel niet
- 23,7% staat er niet bij stil
- 66,3% heeft automatisch Flitsmeister aan staan

c. Conclusie
- bepaal goed je gewenste geofence
- gebruik een analyse tool waarmee gekeken kan worden welk percentage van de gebruikers een terugkerende rijder is, wat de OD is voor de Flitsmeister gebruikers en, indien mogelijk, wat het aandeel vrachtverkeer is bij de Flitsmeister gebruikers

- blijf opletten tijdens de dataverzameling. Zo voorkom je vervelende verrassingen achteraf.
- er is best veel kennis voor nodig om met GPS seconden data te werken.
- het leveren van data vanuit De Verkeersonderneming (ZHB) aan de TU Delft ging niet altijd even soepel omdat er nog geen werkprocessen hiervoor waren.

d. Evaluatie, aanbevelingen, lessen voor de toekomst

Welke "achtergrond know how/basis kennis" is er nodig?

- er is kennis nodig voor het verwerken van GPS p/seconden data.
- er is kennis nodig om uit de GPS p/seconden relevante data te halen zoals rembewegingen, weefbewegingen en HB. Deze data kan vervolgens verwerkt worden tot inzichten voor filekiemen en rijgedragingen.
- veilig delen van data met een externe partij

Wat kan er "hergebruikt" worden?

- de code om de relevante data uit GPS seconden data Flitsmeister te halen (rembewegingen, weefbewegingen en HB) – deze kennis ligt bij Sascha Greven/Zuid-Holland Bereikbaar
- de kennis om veilig data te delen met externe partijen – deze kennis ligt bij Sascha Greven/Zuid-Holland Bereikbaar

Fase 3 Probleemanalyse

a. Proces

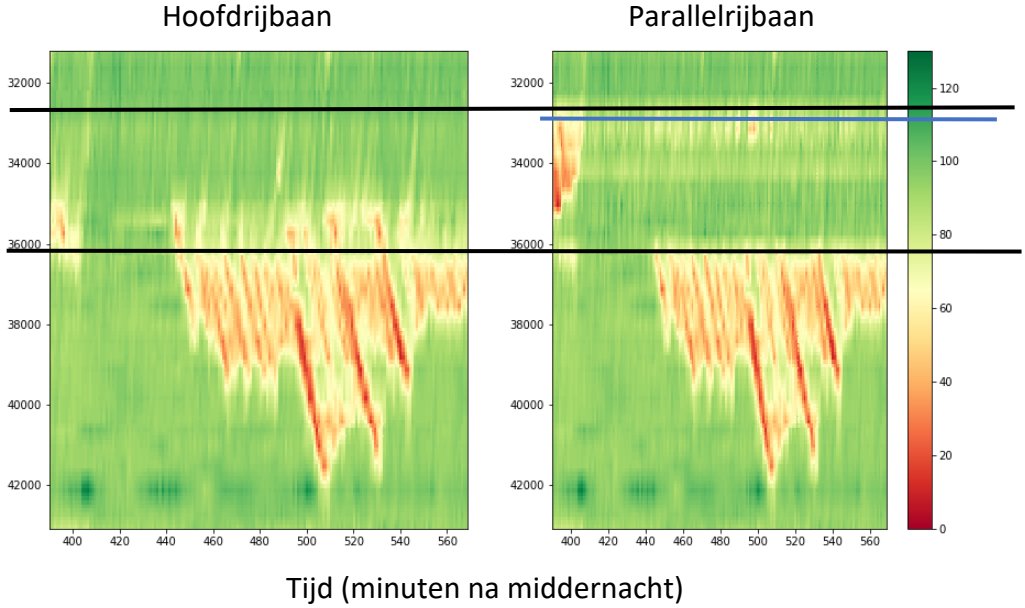
Zoals beschreven in de dataverzameling fase, is er gekeken naar loop detector data wat beschikbaar was in het NDW dexter format. In het onderzoek is alleen gekeken naar de richting Den Haag Amsterdam (zuid naar noord), omdat deze richting filegevoeliger is. Verder is aan de hand van Flitsmeister data gekeken naar het aandeel Flitsmeister gebruikers.

De vragen die in deze fase beantwoordt dienden te worden, luiden:

- Wat is de duur, starttijd en eindtijd van een gemiddelde ochtendspits?
- Wat is de duur, starttijd en eindtijd van een gemiddelde avondspits?
- Wat is de HB-matrix op basis van de vraag?
- Wat is het aandeel FM gebruikers?

b. Resultaten

Aan de hand van de data van september en oktober 2021, is gebleken dat de duur van de ochtendspits en avondspits op deze locatie vrij lang is. Gemiddeld genomen start de congestie tussen 07.00u en 07.30u en eindigt deze rond 09.00u. De congestie begint niet op de parallelrijbaan, maar veelal op de hoofdrijbaan, stroomafwaarts van het splitspunt. Dit komt waarschijnlijk door de wens om langzamer verkeer wat op de hoofdrijbaan rijdt in te halen. Sommige bestuurders nemen dan wellicht een te klein gat om in te voegen op de linkerrijstrook, wat zorgt voor een breakdown bij een drukke linker rijstrook. Zodra er file staat, ondervinden de linker twee rijstroken (1 en 2) stroomopwaarts van het splitspunt meer vertraging dan de rechter twee rijstroken (3 en 4).



Figuur 1: Gereden gemiddelde snelheid per minuut in de ochtendspits, 21-09-21

Voor de avondspits geldt ongeveer eenzelfde duur, van rond 15.30u tot ongeveer 18.30u. Ook hier is eenzelfde oorzaak gevonden voor de congestie, al is het hier drukker op de parallelrijbaan dan in de ochtendspits en is het op de hoofdrijbaan minder druk. In beide

spitsperiodes vindt er breakdown plaats op de hoofdrijbaan, stroomafwaarts van het splitspunt, ruim voor de theoretische 2200 voertuigen per uur per rijstrook die gehaald zou moeten kunnen worden.

In beide spitsen in het ook opgevallen dat er veel ongelukken (11) te zien zijn in de laatste kilometer stroomopwaarts van het splitspunt.

De gebruikte piekintensiteit van de herkomst en bestemming matrix (HB-matrix) is geijkt op detector data van de weg op de hoofdrijbaan en parallelrijbaan stroomafwaarts van de splitsing en op detectoren op de A4 bij Leidschendam in combinatie met het historische kentekenonderzoek. De uitkomsten zijn hieronder in tabel bij de conclusie te vinden.

c. Conclusie

Ochtendspits	
Den Haag -> Amsterdam	4215
Den Haag -> Afrit N206	890
Oprit N206 -> Afrit N11	452
Oprit N206 -> Amsterdam	1061
Den Haag -> Afrit N11	1191
Oprit N11 -> Amsterdam	603

Avondspits	
Den Haag -> Amsterdam	1023
Den Haag -> Afrit N206	1023
Oprit N206 -> Afrit N11	512
Oprit N206 -> Amsterdam	997
Den Haag -> Afrit N11	1472
Oprit N11 -> Amsterdam	590

Er is aan de hand van het kentekenonderzoek geconstateerd dat in de ochtendspits 8% van de weggebruikers actief kiezen om naar Amsterdam te rijden via de parallelrijbaan. In de avondspits is dit 3%. Dat dit percentage in de avondspits lager ligt, is logisch als je kijkt naar de initiële verdeling over de parallelrijbaanstructuur op basis van HB. Er is aangenomen dat dit percentage voor trucks gelijk is aan het percentage van personenvoertuigen. Verder is geconstateerd aan de hand van gewicht-specifieke loop detectoren dat het aandeel vrachtwagens (langer dan 12 meter) in de ochtendspits 7.27% bedraagt en in de avondspits 4.22%.

Verder is aan de hand van Flitmeister data geconstateerd dat ongeveer 12% van het wegverkeer met Flitsmeister rijdt. Er is aangenomen dat dit voornamelijk personenvoertuigen zijn en dat het aandeel bij vrachtverkeer lager ligt (aangenomen op 1%).

d. Evaluatie, aanbevelingen, lessen voor de toekomst

Welke “achtergrond know how/basis kennis” is er nodig?

- het kunnen analyseren van loop detector data
- aan de hand daarvan speed-contour plots kunnen maken
- het kunnen interpreteren van speed-contour plots
- het kunnen analyseren van Flitsmeister data

Wat kan er “hergebruikt” worden?

De methode is ook toepasbaar op andere locaties. Data moet verzameld worden en vervolgens kan daarmee worden bekeken wat de problematiek op de weg is. Deze specifieke analyse gebruiken voor andere locaties (de uitkomsten dus) is erg risicovol, want op elke locatie kan de HB anders zijn, kan het aandeel vrachtverkeer anders zijn enzovoorts. Zelfs

over 10 jaar op dezelfde locatie is het mogelijk dat deze resultaten dusdanig anders zouden zijn tegen die tijd, dat het goed is om dan opnieuw te kijken. Zeker als er infrastructurele aanpassingen zijn doorgevoerd.

Kan deze analyse gestandaardiseerd worden? => bewerkingen wel, interpretatie niet
De analysemethode kan gestandaardiseerd worden, mits dezelfde brondata wordt gebruikt. Dan is het een kwestie van een aantal variabelen aanpassen op de nieuw te analyseren locatie en de analyse kan worden uitgevoerd als de data is verzameld.

Fase 4 Idee-fase

a. Proces

In deze fase is gekeken naar de uitkomsten van de probleemanalyse.

- Op basis van deze resultaten zijn door het projectteam en door de klankbordgroep ideeën bedacht.
- Deze ideeën zijn door het projectteam getoetst aan de criteria in het projectplan. De meest waardevolle ideeën zijn voorgelegd aan de klankbordgroep. Zij hebben deze ideeën verrijkt.
- De verrijkte ideeën zijn besproken in het projectteam.
- Hieruit zijn na afwegen van potentie van de oplossing en de (on)mogelijkheid tot implementatie de vijf alternatieven met de hoogste slagingskans meegenomen naar de simulatiefase.

Criteria voor ideefase

In fase 4 worden er maatregelen/ideeën bedacht. Output is 3 – 4 maatregelen (oplossingen). Eén maatregel is in-car beïnvloeding van automobilist. Overige oplossingen kunnen ook in-car systemen gebruiken, maar ook overige middelen worden overwogen, waar de RWS infrastructuur dit toestaat (bijvoorbeeld gebruik van DRIPS). Eén oplossing mag spectaculair zijn. En wordt na een go verder opgepakt.
Overige maatregelen:

- Realiseerbaar binnen de huidige RWS structuren
- Implementeerbaar binnen 4 maanden
- Maximaal € 50.000 per maatregel

b. Resultaten/Bevindingen

23 eerste ideeën
11 verrijkte ideeën
5 ideeën voor de simulatie

c. Conclusie

De vijf maatregelen voor de simulatie:

- Herverdelen van Flitsmeister gebruikers over de hoofd- en parallelrijbaan. Dit is een in-car oplossing. De wegcapaciteit van de hoofd- en parallel structuur wordt optimaal benut door het geven van in car berichten aan Flitsmeister gebruikers. Het in-car bericht geeft advies om de parallelstructuur te nemen voor de route naar Amsterdam.
- “Geef ritsers ruimte” advies sturen naar Flitsmeister gebruikers. Dit is een in-car oplossing. De automobilist wordt bij een bepaalde snelheid of op een bepaalde plek geattendeerd om ritsers ruimte te geven. Hierdoor verwachten we dat het verkeersbeeld rustiger wordt en de doorstroming verbetert.
- Verlengen van het weefgedeelte (momenteel 585m). Het bestaande weefvak is relatief kort. Door het verlengen van het weefgedeelte verwachten we dat het verkeersbeeld rustiger wordt en de doorstroom verbetert.
- Een dynamisch vrachtwagenverbod op de hoofdrijbaan. Dit is een oplossing waarbij het vrachtverkeer dat naar Amsterdam moet onder nader te bepalen

omstandigheden over de parallelstructuur wordt gestuurd. Hierdoor verwachten we dat het verkeersbeeld rustiger wordt en de doorstroming verbetert.

- Het verlengen van de trajectcontrole tot het einde van het weefgedeelte (eindigt nu 2km stroomopwaarts van dit punt). Dit zou kunnen door het daadwerkelijk verlengen van de trajectcontrole maar ook met een in-car bericht aan Flitsmeister gebruikers die harder rijden dan de toegestane snelheid. Hiermee temper je de snelheid en verwachten we een rustiger verkeersbeeld en daarmee een betere doorstroming.

d. Evaluatie, aanbevelingen, lessen voor de toekomst

De klankbordgroep heeft waardevolle feedback gegeven op de oplossingen en is zelf ook met goede ideeën gekomen.

Fase 5 Virtuele testfase

a. Proces

In deze fase is aan de hand van opentrafficsim (OTS), een microscopisch simulatiemodel van de TU Delft, gekeken naar de verwachtte uitwerkingen van de verschillende alternatieven op de situatie op de weg. De gegevens uit de probleemanalyse-fase en idee-fase zijn hierin meegenomen, inclusief de gehele HB-matrix. Dit betekent dat het hele stuk weg vanaf Leidschendam tot ruim een kilometer na het samenvoegen van de parallelrijbaan en hoofdrijbaan bij Leiden is gesimuleerd.

Ook is de simulatie leeg laten lopen aan het einde, zodat alle voertuigen hun bestemming hebben bereikt bij het einde van hun simulatie en hun desbetreffende reistijd en vertraging kan worden meegenomen. Verder is er een warmlooptijd van 15 minuten geïntroduceerd en is het aankomstpatroon lineair opbouwend en afbouwend, met de piek op 100 minuten. Dit is gedaan, zodat er makkelijker gekeken kan worden naar welk alternatief de congestie het meest weet uit te stellen. Dit zorgt al met al voor een simulatietijd van 4,5 uur.

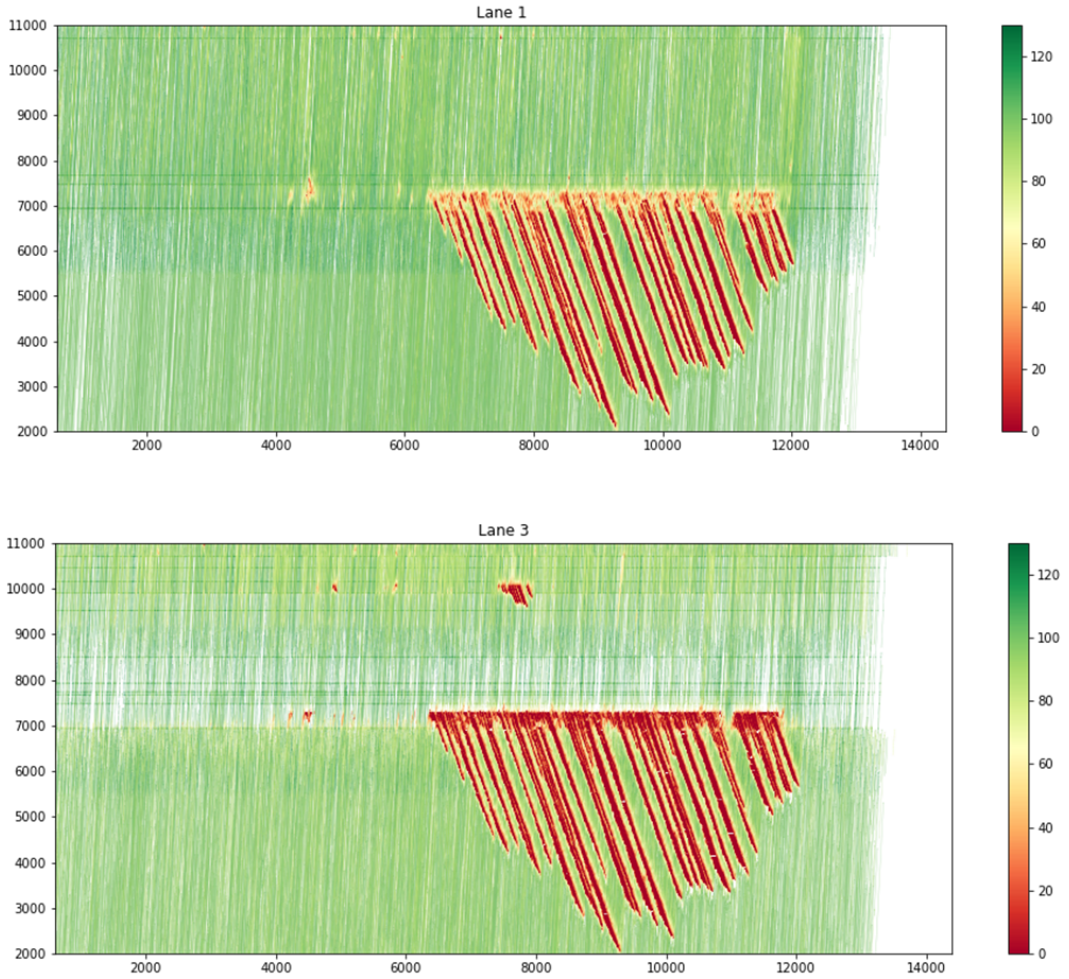
Verder is gefocust op de ochtendspits, aangezien dit de maatgevende spits is op dit traject. De alternatieven zijn ten minste 6 keer gerund met verschillende random seeds, waar sommige alternatieven 25 keer zijn gesimuleerd op verzoek van de kennisgroep. Dit laatste is alleen gedaan voor de meer kansrijke alternatieven en het basis scenario. Uiteraard is alleen dat verandert wat voor een alternatief veranderd dient te worden (bijvoorbeeld geen vrachtwagens op de hoofdrijbaan) en is niet gedraaid aan andere knoppen die van invloed zouden kunnen zijn op de resultaten (zoals bijvoorbeeld de piekintensiteit).

Het beoordelen van de verschillende alternatieven is gedaan aan de hand van verschillende Key Performance Indicators (KPIs), maar leidend hierin is de gemiddeld ondervonden reistijd. Dit ook, aangezien de hoofdfactor voor (on)veiligheid file is gebleken in de simulatie, dus het verlagen van de gemiddelde reistijd zorgt ook voor minder onveiligheid in de simulatie.

Huidige situatie
De huidige situatie is in OTS gesimuleerd om een idee te krijgen van de huidige reistijd voor een gemiddelde weggebruiker op dit stuk weg. De standaard waardes in OTS voor het gedrag van het verkeer zijn zo veel mogelijk in tact gehouden, maar het is gebleken dat dit niet voor een volledig juist beeld zorgt op deze locatie. De automobilisten zijn hier in het echt gevoeliger bevonden voor snelheidsverschillen (i.e. automobilisten zijn sneller geneigd in te halen bij lagere snelheidsverschillen) en automobilisten rijden hier over het algemeen in het echt redelijk coöperatief. Dat wil zeggen dat automobilisten hier al meer ruimte geven aan ritsers dan waar het LMRS (rijgedrag) model op is gekalibreerd.

Na deze aanpassingen in het rijgedrag model, is er een representatief beeld gevonden voor de files in het basis scenario. De parallelrijbaan laat vrijwel geen file zien en soms zijn er dagen zonder file, wat ook in het echt is teruggevonden in de data van NDW Dexter. De duur van de ochtendspits kan echter verschillend zijn in de simulatie, omdat er is gekozen voor een lineair opbouwend en afbouwend aankomstpatroon, wat in het echt niet het geval is.

Wat wel echt anders is in de simulatie, is dat het verkeer op rijstroken 3 en 4 minder hard langs de file rijdt dan in het echt is geobserveerd (maar ze rijden er wel langs) en in de simulatie ontstaat de file vaan vlak voor het einde van het splitspunt en minder vaak stroomafwaarts van het splitspunt op de hoofdrijbaan dan in het echt.

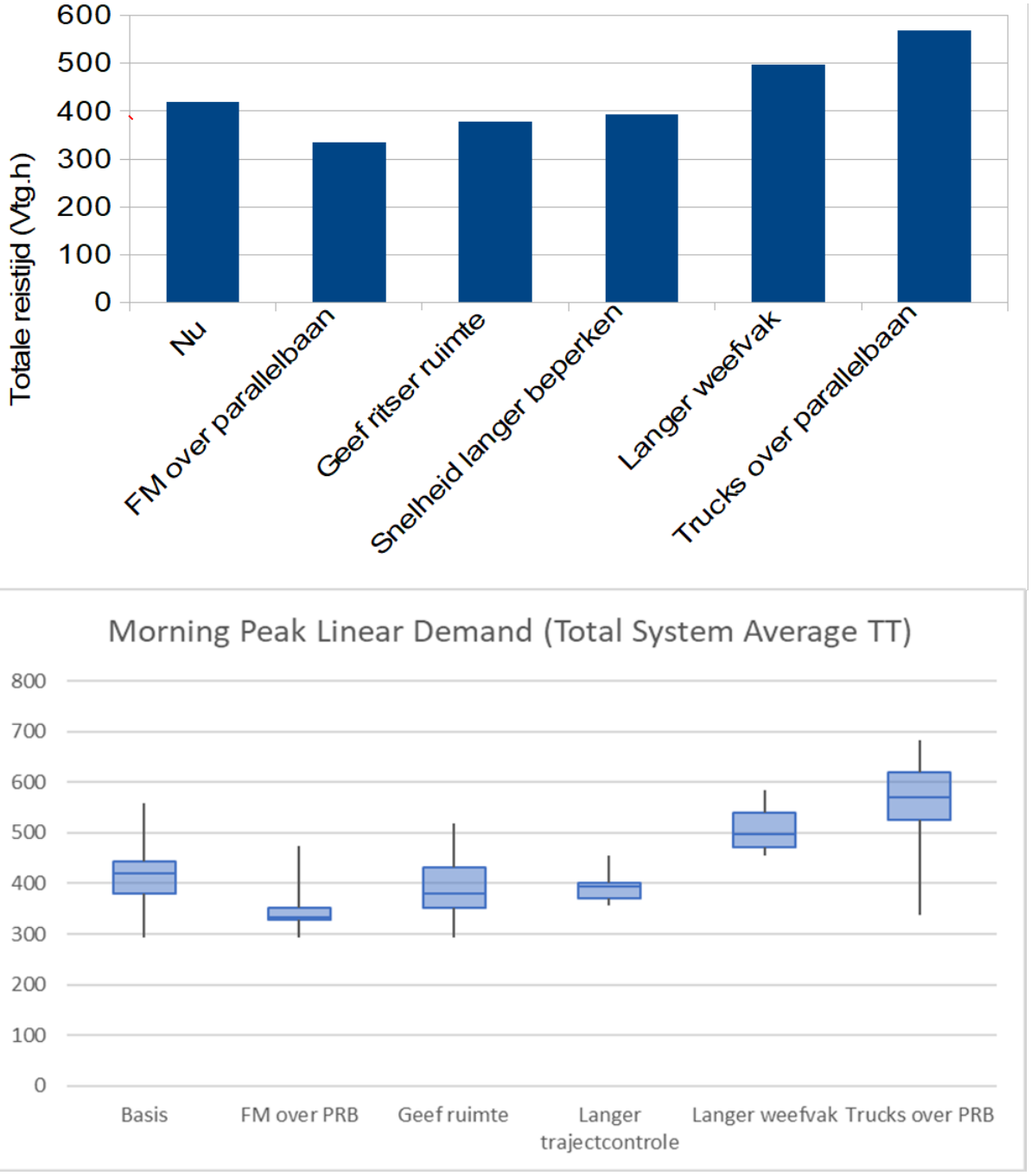


Figuur 2: Voorbeeld van een huidige scenario run

De gemiddelde reistijd voor een gemiddeld voertuig (gemiddeld ook over alle HBs) is in het huidige scenario 420 seconden. Tegen deze 420 seconden zijn de alternatieven gewogen.

b. Resultaten

In de figuren hieronder zijn de alternatieven geordend van meest succesvol naar minst succesvol. Los van de gemiddelde score, is ook de spreiding over de verschillende alternatieven middels een boxplot getoond. Na het tonen van de figuren, worden de verschillende bevinden van de alternatieven nog kort toegelicht.



Figuur3: Simulatie resultaten voor de gemiddelde reistijd

Herverdeling Flitsmeister gebruikers
Een gemiddelde winst van 86 seconden per voertuig is gevonden in de simulatie. Dit geeft, voor een totaal van 21000 voertuigen, een besparing van 502 voertuigverliesuren in een ochtendspits. Dit kan de file uitstellen of zelfs helemaal voorkomen. Verder is er geconstateerd dat niet alle Flitsmeister gebruikers (12% van het verkeer) over de paralelrijbaan gestuurd moet worden, aangezien de parallelrijbaan dit extra verkeer niet aan kan. Ook niet als de helft van de Flitsmeister gebruikers dit zou opvolgen. De resultaten zoals hierboven weergegeven, zijn met de aanname dat 2% van de Flitsmeister gebruikers wisselt van de hoofdrijbaan naar de parallelrijbaan. Met dit percentage ontstaat er ook file op de parallelrijbaan, maar deze is beperkt en de hoofdrijbaan heeft hier zoveel profijt van, dat dit voor het hele systeem beter is. Zelfs voor de mensen die nu over de parallelrijbaan gaan is dit beter, omdat ze niet in de file hebben gestaan stroomopwaarts van het splitspunt.

Er moet wel rekening worden gehouden dat Flitsmeister gebruikers dit misschien niet meer gaan opvolgen als ze erachter zijn gekomen dat ze elke keer in de file worden gestuurd als ze het advies opvolgen. Tevens is het mogelijk dat (een deel van) de 8% van de bestuurders die nu actief kiest voor de parallelrijbaan om richting Amsterdam te gaan, zal gaan kiezen voor de hoofdrijbaan als zij erachter komen dat er vaker file staat op de parallelrijbaan.

Tevens staat er op de borden niet aangegeven dat men over de parallelrijbaan ook richting Amsterdam kan rijden, wat wellicht voor verwarring kan zorgen als gebruikers wel dit advies krijgen.

Naast deze mogelijke negatieve gevolgen, zijn er ook nog kansen om de winst te vergroten. Zo kan een specifieke groep naar de parallelrijbaan gestuurd worden op basis van de snelheid (met de aanname dat de kans groter is dat zij al op rijstroken 3 en 4 rijden).

Geef ritsers ruimte
De gemiddelde winst bedraagt hier 41 secondes per gemiddelde weggebruiker, wat zorgt, met 21000 voertuigen, voor een besparing van 239 voertuigverliesuren. Dit advies kan de file uitstellen en soms zelfs helemaal voorkomen. Wel is er geconstateerd dat dit advies averechts werkt als er al file staat. In dat geval dient dit advies niet meer gegeven te worden. Dit zou kunnen op basis van de gereden snelheid van de Flitsmeister gebruiker. Daarnaast is ook geconstateerd dat er zo iets bestaat als te veel ruimte geven. Dit zorgt juist voor een slechtere overall prestatie van het systeem. Daarom is het belangrijk dat de bestuurders:

- Alleen ruimte maken als iemand ook echt wil gaan wisselen van rijstrook
- Ruimte maken door naar de buitenste rijstroken te gaan
- Als dat niet kan, ruimte maken door wat van gas af te gaan of licht remmen, maar liever niet remmen en zeker niet hard

Als er rekening gehouden wordt met het feit dat dit advies niet meer gegeven dient te worden als er al file staat, is het mogelijk dat in de praktijk dit alternatief sterker uit de bus komt dan in de simulatie. Dit, omdat in de simulatie het advies altijd aan alle Flitsmeister gebruikers gegeven wordt en er daar geen onderscheid wordt gemaakt op basis van de staat van het verkeer (file of niet).

Langere trajectcontrole
Dit levert een gemiddelde winst van 27 secondes per gemiddelde weggebruiker op, wat zorgt voor een besparing van 158 voertuigverliesuren in een ochtendspits als er wordt gekeken naar alle 21000 voertuigen. Wat aan dit alternatief vooral opvalt, is dat de spreiding tussen de verschillende simulatieruns heel laag is. Kortom, er ontstaat altijd wel file, maar vaak (veel) minder dan in het huidige scenario, waardoor de gemiddelde reistijd toch minder is. Dit zou kunnen komen, doordat er op rijstrook één meer ruimte is stroomopwaarts van de splitsing waar automobilisten dan naartoe kunnen uitwijken om invoegend verkeer vanaf rijstrook drie makkelijker toegang te geven tot rijstrook twee. Dit kan vervolgens de start van de file vertragen.

Verder is het interessant om te zien dat in dit alternatief juist ook vaak file ontstaat op de parallelrijbaan, voordat deze ontstaat op de hoofdrijbaan. Dit komt waarschijnlijk doordat er langer veel verkeer komt op de parallelrijbaan en op de hoofdrijbaan door het uitstellen van de file stroomopwaarts van het splitspunt. Blijkbaar heeft de parallelrijbaan moeite om dit extra verkeer goed af te handelen (wat ook terug te zien is bij het herverdelingsalternatief, waar 2% extra verkeer ook leidt tot file op de parallelrijbaan). Het is goed mogelijk dat dit in het echt ook het geval is. Kortom, de parallelrijbaan zou de file stroomopwaarts van de splitsing wel eens nodig kunnen hebben om het verkeer op de parallelrijbaan zonder file af te kunnen handelen.

Langer weefvak
In de simulatie geeft dit alternatief langere reistijden, maar het is de vraag of dit ook in het echt zo is. Zo is geconstateerd dat de automobilisten in de simulatie nu langer doen over hun weefbeweging, waar dit in het echt niet logisch is. In het echt is het waarschijnlijker dat weggebruikers kijken aan het begin van de blokmarkering of ze veilig en makkelijk kunnen weven en als dit het geval is, zullen ze dat doen. Als dit niet het geval is, dan zullen ze het weven uitstellen. Echter is het in de simulatie op dit moment niet mogelijk dit dynamische gedrag te implementeren en voeren de weggebruikers nu gewoon hun weefbeweging uit over een langer deel van de weg. Dat dit niet bevorderlijk is voor de totale doorstroming, is niet onlogisch.

Kortom, op basis van deze simulatieresultaten moet dit alternatief zeker niet worden geïmplementeerd, maar dat wil niet zeggen dat het niet toch kansrijk kan zijn. Ander wetenschappelijk onderzoek heeft al eens aangetoond dat een langer weefgebied kan zorgen voor grotere gaten waarin ingevoegd wordt, wat op zijn minst voor de veiligheid bevorderlijk zou moeten zijn.

Vrachtwagenverbod hoofdrijbaan
Ook dit geeft een langere gemiddelde reistijd voor de gemiddelde gebruiker, maar tegelijkertijd is dit wel het enige alternatief (samen met het drastisch herverdelen van de Flitsmeister gebruikers) wat echt de huidige filekiem wegneemt. Echter kan de parallelrijbaan de extra vrachtwagens simpelweg gewoon niet aan en moet dit dus ook zeker niet worden geïmplementeerd als daar geen oplossing voor is gevonden.

c. Conclusie

Verschillende veranderingen kunnen bijdragen de reistijd te verminderen, waarvan met name de eerste twee kansrijk zijn en waarvan het tweede en derde alternatief het makkelijkst te implementeren zijn:

1. Flitsmeister gebruikers sturen naar parallelrijbaan

- Mik op 2% van de Flitsmeister gebruiker van de hoofdrijbaan.
- Mogelijk te combineren met ‘geef ritsers ruimte’
- Monitor of er meer mensen zonder dit advies ‘teruggaan’ van de parallelrijbaan naar de hoofdrijbaan

2. Geef ritsers ruimte advies voor Flitsmeister gebruikers (of middels een bord voor alle weggebruikers)

- Monitor of dit ook zinvol is als er al file staat, mogelijk alleen dit advies geven vóórdat er file staat

3. Let op je snelheid advies geven aan Flitsmeister gebruikers

- Dit advies dient alleen te worden gegeven als weggebruikers te hard gaan rijden, (met name) na de trajectcontrole om het doortrekken van de trajectcontrole na te bootsen.

d. Evaluatie, aanbevelingen, lessen voor de toekomst

Tevens zijn er ook aanbevelingen voor verder onderzoek naar voren gekomen tijdens het project:

- Verlengen van de trajectcontrole valt buiten de mogelijkheden van dit project, maar komt wel als een kansrijk alternatief uit de simulaties.
- Verbod voor vrachtwagens op de hoofdrijbaan pakt goed de huidige problematiek aan, alleen is er op dit moment op de parallelrijbaan onvoldoende ruimte voor deze extra vrachtwagens. Het is het onderzoeken waard om te kijken of er met een andere maatregel meer capaciteit op de parallelrijbaan gecreëerd kan worden voor deze vrachtwagen. Dit kan bijvoorbeeld door meer infrastructuur, maar wellicht kan er ook meer capaciteit worden gecreëerd door de 8% van Den Haag naar Amsterdam die nu via de parallelrijbaan gaat over de hoofdrijbaan te sturen.

Welke “achtergrond know how/basis kennis” is er nodig?

Een goed conceptueel vermogen om in te schatten wat verschillende mogelijke oplossingen voor effect kunnen hebben op de verkeersstroom. Verder is het nodig om te weten hoe simulatie werkt, hoe rijgedrag in de simulatie verschilt van rijgedrag bij echte weggebruikers en dient er knowhow te zijn over hoe de verschillende alternatieven vergeleken kunnen worden.

Wat kan "hergebruikt" worden?
De methode is ook toepasbaar op andere locaties. Oplossingen moeten worden bedacht en die moeten vervolgens worden gesimuleerd. De resultaten hiervan dienen vergeleken te worden onderling om tot kwantitatieve inzichten te kunnen komen. Zodra parameters anders zijn (denk aan de specifieke OD-matrix, maar ook de weg-layout of het aandeel vrachtverkeer), dienen de oplossingen opnieuw gesimuleerd te worden om te kijken wat in de nieuwe situatie tot de beste score op de verschillende KPIs leidt.

Kan deze analyse gestandaardiseerd worden? => bewerkingen wel, interpretatie niet
Het noteren van de simulatieresultaten en het batchrun proces kan zeker geautomatiseerd worden. Het opzetten van de simulatie voor verschillende locaties echter, is een ander verhaal. Hier zal altijd enig handwerk bij komen kijken.

ADVIES

a. Proces

Aan de projectgroep is advies gevraagd welke maatregelen wel/niet door zouden moeten gaan naar de implementatiefase.

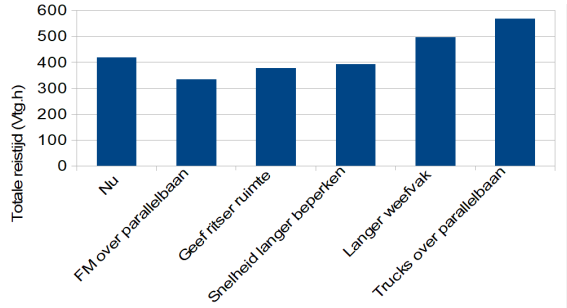
Het advies van de projectgroep is gebaseerd op: de project vraagstelling, de gegeven criteria in het projectplan en de uitkomsten van de virtuele testfase.

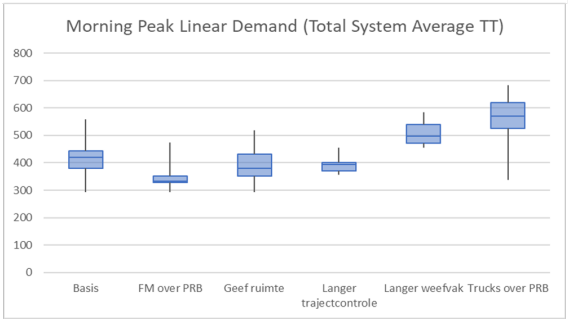
De vraagstelling: kunnen we de keuze van de weggebruikers voor rijstrook en hoofd/parallelstructuur zo beïnvloeden dat de totale doorstroming verbetert?

De criteria: In fase 4 worden er maatregelen bedacht. Output is 3 – 4 maatregelen (oplossingen). Eén maatregel is in-car beïnvloeding van automobilist. Overige oplossingen kunnen ook in-car systemen gebruiken, maar ook overige middelen worden overwogen, waar de RWS infrastructuur dit toestaat (bijvoorbeeld gebruik van DRIPS). Eén oplossing mag spectaculair zijn. En wordt na een go verder opgepakt. Overige maatregelen:

- Realiseerbaar binnen de huidige RWS structuren
- Implementeerbaar binnen 4 maanden
- Maximaal € 50.000 per maatregel

De simulatie:


600
500
400
300
200
100
0
Totale reistijd (Mg.h)
Nu
FM over parallelbaan
Geef rijser ruimte
Snelheid langer beperken
Langer weefvak
Trucks over parallelbaan


Morning Peak Linear Demand (Total System Average TT)
800
700
600
500
400
300
200
100
0
Basis
FM over PRB
Geef ruimte
Langer trajectcontrole
Langer weefvak
Trucks over PRB

b. Bevindingen

Uit de simulatiefase komt duidelijk naar voren welke ideeën voldoen aan de voorwaarde uit de vraagstelling dat de totale doorstroming naar verwachting zal verbeteren.

Positief:

- herverdelen van Flitsmeister gebruikers over de hoofd- en parallelrijbaan
- geef ritsers ruimte

Neutraal:

- snelheid langer beperken

Negatief

- langer weefvak
- trucks over parallelrijbaan

De maatregelen die een verwacht positief effect kunnen hebben voldoen aan het criteria dat één in ieder geval een in-car maatregel is. Het zijn beiden in-car berichten.

Één maatregel voldoet ook aan de gehele vraagstelling, namelijk het herverdelen van de Flitsmeister gebruikers over de hoofd/parallelstructuur.

c. Advies

Advies vanuit de projectgroep:

1. het idee “herverdelen Flitsmeister gebruikers over hoofd/parallelstructuur” door laten gaan naar de implementatiefase. Dit idee voldoet aan alle gestelde voorwaarden van vraagstelling en criteria en komt positief uit de virtuele testfase.
2. het idee “geef ritsers ruimte” door laten gaan naar de implementatiefase. Het idee heeft een verwacht positief effect op de doorstroming, voldoet aan de criteria dat het implementeerbaar kan zijn binnen een budget van € 50.000 en binnen 4 maanden* en komt positief uit de virtuele testfase.

   De overige ideeën nu niet verder verkennen en/of uitwerken. Dit kan in een ander project opgepakt worden. Zie de aanbevelingen bij fase 5 (virtuele testfase)

Aanvullende informatie: in de projectbegroting is €7.500 opgenomen voor het implementeren van één in-car maatregel via Flitsmeister. Deze inschatting is gemaakt op basis van informatie van Flitsmeister.

* Op basis van ervaringen uit eerdere pilots met in-car Flitsmeister berichten schat de projectgroep in dat de ideeën voldoen aan de criteria dat ze implementeerbaar zijn binnen 4 maanden en uitvoerbaar zijn binnen een budget van € 50.000 per maatregel. Een eerste snelle toets bij Flitsmeister geeft aan dat dit inderdaad mogelijk zou moeten zijn.

Fase 6 Implementatiefase

a. Proces

In deze fase is er nagedacht en beschreven hoe het gekozen alternatief daadwerkelijk uitgerold kan worden op straat.

Aangezien het “herverdelen Flitsmeister gebruikers over hoofd/parallelstructuur” het meest effect had in de simulatie, is besloten dit alternatief te implementeren.

Om de vooraf bepaalde 2% verschuiving in de route-keuze is het waarschijnlijk nodig om niet alle Flitsmeister gebruikers het de route-keuze voor de parallelrijbaan te adviseren. Immers, ongeveer 12% (10%-15%) van de weggebruikers rijdt met Flitsmeister aan. Mocht het opvolggedrag dan rond de 50% liggen, wordt te veel extra verkeer over de parallelrijbaan gestuurd.

Uitgangspunt was dus dat slechts een klein gedeelte van de Flitsmeister gerbuikers een melding zouden krijgen. Dit was echter nog geen feature van Flitsmeister. Dit is voor deze pilot ontwikkeld.

Verder is de effectmeting van de pilot vormgegeven.

b. resultaten

Toelichting op de implementatie van het uitsturen van het bericht

Flitsmeister werkt met een hexadecimaal identificatiesysteem voor individuele ritten. Door te kijken naar deze per rit willekeurig gegenereerde hexadecimale getallen te kijken en op een selectie daarvan het route-advies bericht te sturen, is het mogelijk slechts een deel van de Flitsmeister gebruikers een bericht te sturen.

Er is gekozen om van alle Flitsmeister gebruikers (op de gebruikers met speciale PRO functionaliteiten na, wat slechts een zeer beperkt deel is (slechts 0,05% van de gebruikers)) 20% het route-advies te sturen. Als dan iedereen het advies zou opvolgen die het bericht krijgt, zal er een verschuiving van 3% in de gekozen route plaatsvinden. Als er een opvolgpercentage van 50% is, zal er dus een verschuiving van 1,5% plaatsvinden. Hier is voor gekozen, aangezien het wenselijker iets ‘te weinig’ dan te veel Flitsmeister-gebruikers van route-advies voor de parallelrijbaan te voorzien.

Tevens was een voorwaarde voor de feature dat deze tijdens de pilot makkelijk aangepast kon worden in het percentage dat een bericht zou krijgen. Dit is noodzakelijk om te voorkomen dat het te druk zou worden (percentage omlaag) of te rustig (percentage omhoog).

Moment van versturen

Tijdstip

Dit bericht wordt enkel verstuurd tijdens de ochtendspits, omdat dit de maatgevende spitsperiode is op dit traject. Gedurende deze hele periode wordt dit bericht gestuurd,

ongeacht de status van het verkeer. De ochtendspits hier is gedefinieerd als “6:00uur tot 11:00uur”. In totaal wordt dit bericht dus 5uur per dag aan 20% van de Flitsmeister gebruikers gestuurd.

Er is voor gekozen om het bericht gedurende deze hele periode uit te sturen, omdat uit historische data in de probleemanalyse is gebleken dat de specifieke start, eind en totale duur van de ochtendspits heel erg fluctueert. Daarom is het niet accuraat te voorspellen wanneer het bericht dan precies verstuurd moet worden om het enkel net voorafgaand aan het ontstaan van file te sturen. De snelheid op de weg kan een indicatie geven wanneer er file ontstaat. Echter is het al (net) te laat voor echt een (significant) effect als het bericht pas wordt verstuurd vanaf het moment dat de snelheid op de snelweg al is gedaald naar de 85km/h of 90km/h.

Kortom, om het bericht met zekerheid te sturen wanneer er nog sprake is van een free flow op de snelweg, is ervoor gekozen het bericht gedurende de gehele ochtendspits uit te sturen.

Moment van versturen

Locatie - trajectcontrole

Het specifieke moment van sturen (en ontvangen) naar (/bij) de Flitsmeister-gebruiker is het moment dat het betreffende voertuig 3 kilometer stroomopwaarts van het splitspunt is. Dit is nog voor het einde van de trajectcontrole en dit geeft de weggebruiker voldoende ruimte om het bericht op een veilige manier op te volgen. Het bericht al sturen voordat de trajectcontrole afloopt, is een bewuste keuze om de kans te verkleinen dat de bestuurder die dit bericht krijgt met een (te) hoge snelheid ‘verloren’ tijd van de snelheid tijdens de trajectcontrole probeert goed te maken. Als een bestuurder met een (te) hoge snelheid zich op de meest linkerrijstrook van de snelweg bevindt, moet deze bestuurder (ten minste) twee rijstrookwisselingen naar rechts maken én waarschijnlijk zijn snelheid flink verminderen om het route-advies op te volgen. Dit is een onwenselijke situatie, dus is ervoor gekozen dit bericht redelijk ver van tevoren te versturen.

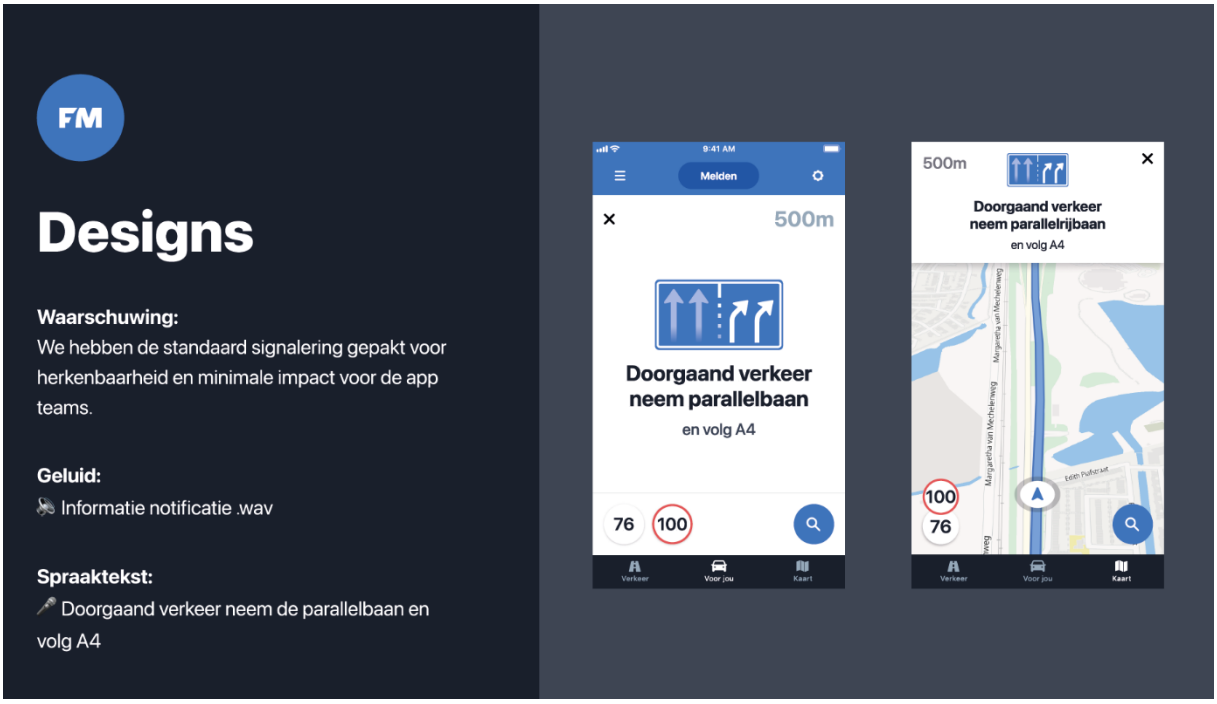
De bestuurder krijgt, als hij 100km/h rijdt, het bericht 108 seconde van tevoren als het bericht 3kilometer van tevoren wordt verstuurd. Dit is ook weer niet zo ver van tevoren dat de bestuurder dit bericht al is vergeten als hij het daadwerkelijk op moet gaan volgen.

De melding

Het bericht op het mobiele apparaat in de app van Flitsmeister omvat een korte tekst “Doorgaand verkeer neem parallelbaan” en een afbeelding ter illustratie (zie figuur 3). De tekst is bewust kort en bondig gekozen, zodat de bestuurder niet lang naar zijn of haar telefoon hoeft te kijken en om het niet onnodig ingewikkeld te maken.

Tevens kent het bericht een notificatie-geluid en wordt het bericht ook uitgesproken op de telefoon, tenzij de gebruiker deze functionaliteit uit heeft staan.

Bestuurders die sowieso een afrit willen nemen, kunnen dit bericht ook ontvangen. Deze bestuurders zullen dit bericht dus effectief ‘opvolgen’, al ervaren zij het zelf misschien als het ‘negeren’ van het route-advies (want ze moesten toch die kant op).



Figuur 3: Flitsmeister-bericht

Effectmeting van de pilot

Gedurende de loopperiode van de proef (2 maanden) wordt, net als in de probleemanalyse-fase, de volledige FCD aangeleverd en geanalyseerd om een uitspraak te kunnen doen van het verkeersbeeld. Ook zal weglus-data wederom worden geraadpleegd om het verkeersbeeld te analyseren.

Daarnaast wordt tijdens de analyse-fase van het alternatief, naast de volledige FCD van alle Flitsmeister gebruikers binnen het geofence, ook apart mini-FCD van de FM-gebruikers die het advies krijgen bewaard. Deze mini-FCD bestaat uit data van in totaal 30 seconden. Dit omhelst 10 seconde vlak voordat het bericht op de telefoon wordt getoond en de eerste 20 seconde direct erna. Met behulp van deze mini-FCD kan worden achterhaald bij welke locatie en snelheid data een gebruiker die het advies heeft gekregen hoort en kan op die manier met behulp van de volledige FCD de volledige trajectorie van deze gebruiker worden nagegaan. Tevens kan makkelijk worden herleid hoeveel gebruikers het advies hebben gehad in een bepaalde periode. Dit is immers het aantal mini-FCDs gedurende die periode.

Ook wordt FM-gebruikers die door het geofence zijn gereden tijdens de ochtendspits verzocht een enquête in te vullen. Deze enquête begint met de vraag of de gebruiker ook daadwerkelijk het gericht heeft gezien. Als dit het geval is, wordt de gebruiker nog onderworpen aan maximaal 3 vervolg vragen. Namelijk, 1) heeft u het advies opgevolgd? 2) kunt u uitleggen waarom u het advies niet heeft opgevolgd? 3) heeft u nog vragen of andere suggesties die u met ons wilt delen? De uitkomsten van deze enquête worden meegenomen in de algehele beoordeling van het opvolggedrag en de effectiviteit van het advies.

c. conclusie

- Er is een nieuwe functionaliteit ingebouwd in Flitsmeister om een bericht naar een beperkt aantal willekeurige gebruikers te kunnen sturen. Voor deze proef is gekozen voor 20% (als startpunt)
- Het bericht wordt gedurende de gehele ochtendspits verstuurd (van 6:00 uur tot 11:00 uur) voor een maximaal effect als er nog geen file staat
- Het bericht wordt ontvangen 3 kilometer stroomopwaarts van de splitsing (dit is 108 seconde van tevoren bij een snelheid van 100km/h)
- Het bericht zelf bevat een korte tekst “Doorgaand verkeer neem parallelrijbaan” en bevat ook: 1) een notificatiemelding, 2) het uitspreken van de tekst en 3) een illustratie die in dezelfde stijl is ontwikkeld als de standaard signalering.
- Mini-FCDs kunnen weergeven hoeveel gebruikers het advies hebben gehad en, als deze mini-FCD succesvol is gelegd over de volledige FCD, kan de gebruiker ook worden gevolgd voor het hele geofence
- Een enquête is uitgezet ter ondersteuning van de bevinden aan de hand van de Flitsmeister FCD en de lusdata

d. Evaluatie, aanbevelingen, lessen voor de toekomst

Welke “achtergrond know how/basis kennis” heb je nodig?

Een beeld van de verschuiving in de route-keuze die je wilt bereiken, inclusief het aandeel Flitsmeister gebruikers op het traject en het liefst ook met een gedegen inschatting van het opvolggedrag. Tevens is het handig om te weten hoe dergelijke berichten er standaard uit

zien om verwarring bij de weggebruiker zo veel mogelijk te voorkomen. Daarnaast moet er ook van tevoren goed worden nagedacht over het moment van het versturen van de melding, zowel in de periode (ochtendspits) als de locatie (3 km stroomopwaarts).

Wat was toegevoegde waarde van de kennisgroep?
De ZHB kant van de kennisgroep heeft ervaring met dit soort experimenten, waardoor van tevoren een inschatting kon worden gemaakt kon worden van het aandeel FM-gebruikers en het opvolggedrag.
De TU kant van de kennisgroep heeft van te voren voornamelijk nagedacht over het moment van het sturen van de melding, zowel in tijd als locatie.
Flitsmeister heeft, op advies van de rest van de kennisgroep, het bericht verder ontwikkeld.
Rijkswaterstaat heeft op zijn beurt input gehad in al deze processen door middel van goede suggesties en goede kritische vragen bij bepaalde keuzes.

Wat kan er wel/niet “hergebruikt” worden?
De techniek die door Flitsmeister is ontwikkeld om een bepaald deel van de gebruikers een melding te sturen kan in toekomstige projecten hergebruikt worden.
Ook het bericht kan makkelijk hergebruikt worden in een soortgelijke situatie.

Bij een nieuwe locatie moet uiteraard wel goed vooraf worden nagedacht over de te wensen verschuiving in de route-keuze en over het moment van het versturen van de melding (in zowel periode als locatie).

Fase 7 De weg op – Resultatenfase

a. Proces

In deze fase is zijn de berichten daadwerkelijk verstuurd naar de Flitsmeister gebruikers.

In deze fase wordt:

- (1) **gecontroleerd** of de geleverde data correspondeert met de uitgangspunten de pilot
- (2) **gemonitord** en bijgestuurd waar nodig
- (3) **effectmeting**: kunnen we in de data een effect van de beïnvloeding (geven van de meldingen) terug zien?

Uitgangspunten van het geven van de meldingen

- **Locatiemelding:**
  HMP 36,5
- **Percentage Flitsmeister gebruikers wat een melding krijgt**
  1 op 5 dus 20% van het totaal op dat moment
- **Tijdstip**
  06.00 - 11.00 op werkdagen
- **Data levering aan ZHB**
  VRO ID met timestamp
- **Dataverzameling**
  maandag 5 september 2022 t/m vrijdag 11 november 2022
- **Historische data**
  1 juli 2022 t/m 31 juli 2022
  4 oktober 2021 t/m 31 oktober 2021

Controle van de data

De data hebben we gecontroleerd door te kijken naar:

1. Locatie van de meldingen
2. Aantallen meldingen aan bestuurders (per dag + per uur)
3. Samenhang tussen een rit en een melding

Locatie van de meldingen

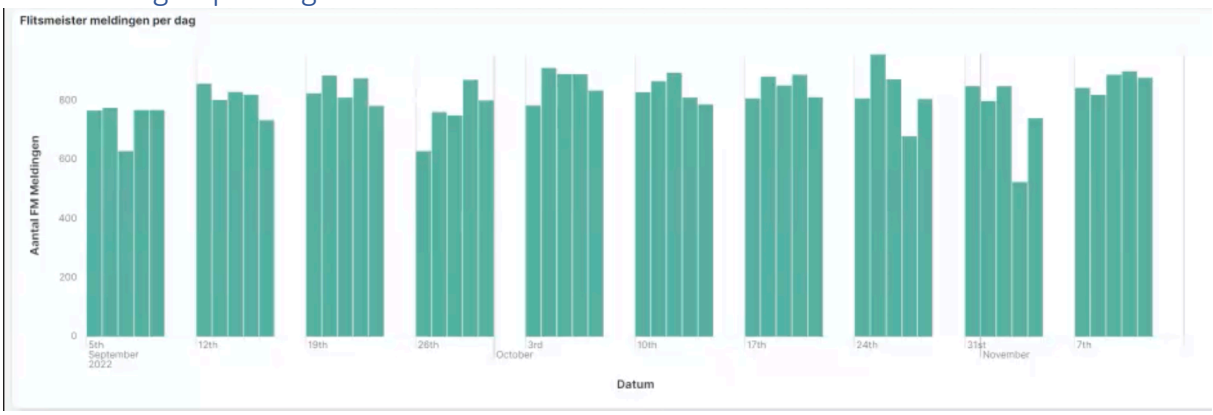
Flitsmeister heeft tot en met vrijdag 11 november 2022 40.059 meldingen verzonden naar de doelgroep: zijnde 20% van de bestuurders die door het aangebrachte geofence reden bij HMP 36,5 (A4 noord 3 km voor de splitsing tussen HRR en PRR), tussen 06.00 en 11.00 op werkdagen. Deze meldingen zijn door FM in een afzonderlijke data set aangeleverd, de mini-FCD.

Uitleg verwerkingsmethode data: De meldingen worden ongeveer 3 km voor de splitsing van de HRR en de PRR verstuurd. Motivatie voor het vroeg versturen van de meldingen: automobilisten hebben zo ruim de tijd om de melding veilig op te volgen. De automobilisten kunnen dus rustig voorsorteren en hierdoor hopen we harde rembewegingen te voorkomen.

Figuur 4: mini-FCD op kaart – GPS-locaties rond de melding

Aantallen meldingen aan bestuurders (per dag + per uur)

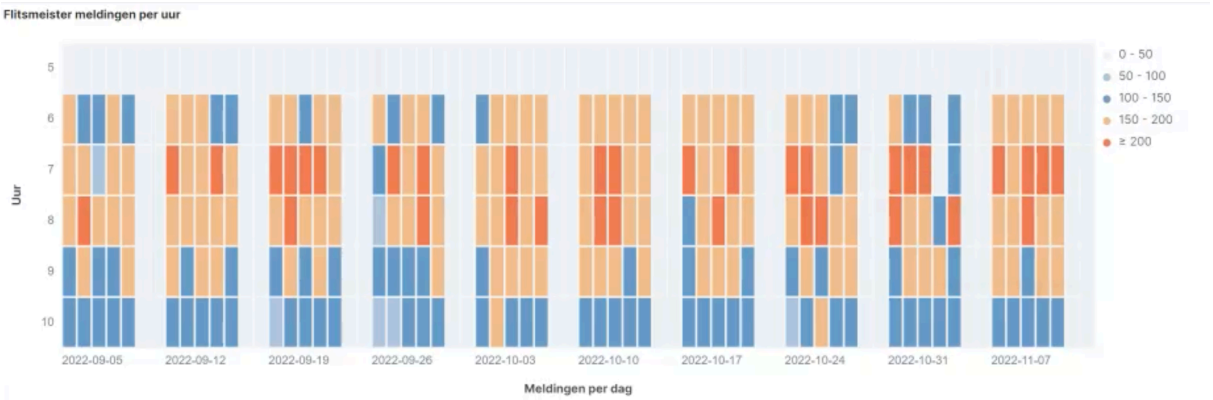
FM meldingen per dag



Figuur 5: FM meldingen per dag

Inzicht: op een werkdag in de ochtendspits worden tussen de 650 en 850 berichten gestuurd.

FM Meldingen per uur



Figuur 6: Meldingen per uur

Inzicht: de meeste meldingen zijn verstuurd tussen 7 en 9 uur s'ochtends. Op de drukste momenten werden er meer dan 250 meldingen per uur worden verzonden.

Samenhang tussen een rit en een melding

Uitleg verwerkingsmethode data: De Mini FCD in combinatie met de FCD wordt gebruikt om het opvolggedrag te kunnen bepalen. Met enkel de FCD kan niet vastgesteld worden of een gebruiker de PRR volgt èn een melding heeft gekregen. Door een vergelijk op de locatie en de tijd te trekken op het moment wanneer een melding is gegeven kan een rit geïdentificeerd worden als zijnde een bestuurder die een melding heeft ontvangen. Daarbij worden volgend uitgangspunten vastgelegd:

- Tijd: Een rit in de mini FCD Data zal zich op hetzelfde tijdpunt bevinden als een rit in de FCD Data.
- Locatie: Een geografisch meetpunt in de mini FCD Data zal zich op dezelfde locatie bevinden in de FCD Data. Er wordt een lichte foutmarge gehanteerd, aangezien gps-data om privacy redenen wordt gemanipuleerd.

Er kunnen verschillende redenen zijn waarom voor een melding niet gecombineerd kan worden met een trip. Omdat er gebruik gemaakt wordt van twee verschillende datasystemen is het niet mogelijk voor iedere melding een trip te vinden. De doelstelling voor het correct matchen van de meldingen op de trip lag op 80%. Dit is gelukt!

Tabel 1: Aantal meldingen gematched op ritten

Maand	Aantal ritten	Aantal meldingen	% Aantal meldingen/ Aantal ritten	Aantal meldingen gevonden	% Aantal meldingen gevonden/ Aantal ritten	Aantal meldingen niet gevonden	% niet gematched = Aantal meldingen niet gevonden/ Aantal ritten	% Successvol gematched = Aantal meldingen gevonden/ Aantal meldingen
September 2022	91,919	18,926	20.59%	16,418	17.86%	2,508	13%	87%
Oktober 2022	106,085	18,776	17.70%	16,929	15.96%	1,847	10%	90%
November	55,323	8,542	15,45%	7,253	13,11%	1,289	15%	85%

Conclusie:

In deze analyse is gekeken of de gegeven meldingen overeenstemmen met de opgegeven uitgangspunten:

- Het totaal aantal gerapporteerde meldingen van Flitsmeister (>40.000) komt overeen met de afgesproken 20% van het totaal aantal bestuurders dat een melding zou moeten krijgen.
- Het aantal meldingen dat terug te leiden is naar een Trip binnen de FCD is ruim boven het te verwachten resultaat (meer dan 88 %).

De data (gegeven meldingen) kloppen met de uitgangspunten.

Monitoring en Bijsturen

We hebben de pilot gemonitord op doordeweekse dagen van 06:00 – 11:00 (ochtendspits) in de rijrichting van zuid naar noord. Tijdens de pilot werden de volgende zaken gemonitord:

1. Wat is het percentage van de bestuurders dat een melding krijgt?
2. Wat is het percentage van de meldingen dat wordt opgevolgd?
3. Wat is de doorstroming op de HRR en de PRR?

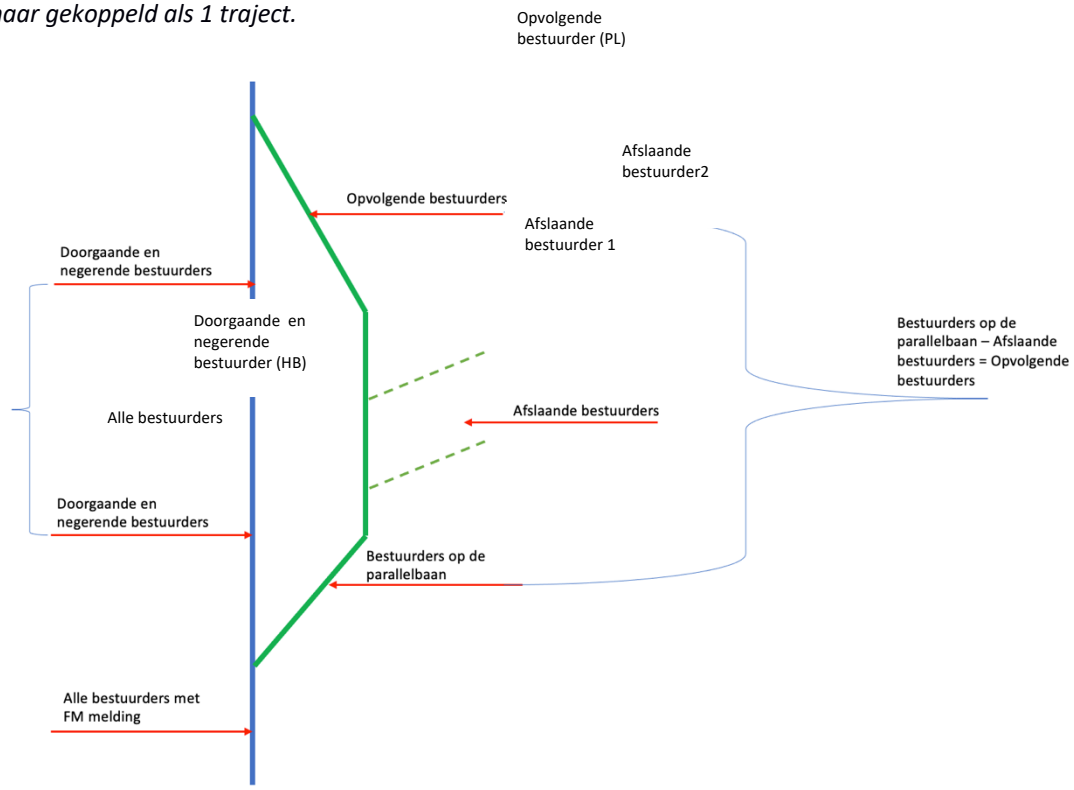
In de pushmelding wordt geadviseerd om de PRR te volgen. Er is gebruikt gemaakt van floating car data (FCD) van FM om te bepalen of de meldingen opgevolgd worden door de bestuurders. In de FCD kan de route van elke bestuurder gevolgd worden. We onderscheiden 3 routes:

1. Bestuurders die de PRR tot het einde opvolgen (opvolgende bestuurders)
2. Bestuurders die de HRR volgen (doorgaande en negerende bestuurders)
3. Bestuurders die afslag 1 of 2 nemen (afslaande bestuurders)

Figuur 7 geeft deze routes weer op de kaart en Figuur 8 geeft een schematische voorstelling van de routes.

Figuur 7: Schematische routes

In bovenstaande afbeelding zijn de trajecten inzichtelijk waarop bestuurders zich bevinden en het moment waarop deze trajecten uitgesplitst kunnen worden. Afslaande bestuurder 1 en 2 worden niet individueel gebruikt, maar gekoppeld als 1 traject.



Figuur 8:Situatieschets. Blauw = hoofdrijbaan, Groen = parallelrijbaan. Pijlen wijzen de meetpunten aan waarop de trajecten gespecificeerd gaan worden.

De pilot kon meteen worden bijgestuurd in het geval van negatieve effecten.
De meldingstructuur van FM zou dan worden gewijzigd of in het geheel worden stopgezet.
Dit kan in de volgende situaties gebeuren:

1. Als de capaciteit van de PRR wordt benaderd.
2. Als het relatieve of absolute aantal pushmeldingen afwijkt van de afspraak.
3. Als er een grote afwijking is tussen de verwachte en zichtbare doorstroom.
4. Als er overige onvoorziene gevolgen zijn.

In deze gevallen zouden ZHB en de TU een verzoek tot wijziging indienen bij FM. Deze wijzigingen worden in de volgende sprint meegenomen.

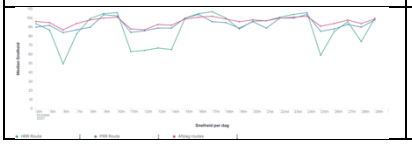
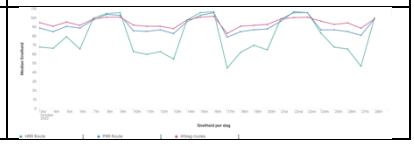
Er zijn tussentijdse resultaten opgesteld om vast te stellen of er negatieve effecten zijn opgetreden.

1/9/2022: Geen Flitsmeistergegevens (FCD)
5/9/2022: Data beschikbaar en er zijn geen negatieve effecten opgetreden.
12/9/2022: Data beschikbaar en er zijn geen negatieve effecten opgetreden.

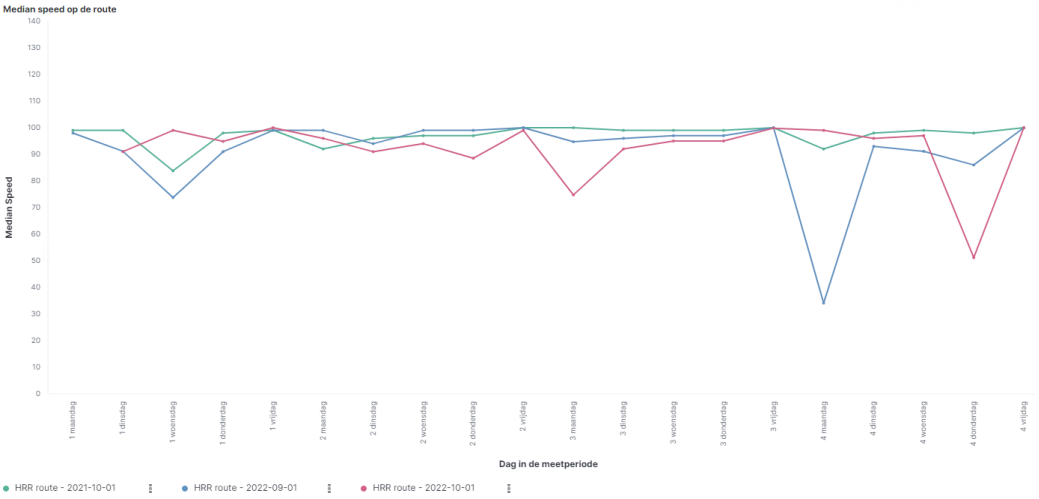
Het is uiteindelijk niet nodig geweest om de pilot tussentijds bij te sturen.

De beslissing om niet bij te sturen is gebaseerd op de systeemsnelheid. Om het effect van de “systeemsnelheid” te kunnen bepalen hebben we gekeken naar de snelheden op de verschillende routes gedurende een drietal periodes. In onderstaand figuur zijn de snelheden op de verschillende routes te zien. Als we de snelheden van de routes in oktober 2021 vergelijken met de snelheden in september 2022 en oktober 2022, dan zien we geen negatieve effecten als gevolg van het experiment. De scherpe daling in de snelheid eind september 2022 is te verklaren door een ongeval.
Voor verdere analyse zie pagina 39 – verkeersdrukte.

Uitleg verwerkingsmethode data: de snelheid is inzichtelijk gemaakt op basis van analyse van alle FCD binnen de scope (A4 richting Noord, werkdagen tussen 06.00 en 11.00 uur). Er is gerekend vanaf de splitsing van de HRR en de PRR tot en met het punt waar de PRR en HRR weer samen komen. De data van de ritten die zijn afgeslagen op de PRR zijn meegenomen in de berekening omdat deze bestuurders capaciteit op de PRR gebruiken.

Oktober 2021	September 2022	Oktober 2022
		

De snelheid in een periode overzicht.



Figuur 9: HRR snelheid periode overzicht

Figuur 10: PRR snelheid periode overzicht

b. Resultaten - effectiviteit van de maatregel

We kijken hier naar de geïmplementeerde maatregel en het effect hiervan ten opzichte van de verwachte situatie zonder deze maatregel. Hierbij is voornamelijk gekeken naar het effect op de (verwachte) reistijd van de verschillende weggebruikers.
Net als in de probleemanalyse, is dit gedaan aan de hand van de loopdetectoren in de weg en aan de hand van de Floating Car Data (FCD) van Flitsmeister-gebruikers. Met behulp van informatie over snelheid en intensiteit op verschillende lus-locaties, kunnen speed-contour plots worden gemaakt aan de hand waarvan filevorming over locatie en tijd kan worden achterhaald. De FCD zal worden gebruikt om te kijken naar de verkeersvolumes, ook voor de verschillende gekozen routes en naar de snelheid over het hele systeem en per route.
Tevens zijn de enquêteresultaten en simulatieresultaten meegenomen om, indien van toepassing, als ondersteuning te dienen voor de gevonden conclusies.

Opvolggedrag

Allereerst is gekeken naar het opvolggedrag van de maatregel. In andere woorden, is er een verschil te zien in de route-keuze sinds de maatregel van kracht is. Bij het beantwoorden van deze vraag is het belangrijk te onthouden dat slechts 20% van alle Flitsmeister-gebruikers die de splitsing passeren het advies krijgen om over de parallelrijbaan te rijden. Hiervan zal een deel het advies niet opvolgen, een deel zou al over de parallelrijbaan zijn gegaan, hetzij omdat ze er bij Leiden af moeten of omdat ze al van plan waren over de parallelrijbaan naar Amsterdam te rijden, een laatste deel zal het advies opvolgen en de route veranderen van de hoofdrijbaan naar de parallelrijbaan.
Zulke maatregelen hebben ook vaak een ‘inloop-fase’, waarbij automobilisten voor het eerst het bericht zien, maar het nog niet op waarde kunnen schatten, waardoor er nog geen verandering in het gedrag te zien is. Normaal duurt zo’n periode niet langer dan een week, maar doordat nu de kans vrij groot is dat men de eerste week het bericht nog niet krijgt, is het goed mogelijk dat die inloop-fase langer duurt.

Startdatum van de week	Totaal	HRR route	PRR Route	Afslag 1	Afslag 2	Onbekend	% HRR	%PRR	% Afslag 1	% Afslag 2	% Onbekend
27/09/2021	4,313	3,377	171	410	304	51	78.30%	3.96%	9.51%	7.05%	1.18%
04/10/2021	22,317	16,864	1,729	1,954	1,546	224	75.57%	7.75%	8.76%	6.93%	1.00%
11/10/2021	22,143	16,701	1,782	1,869	1,575	216	75.42%	8.05%	8.44%	7.11%	0.98%
18/10/2021	21,760	16,981	1,260	1,809	1,483	227	78.04%	5.79%	8.31%	6.82%	1.04%
25/10/2021	22,947	17,374	1,779	1,945	1,579	270	75.71%	7.75%	8.48%	6.88%	1.18%
05/09/2022	25,596	19,260	1,983	2,759	1,409	185	75.25%	7.75%	10.78%	5.50%	0.72%
12/09/2022	26,963	20,653	1,948	2,271	1,962	129	76.60%	7.22%	8.42%	7.28%	0.48%
19/09/2022	26,689	20,050	2,084	2,322	2,094	139	75.12%	7.81%	8.70%	7.85%	0.52%
26/09/2022	25,160	18,366	2,498	2,181	1,962	153	73.00%	9.93%	8.67%	7.80%	0.61%
03/10/2022	26,959	19,705	3,072	2,192	1,99	0	73.09%	11.40%	8.13%	7.38%	0.00%
10/10/2022	26,653	19,114	3,277	2,175	2,087	0	71.71%	12.30%	8.16%	7.83%	0.00%

17-10-2022	26,390	19,009	3,086	2,255	2,04	0	72.03%	11.69%	8.54%	7.73%	0.00%
24-10-2022	26,183	18,863	3,251	2,178	1,891	0	72.04%	12.42%	8.32%	7.22%	0.00%
31/10/2022	31,629	22,450	4,017	2,369	2,433	0	71,80%	12,85%	7,58%	7,78%	0.00%
07/11/2022	30,306	21,589	4,000	2,420	2,297	0	71,24%	13,20%	7,99%	7,58%	0,00%

Tabel 1: FCD per week (totaal)

Zoals te zien is in tabel 1 (tevens weergegeven in de vorm van een grafiek in bijlage A.15), gaat het percentage dat via de parallelrijbaan naar Amsterdam gaat omhoog vanaf de week van 26/09/2022 tot en met de week van 7/11/2022. Dit duidt erop dat de inloop-fase heeft geduurd van 5 september (dag dat de proef live ging) tot en met de week van 19/09/2022. Ook is het percentage in 2021 gelijk aan het percentage in de eerste weken van september in 2022, wat duidt op geen verandering in de verhouding van de HB-matrix tussen 2021 en 2022.

Het percentage van de Flitsmeister-gebruikers dat via de parallelrijbaan naar Amsterdam gaat is in 2021 en in de eerste helft van september 2022 (voordat het advies effectief werd) ongeveer 7,5%. Nadat het advies effectief is geworden, is dit gestegen naar ongeveer 13%.

Deze toename is vergelijkbaar met de afname op de hoofdrijbaan van Leidschendam naar Amsterdam (van ongeveer 75,5% naar ongeveer 71%). Verder is te zien dat de maatregel geen effect heeft op het percentage dat er bij afrit 1 of bij afrit 2 afgaat.

Kortom, het advies is, na een inloop-fase van 3 weken, effectief als het gaat om het veranderen van de route-keuze van een deel van de Flitsmeister-gebruikers.

Gezien het percentage van 7,5% zou normaal gesproken in een week van 26.500 Flitsmeister-gebruikers 1.988 via de parallelrijbaan naar Amsterdam rijden, waar dat bij 13% 3.445 gebruikers bedraagt. Dit houdt in dat 1.457 gebruiker zijn/haar gedrag effectief verandert. Het aantal gebruikers dat een advies heeft gehad is 20% van de in totaal 26.500 Flitsmeister-gebruikers, wat neerkomt op 5.300 weggebruikers. Dat zou inhouden dat het effectieve opvolggedrag 27,5% bedraagt. Echter is uit de Flitsmeister-data gebleken dat sommige weggebruikers ook het gedrag blijven aanpassen als ze het bericht niet meer krijgen, wat betekent dat het daadwerkelijke opvolggedrag minder is als daarmee rekening wordt gehouden.

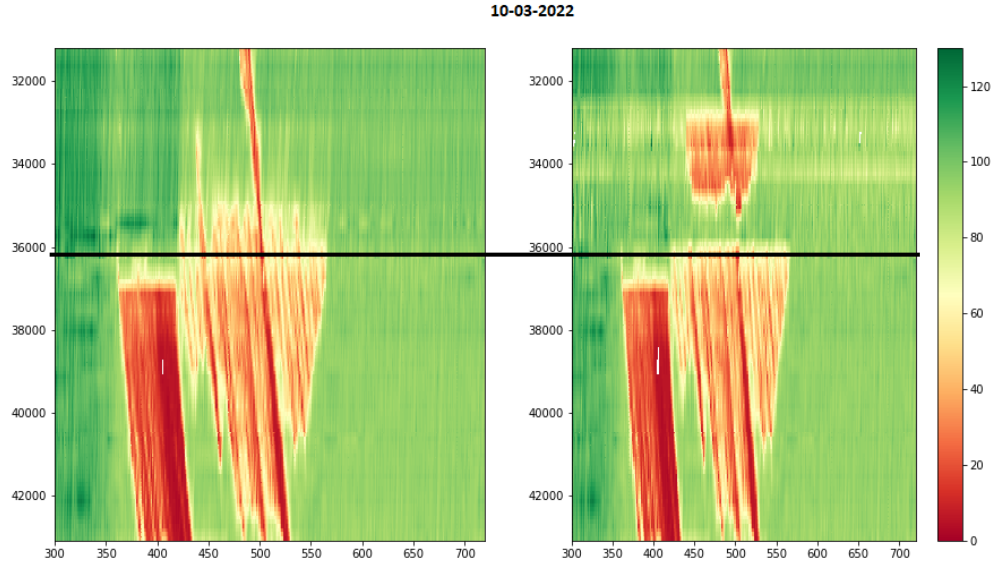
De enquêteresultaten geven aan dat 12,8% van de ondervraagden het bericht hebben gezien, waarvan 42,6% aangeeft hun gedrag te hebben verandert door de parallelrijbaan te gebruiken in plaats van de hoofdrijbaan om van Leidschendam naar Amsterdam te gaan. Als deze percentages met elkaar worden vermenigvuldigd, blijft er een effectief opvolggedrag over van 5,8%. Dit ligt dicht bij de toename van 5 procentpunt die wordt gevonden in het aandeel wat de parallelrijbaan gebruikt in het echt.

Verkeersdrukte

Naast het aandeel wat de parallelrijbaan gebruikt, kan uit tabel 1 ook worden gehaald hoeveel Flitsmeister-gebruikers er in totaal zijn. Hierin is te zien dat dit gaat om een toename van 22.500 per week in 2021 naar 26.500 per week in 2022 (zie tabel 1 en bijlage A.B4). Dit bedraagt een toename van 17,78%. Tijdens de Covid-pandemie is al eens vastgesteld dat er minder verkeer was op de weg, zo'n 5% tot 15%. Gegeven deze twee bevindingen, is het dan ook logisch te veronderstellen dat de verkeersdruk in september en oktober 2022 daadwerkelijk is gestegen ten opzichte van dezelfde maanden in 2021. Deze toename zal waarschijnlijk tussen de 5% en 18% liggen. We zien dat het verkeer verder is gestegen in november. Dit hebben we echter niet verder doorgerekend.
Door deze toename is de meting van 2021 echter geen goede 0-meting meer. Daarom zullen in de komende paragrafen veel conclusies zijn gebaseerd op een combinatie van daadwerkelijk gevonden verschijnselen in de data en een theoretische situatie waarin de maatregel niet zou zijn ingevoerd in september 2022, maar wel de verkeersdrukte in september en oktober 2022 met hetzelfde zou zijn toegenomen ten opzicht van september en oktober 2021.

Ongeluksfiles

Uit de probleemanalyse zijn twee veelvoorkomende oorzaken gevonden voor filevorming op dit tracé. De eerste oorzaak betreft ongeluksfiles. Als daar naar wordt gekeken, zijn er in de ochtendspits en avondspits gezamenlijk in totaal 14 ongelukken in september en oktober 2021 te zien, waarvan er 11 plaatsvonden in de laatste 2kilometer stroomopwaarts van het splitspunt. Van deze 14 vonden er 8 plaats in de ochtendspits (06:30uur-9:30uur) en van deze 8 waren er 5 in de laatste 2kilometer.
In de ochtendspits (05:00uur-12:00uur) van september en oktober 2022 zijn er 12 ongelukken geconstateerd, waarvan er 5 plaats hebben gevonden in de laatste 2kilometer stroomopwaarts van het splitspunt.



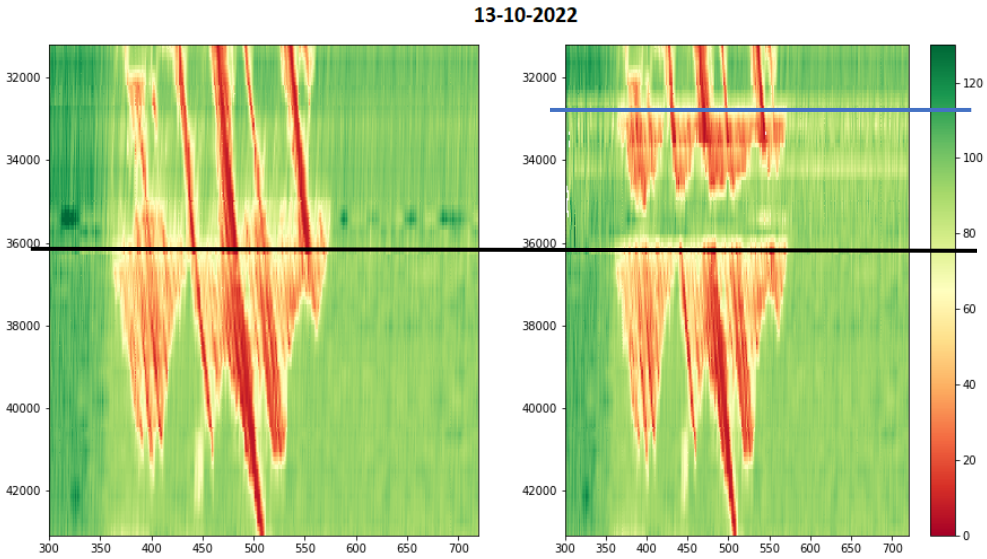
Figuur 11: Voorbeeld van een ongeluksfile. De zwarte horizontale lijn is de locatie van het splitspunt

Mogelijke oorzaken

Als de getallen tijdens de implementatie van de proef (september en oktober 2022) worden vergeleken met de getallen vóór de proef (september en oktober 2021), is er geen significante verandering te zien. Hooguit is het aandeel ongelukken in de laatste 2kilometer stroomopwaarts van het splitspunt ten opzichte van het totaal aantal ongelukken voor dit hele tracé wat verlaagt. Gezien de toename in de verkeersdruk in 2022 ten opzichte van 2021, is het ook niet verwonderlijk dat er in totaal meer ongelukken zijn. Hoopgevend is wel dat het aantal ongelukken in die laatste 2kilometer stroomopwaarts van het splitspunt niet zijn toegenomen. Voorzichtig kan dus worden geconcludeerd dat de maatregel niet leidt tot extra ongelukken op het implementatie-gebied.

Overige files

Naast de ongeluksfiles waren er in 2021 vooral veel stop-and-go files, waarvan de meeste ontstaan binnen een range van 1kilometer rond het splitspunt. Dit is nog altijd het geval, maar er is een nieuwe locatie die tot meerdere stop-and-go files leidt bijgekomen. Dit is waar de parallelrijbaan terug gaat van 2rijstroken naar 1rijstrook, vlak voordat de parallelrijbaan en de hoofdrijbaan weer bij elkaar komen.



Figuur 12: Voorbeeld van stop-and-go files. De zwarte horizontale lijn is de locatie van het splitspunt en de blauwe horizontale lijn representeert de locatie van het afvallen van 1rijstrook op de parallelrijbaan, vlak voordat de parallelrijbaan en de hoofdrijbaan weer bij elkaar komen

Een meer gedetailleerde blik op alle speed-contourplots resulteert in wat nuanceringen op de bevindingen. Zo is het vaak zo dat een file die terugslaat van stroomafwaarts van het systeem wat is bekeken voor deze proef, zorgt voor de activatie van de stationaire bottleneck op de parallelrijbaan. Echter, in 2021 zorgde vergelijkbare verstoringen buiten de scope van dit project niet of nauwelijks voor dergelijke stationaire bottlenecks. Dat dit tijdens de proef vaker gebeurt, heeft waarschijnlijk twee oorzaken. Allereerst zijn er meer automobilisten op de weg, wat er voor zorgt dat de ruimte die er in 2021 was op de parallelrijbaan om dergelijke verstoringen op te vangen is verminderd. Dit komt met name

door het verkeer wat het systeem extra instroomt bij de opritten in Leiden (de N206 en de N11).
Verder draait de proef om het verplaatsen van een deel van het verkeer van de hoofdrijbaan naar de parallelrijbaan. Dit zorgt er ook voor dat er minder ruimte is op de parallelrijbaan om verstoringen van buiten het systeem op te kunnen vangen. Dit is van te voren ingecalculeerd, maar doordat er ook een significante verkeerstoename op de weg is, is er minder ruimte op de parallelrijbaan dan vooraf werd voorzien.

Effect op de reistijd

Wanneer er wordt gekeken naar de impact van de maatregel op de reistijd van de verschillende weggebruikers, kan in ieder geval worden afgeleid dat de reistijd van de gemiddelde weggebruiker die van Den Haag naar Amsterdam met de maatregel minder is dan zonder maatregel. Dit komt, doordat de uitstroom op de hoofdrijbaan met maatregel hetzelfde is als zonder maatregel (op capaciteit) en op de parallelrijbaan is een groter aandeel van de uitstroom van Leidschendam naar Amsterdam onderweg. Hierdoor is de totale uitstroom per tijdseenheid voor de weggebruikers van Leidschendam naar Amsterdam meer, waardoor de gemiddelde vertraging voor deze weggebruikers minder is.

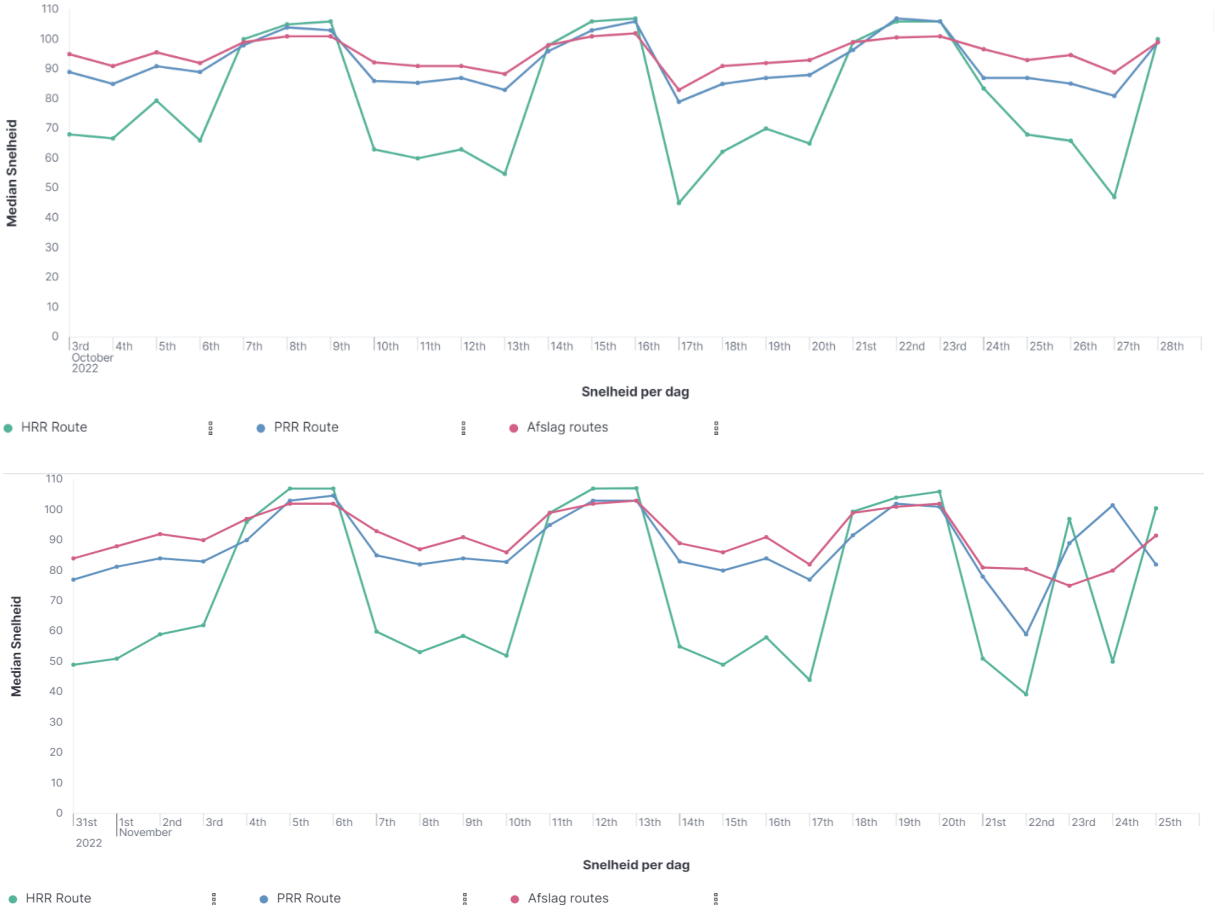
Echter, doordat deze uitstroom hoger is, zal ook de filelengte stroomopwaarts van de splitsing minder zijn, wat ervoor zorgt dat hier normaal gesproken ook door de weggebruikers minder vertraging wordt opgelopen met maatregel dan zonder maatregel.

Aan het eind van de parallelrijbaan, waar er een rijstrook afvalt (van 2 naar 1) voordat de parallelrijbaan en de hoofdrijbaan bij elkaar komen, ondervinden automobilisten die via de parallelrijbaan naar Amsterdam rijden potentieel wel meer vertraging dan in de hypothetische situatie zonder maatregel met de huidige verkeersdrukte. Dit is situatie-afhankelijk en aangezien de 0-meting in 2021 een heel andere verkeersvraag laat zien, valt er geen getal aan te verbinden of de automobilisten die zelf via de parallelrijbaan naar Amsterdam gaan meer winst hebben voor de splitsing dan extra vertraging op de parallelrijbaan. Oftewel, of zij ook daadwerkelijk minder reistijd hebben, is niet te achterhalen. Blijft wel staan dat de totale vertraging voor de route van Leidschendam naar Amsterdam minder zal zijn met de maatregel.

Door de potentiële extra vertraging op de parallelrijbaan, is echter wel aannemelijk dat het verkeer wat van de N-wegen in het systeem komt bij Leiden meer vertraging ondervindt met de maatregel dan in de hypothetische situatie zonder maatregel. Verder is het lastig in te schatten wat het effect is op de automobilisten die er bij de N-wegen af moeten. Op dagen dat de file op de parallelrijbaan niet terugslaat tot stroomopwaarts van de afritten, wat de meeste dagen in september en oktober 2022 het geval is, zal de vertraging minder zijn als er wordt aangenomen dat dit verkeer zonder maatregel niet (hard) langs de file rijdt stroomopwaarts van het kan rijden. Echter, als dit verkeer zonder maatregel hard langs de file kan rijden stroomopwaarts van de splitsing of als de file op de parallelrijbaan terugslaat tot stroomopwaarts van de afrit, kan het verkeer wat deze route aflegt juist meer vertraging ondervinden met maatregel dan zonder maatregel. Kortom, dit is situatie-afhankelijk en daar valt met de huidige 0-meting geen getal aan te hangen.

Door de toegenomen verkeersdrukte is de precieze tijdwinst echter erg lastig te bepalen. Met bovenstaande redeneringen kan wel worden ingeschat welke kant de vertraging op beweegt voor de verschillende routes in het systeem met en zonder maatregel, maar aangezien de situatie in 2021 en 2022 niet genoeg op elkaar lijken, is het niet mogelijk in getallen uit te drukken wat de winst of het verlies precies is. Daarvoor moet de verkeersdrukte vergelijkbaarder zijn. Daarnaast moet ook de herkomst-bestemming matrix vergelijkbaar zijn en moet ook het weer vergelijkbaar zijn. Vandaar dat de eerste serieuze kans om te kijken wat de verkeerssituatie zal zijn zonder maatregel pas in september en oktober 2023 is.

Gemiddelde snelheid



c. Conclusie

Uit de Flitsmeister FCD is gebleken dat de gebruikers daadwerkelijk te bewegen zijn om hun route-keuze aan te passen. Zo is het aandeel Flitsmeister gebruikers dat langs het splitspunt komt en naar Amsterdam rijdt via de parallelrijbaan gestegen van ongeveer 7,5% naar 13%. Deze toename is te zien vanaf 3 weken nadat de proef live is gegaan.
Het effect van deze verschuiving voor de gemiddelde weggebruiker die van Leidschendam naar Amsterdam gaat, of dat nou met Flitsmeister is of niet, is dat de reistijd met maatregel waarschijnlijk korter is dan een hypothetische situatie met de 2022 verkeersdrukte zonder maatregel. De reistijd voor de voertuigen die het systeem in komen vanaf de opritten bij Leiden zal worden vergroot. Voor de weggebruikers die eraf gaan bij Leiden is het lastig inschatten wat de maatregel doet voor de reistijd.

Verder is geconstateerd dat er meer weggebruikers zijn in 2022 dan in 2021. Hierdoor valt de precieze invloed van de maatregel op de reistijd niet te bepalen. Als de gemiddelde snelheid van september en oktober 2022 wordt vergeleken met die van 2021, is te zien dat er niet veel verschil zit in de verschillende snelheden. Echter, tijdens de implementatie van de maatregel was er 20% meer verkeer dan in de voorperiode. Ook zien we een groter deel van het verkeer naar de parallelbaan gaan, wat bijdraagt aan een goede doorstroming van het totale verkeerssysteem.

We concluderen daarom dat de maatregel heeft bijgedragen aan het beperkt houden van de vertraging.

Op het aantal ongelukken op het tracé lijkt de maatregel niet echt effect te hebben, al is dit ook lastig gezien de verkeerstoename in 2022. Gezien de toegenomen verkeersdrukte kan worden verwacht dat het aantal ongelukken logischerwijs ook zou toenemen. Aan de andere kant is het ook aannemelijk dat de automobilisten weer meer zijn gewend in druk verkeer te rijden na de Covid pandemie, wat juist weer voor minder ongelukken in 2022 zou pleiten als verkeersdrukte hetzelfde zou zijn geweest. Een definitieve conclusie over de invloed van de maatregel op het totaal aantal ongelukken is daardoor erg lastig.

d. Evaluatie, aanbevelingen, lessen voor de toekomst

Welke "achtergrond know how/basis kennis" is er nodig?
Om dit in het vervolg nog een keer uit te kunnen voeren, is het belangrijk om loop detector data te kunnen analyseren, en aan de hand daarvan speed-contour plots te kunnen maken en moeten speed-contour plots geïnterpreteerd kunnen worden. Voor de Flitsmeister kant is het van belang dat men weet hoe de FCD geanalyseerd dient te worden.

Wat was toegevoegde waarde van de kennisgroep?
De kennisgroep heeft met beide delen van de data analyse verwerking veel ervaring, waardoor er conclusies kunnen worden getrokken en ook aannames en ook asterisken bij deze conclusies kunnen worden benoemd.

Wat kan er wel/niet "hergebruikt" worden?
De methode is ook toepasbaar op andere locaties. Data moet verzameld worden en vervolgens kan daarmee worden bekeken wat de invloed van een maatregel op de weg is. Deze specifieke analyse gebruiken voor andere locaties (de uitkomsten dus) is erg risicovol, want op elke locatie kan de HB-matrix, de totale verkeersdrukte en het aandeel vrachtverkeer bijvoorbeeld anders zijn. Zelfs over 10 jaar op dezelfde locatie is het mogelijk dat deze resultaten dusdanig anders zouden zijn tegen die tijd, dat het goed is om dan opnieuw te kijken. Hoe groot de verschillen tussen twee jaar kunnen zijn, is ook bij deze proef weer gebleken, gezien de grote verschillen in de totale verkeersaantallen.

Kan deze analyse gestandaardiseerd worden? => bewerkingen wel, interpretatie niet
De analysemethode kan gestandaardiseerd worden, mits dezelfde brondata wordt gebruikt. Dan is het een kwestie van een aantal variabelen aanpassen op de nieuw te analyseren locatie en de analyse kan worden uitgevoerd als de data is verzameld.

Fase 8 Aanbeveling en evaluatie

a. Proces

In deze fase hebben we de pilot geëvalueerd en doen we aanbevelingen. De resultaten en conclusies van de pilot staan in het vorige hoofdstuk.

b. Aanbevelingen

Maatregel actief houden!

De hamvraag is natuurlijk: wordt het geadviseerd om de maatregel actief te houden?

Onze aanbeveling: onder de voorwaarde dat – zoals nu nog het geval – de hoofdrijbaan (zowel voor als na de splitsing) niet onderbenut wordt en dat de fileterugslag op de parallelrijbaan niet de hoofdrijbaan (of eventueel de N11, N206 (te erg)) vastzet, is het advies om de maatregel aan te houden.
Motivatie: het verkeer van Den Haag naar Amsterdam zal minder reistijdverlies hebben met de maatregel dan zonder de maatregel.
Als dit niet te veel ten kosten gaat van het overige verkeer, betekent dit dat het voor het hele systeem beter is als de maatregel actief blijft. Als één van bovenstaande voorwaarden echter wordt geactiveerd, zal (maximale) uitstroom niet meer worden gehaald en dan is het niet meer effectief om de maatregel actief te houden.

Beslisboom

Omdat één van de doelen van dit project is om ook te kijken naar de inpasbaarheid van dit project op andere locaties, is ook gekeken naar een beslisboom (weergegeven in de vorm van een matrix) wanneer dergelijke maatregelen wel en niet wenselijk zijn. Hierbij is gekeken naar drie besliscriteria, namelijk: 1) Is er in de 0-situatie sprake van oververzadiging? 2) Is er in de nieuwe situatie sprake van oververzadiging zonder maatregel? 3) Is er in de nieuwe situatie sprake van oververzadiging met maatregel?

	0-situatie oververzadigd		0-situatie niet oververzadigd	
	zonder maatregel oververzadigd	zonder maatregel niet oververzadigd	zonder maatregel oververzadigd	zonder maatregel niet oververzadigd
met maatregel oververzadigd	Doen, als de HB-matrix verhouding vergelijkbaar is en de maximale uitstroom nog altijd wordt gehaald	Niet doen	Moeilijk op voorhand te zeggen, zal uit een ander project geleerd moeten	Niet doen
met maatregel niet oververzadigd	Altijd doen	Niet nodig	Altijd doen	Niet nodig

Bereik maatregel

Tijdens de analyse van het pilot is er geconstateerd dan effectief 27,5% van de weggebruikers die ook het bericht hebben gehad, hun gedrag aanpassen. Dit ligt ongeveer 2x zo hoog als het percentage (wel van alle weggebruikers) bij DRIPS.
Het percentage wat daadwerkelijk de adviesroute rijdt als het advies wordt gegeven, ligt echter lager. Dit betekent dat weggebruikers die het bericht al eerder hebben ontvangen zich bewust zijn geworden van de mogelijkheid om de parallelrijbaan te volgen naar Amsterdam. Deze weggebruikers doen dat dan ook soms zonder bericht op die specifieke dag, waardoor *het advies ook effect heeft op dagen dat het niet gegeven wordt.*

Dit blijvende effect kan er voor zorgen dat er een blijvende (kleinere) verschuiving in het wegbeeld te zien zal blijven, ook als de maatregel weer wordt gedeactiveerd.

Zoals in het vorige hoofdstuk is genoemd, verandert 5,5 procentpunt hun route van de hoofdrijbaan naar de parallelrijbaan.

Volgens de enquête ziet 12,8% het bericht en daarvan volgt 42,6% het bericht op. Dit komt ook neer op 5,5%. Als een groter percentage nodig is, kan het deel van de gebruikers dat een melding krijgt (nu 20%) worden verhoogd. Als dat onvoldoende blijkt, lijkt het verstandig om te kijken hoe een groter deel van de mensen het gestuurde bericht ook daadwerkelijk ziet (nu 12,8% volgens de enquête, in plaats van 20%, wat in onze ogen hoger zou moeten kunnen worden). Het deel van de mensen dat het advies opvolgt als ze het zien (42,6% volgens de enquête) lijkt lastiger te verhogen.

Inloop fase maatregel

Tijdens de proef is geconstateerd dat er een inloopfase is die vrij lang is.

Dit kan komen, doordat er een kans is dat weggebruikers het bericht niet ten minste 1 keer zien in de eerste week. Dit komt omdat maar 20% van de Flitsmeister-gebruikers het bericht ontvangen.
Hierdoor is zelfs in de tweede week van de pilot de mogelijkheid reëel dat Flitsmeistergebruikers het bericht nog niet ten minste één keer hebben ontvangen. Als wordt aangenomen dat weggebruikers gemiddeld pas vanaf de tweede keer dat ze een dergelijk advies ontvangen weten wat ze ermee moeten doen, is het waarschijnlijk dat de meeste weggebruikers, als ze maar een keer of 3 a 4 per week over het tracé rijden, pas in de derde week het bericht een tweede keer ontvangen. Oftewel, vanaf de derde week zou er dan een toename te zien moeten zijn in het effectieve opvolggedrag. Verder is het ook zo dat aan het eind van de vierde week met bovenstaande veronderstellingen het niet meer waarschijnlijk is dat weggebruikers het bericht nog niet ten minste twee keer hebben gehad. Vanaf dat moment wordt er dan ook geen verandering meer in het wegbeeld verwacht.

Deze aannames zijn in lijn met de bevindingen van de route-keuze van de Flitsmeister-gebruikers. In de eerste volledige week van september 2022 is de proef live gegaan.
Vanaf de derde week stijgt het percentage dat de parallelrijbaan neemt iets en vanaf de 5^{e} week blijft het percentage constant.

Startdatum van de week	Totaal	HRR route	PRR Route	Afslag 1	Afslag 2	Onbekend	% HRR	%PRR	% Afslag 1	% Afslag 2	% Onbekend
27/09/2021	4,313	3,377	171	410	304	51	78.30%	3.96%	9.51%	7.05%	1.18%
04/10/2021	22,317	16,864	1,729	1,954	1,546	224	75.57%	7.75%	8.76%	6.93%	1.00%
11/10/2021	22,143	16,701	1,782	1,869	1,575	216	75.42%	8.05%	8.44%	7.11%	0.98%
18/10/2021	21,760	16,981	1,260	1,809	1,483	227	78.04%	5.79%	8.31%	6.82%	1.04%
25/10/2021	22,947	17,374	1,779	1,945	1,579	270	75.71%	7.75%	8.48%	6.88%	1.18%
05/09/2022	25,596	19,260	1,983	2,759	1,409	185	75.25%	7.75%	10.78%	5.50%	0.72%
12/09/2022	26,963	20,653	1,948	2,271	1,962	129	76.60%	7.22%	8.42%	7.28%	0.48%
19/09/2022	26,689	20,050	2,084	2,322	2,094	139	75.12%	7.81%	8.70%	7.85%	0.52%
26/09/2022	25,160	18,366	2,498	2,181	1,962	153	73.00%	9.93%	8.67%	7.80%	0.61%
03/10/2022	26,959	19,705	3,072	2,192	1,99	0	73.09%	11.40%	8.13%	7.38%	0.00%

10/10/2022	26,653	19,114	3,277	2,175	2,087	0	71.71%	12.30%	8.16%	7.83%	0.00%
17-10-2022	26,390	19,009	3,086	2,255	2,04	0	72.03%	11.69%	8.54%	7.73%	0.00%
24-10-2022	26,183	18,863	3,251	2,178	1,891	0	72.04%	12.42%	8.32%	7.22%	0.00%
31/10/2022	31,629	22,450	4,017	2,369	2,433	0	71,80%	12,85%	7,58%	7,78%	0.00%
07/11/2022	30,306	21,589	4,000	2,420	2,297	0	71,24%	13,20%	7,99%	7,58%	0,00%

Tabel 1: FCD per week (totaal)

c. Evaluatie

Terugkijkend op het proces in het project zijn er ook lessen te leren waar in toekomstige vergelijkbare projecten rekening mee gehouden kan worden. Zo is er veel goed gegaan, maar zijn er ook momenten in het project geweest waar achteraf met een andere aanpak misschien tijd had kunnen worden gewonnen, resultaten beter hadden kunnen worden weergegeven of verwachtingen beter gemanaged hadden kunnen worden.

Input begeleidingsgroep kwalitatief goed

Tijdens de overleggen met de begeleidingsgroep zijn vaak zeer bruikbare ingevingen en adviezen meegegeven aan de projectgroep. Zo zijn er adviezen geweest over veiligheidsoverwegingen, voorstellen gedaan voor alternatieven, potentiële valkuilen van bepaalde alternatieven benoemd en is er vooraf een kwalitatieve inschatting gemaakt voor de effectiviteit van sommige alternatieven. Zeker de adviezen en afwegingen voor verschillende ideeën hebben geholpen in het proces om een selectie te maken van een aantal alternatieven die naar de simulatiefase zijn gebracht.

Lusdetectoren

Eén van de issues waar al snel tegenaan werd gelopen in dit project, waren lusdetectoren die niet goed de data hadden gemeten. Voorbeeld: de linkerrijstrook voor het hele stuk tussen Leidschendam en de splitsing. Deze bleek achteraf kapot te zijn.
Door dergelijke issues, kunnen de totale intensiteiten voor al het verkeer op de weg (per tijdseenheid) niet goed worden gemeten en dus kan de HB-matrix voor het totale verkeer niet adequaat worden opgesteld. Tevens kan hierdoor niet het precieze aandeel FM-gebruikers worden achterhaald voor de gewenste locatie en routes.

Data, wat, waarom en hoe

Voornamelijk bij het analyseren van de real world data, van zowel de loop detectoren als de FCD, is er regelmatig een issue gevonden met de data na een grote databatch analyse. Dit is zonde van de tijd en levert potentieel vertraging op in projecten. Daarom is het belangrijk om goed van tevoren na te denken over wat we precies willen weten, waarom we dit willen weten en hoe we dit moeten meten. Verder is het handig aan de voorkant al een inventarisatie te maken over de mogelijke valkuilen van de beoogde analyse van de data.

Data-analyse met verkeerskundige

Om het wat, waarom en hoe van de data aan de voorkant goed te kunnen afwegen, is het handig als er een verkeerskundige nauw betrokken is bij het analyseren van de data. In zo'n

geval zijn er namelijk ten minste twee paar ogen die de data bekijken, waardoor rare data sneller zal worden opgemerkt. De data uitput kan zo ook meteen worden getest op validiteit. Het gaat eigenlijk om de vraag: kunnen de statistieken die volgen uit de data-analyse kloppen? Een nauw betrokken verkeerskundige met kennis van data kan de kans op verloren tijd met een methode/analyse die niet het gewenste beeld geeft verminderen. In het begin van de pilot was er een dergelijke verkeerskundige betrokken. Deze heeft helaas halverwege het traject het team moeten verlaten ivm een nieuwe functie. Zo werd ook de toegevoegde waarde van een verkeerskundige met kennis van data snel duidelijk.

De kracht van simulatie

In het project is met behulp van simulatie gekeken welke maatregel waarschijnlijk het meest effect zal hebben na implementatie. Hiermee kan een goed afgewogen beslissing worden genomen over de te implementeren oplossing. Een voordeel van simulatie is dat het mogelijk is alleen het alternatief te veranderen, terwijl overige factoren die een invloed hebben op de totale verkeersdoorstroming gelijk gehouden kunnen worden. Echter is simulatie altijd een versimpelde weergave van de werkelijkheid en zal de implementatie van een alternatief in de werkelijkheid altijd wel onderhevig zijn aan veranderende andere factoren die van invloed zijn op de doorstroming. Met deze kanttekeningen moet rekening worden gehouden bij het interpreteren van de simulatie-resultaten.

Projectfasering

In dit project hebben we een duidelijke fasering aangehouden. Die fases scheiden heeft goed gewerkt. Hierdoor konden we eerst uitgebreid stilstaan bij de problemen en oorzaken. Daarna een brainstorm over mogelijke oplossingen (zie boven: verkeerskundig, maar ook met input van een begeleidingsgroep), en pas daarna tot implementatie overgaan bleek een solide basis voor een interventie die het beoogde effect genereerde!

Met dank aan de kracht van teamwerk!

dr. Victor Knoop	TU Delft	associate professor
Ir. Stefan Klomp	TU Delft	onderzoeker
Marc van Rongen	RWS	senior adviseur verkeer
Mounir El Hassnaoui	RWS	projectleider Smart Mobility
Sascha Greven	Zuid Holland Bereikbaar	data-expert (tooling & analyse)
Danielle Petit	Zuid Holland Bereikbaar	thematrekker Rijgedrag
Kevin Verbeek	Flitsmeister	projectleider

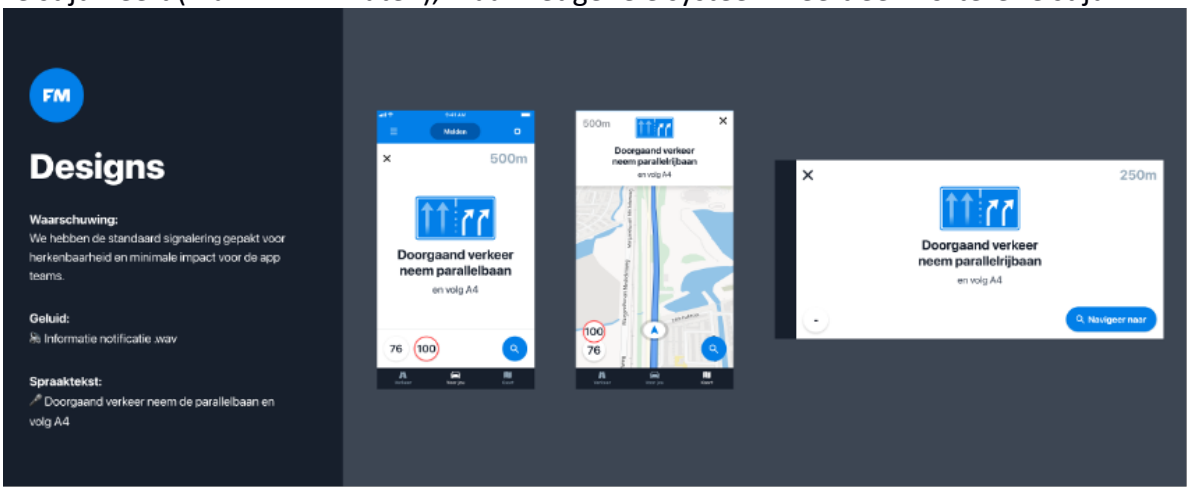
Appendix A Volledige Flitmeister Data met interpretatie

APPENDIX volledige Flitsmeister Data met interpretatie

Vanuit een samenwerking tussen Zuid Holland Bereikbaar, TU Delft en Flitsmeister wordt een pilot uitgevoerd op de A4 ter hoogte van Leiden.
Deze rapportage geeft inzicht in hoe de pilot is verlopen aan de hand van de resultaten van de data-analyses.
Tevens geeft deze rapportage inzicht in de verwerkingsmethodes van de data. Dit vormt de basis voor een eventuele landelijk uitrol.

Kern pilot

Een beperkt percentage Flitsmeister gebruikers wordt in de ochtendspits verleid om over de de parallelbaan te gaan in plaats van over de hoofdrijbaan.
Doel: de totale “systeemsnelheid” (hoofd en parallelbaan) te verhogen.
De kans zit erin dat deze individuele gebruiker over de parallelstructuur een iets langere reistijd heeft (max 1 - 2 minuten), maar het gehele systeem heeft een kortere reistijd.



Figuur 13: Flitsmeister design

Flitsmeister levert twee databronnen aan (zie bijlage **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden. Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**). Beide bronnen bevatten GPS- en tijddata, aangevuld met snelheid, rijrichting en een SessionID.

Uitgangspunten van de pilot

- **Locatiemelding:**
  HMP 36,5
- **Percentage Flitsmeister gebruikers wat een melding krijgt**
  1 op 5 dus 20% van het totaal op dat moment
- **Tijdstip**
  06.00 - 11.00 op werkdagen

- **Data levering**
  VRO ID met timestamp
- **Dataverzameling**
  5 september 2022 t/m 11 november 2022
- **Historische data**
  1 juli 2022 t/m 31 juli 2022
  4 oktober 2021 t/m 31 oktober 2021

Definities en afkortingen

Onderstaande definities en afkortingen worden gebruikt in dit document.

Afslag 1	Afrit 7 – Zoeterwoude Dorp
Afslag 2	Afrit 6a – Zoeterwoude Rijndijk
Bearing	Rijrichting in graden waarbij richting Noord 0 geraden is
Bestuurder	Een persoon die op een bepaald moment de Flitsmeister app aan heeft staan
Floating-Car-Data	GPS per seconden data
Mini FCD	GPS per seconden data, met verbijzondering dat je FCD ontvangt van 30 seconden voor en 30 seconden na het passeren van HMP 39,5 en het behoren tot de doelgroep die de melding ontvangt
Melding	Een bericht binnen de Flitsmeister app
Negeerder	Bestuurder met melding die de HRR Route (ver)volgt
Oprit 1	Toerit 7 – Zoeterwoude Dorp
Oprit 2	Toerit 6a – Zoeterwoude Rijndijk
Opvolger	Bestuurder met melding die de PRR (ver)volgt
Rit	Een rit is een samenvatting van opvolgende GPS punten in een specifiek tijdsbestek
SessionID	Uniek ID gekoppeld vanuit Flitsmeister aan een individueel device
Tegenligger	Bestuurder met een rijrichting van noord naar zuid op de A4 (Richting Den Haag)
TripID	Uniek ID toegewezen aan een rit
Werkdagen	Maandag t/m vrijdag
VRO	Verkeersonderneming

Afkortingen

HRR	Hoofdrijbaan
PRR	Parallelrijbaan
FCD	Floating-Car-Data
FM	Flitsmeister

Scope van data-analyse

Meldingen

Deze analyse geeft inzicht in:

- Locatie van de meldingen
- Aantallen meldingen aan bestuurders
- Samenhang tussen een rit en een melding

Algemeen verkeersbeeld - HRR/PRR vergelijking

Deze analyse geeft inzicht in:

- Intensiteit
- Verhouding tussen gekozen routes

Routes en snelheden
Deze analyse geeft inzicht in:

- Snelheden op de verschillende routes.

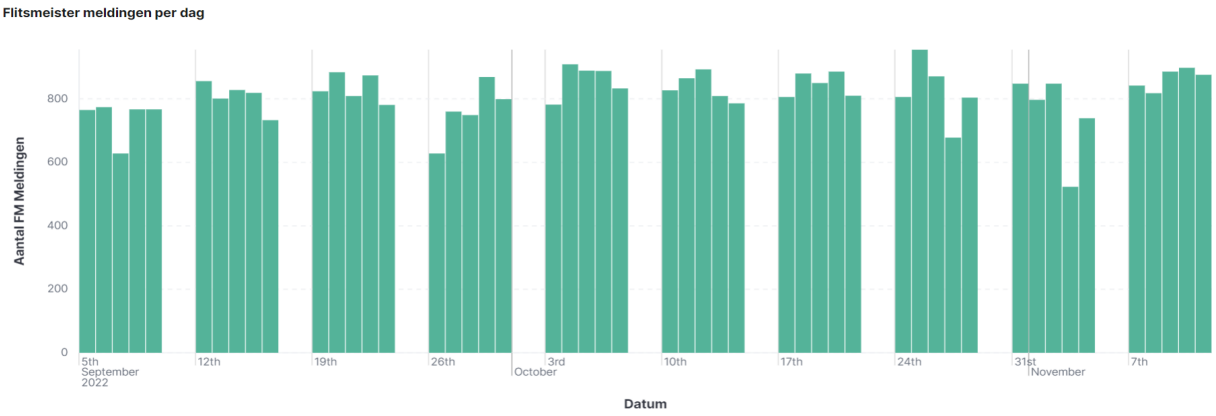
1. Meldingen

Flitsmeister heeft tot en met vrijdag 11 november 2022 ruim 40.000 meldingen verzonden naar de doelgroep: zijnde 20% van de bestuurders die door het aangebrachte geofence reden bij HMP 36,5 (A4 noord 3 km voor de splitsing tussen HRR en PRR), tussen 06.00 en 11.00 op werkdagen. Deze meldingen zijn door FM in een afzonderlijke data set aangeleverd, de mini-FCD.

Meldingen op een kaart
Uitleg verwerkingsmethode data: De meldingen worden ongeveer 3 km voor de splitsing van de HRR en de PRR verstuurd. Motivatie voor het vroeg versturen van de meldingen: automobilisten hebben zo ruim de tijd om de melding veilig op te volgen. De automobilisten kunnen dus rustig voorsorteren en hierdoor hopen we harde rembewegingen te voorkomen.

Figuur 14: mini-FCD op kaart – GPS-locaties rond de melding

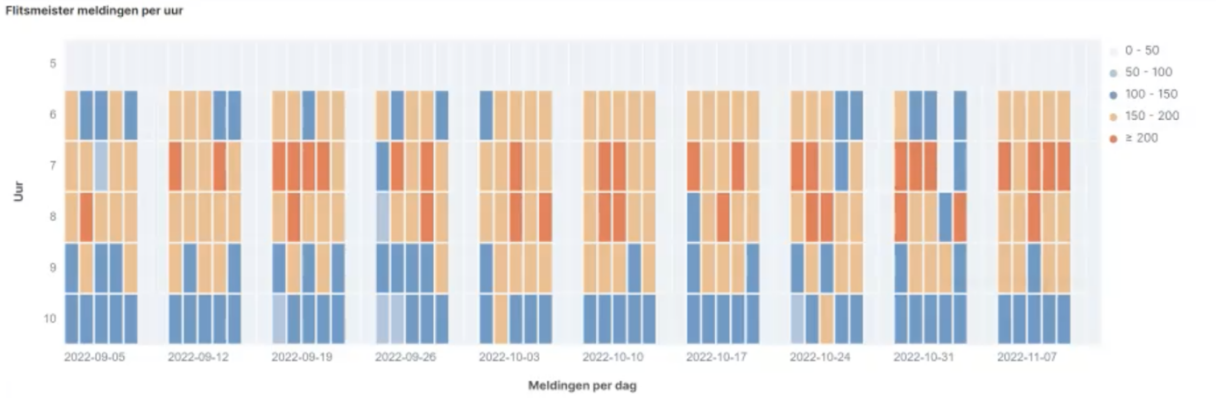
FM Meldingen per dag



Figuur 15: FM meldingen per dag

Inzicht: op een werkdag in de ochtendspits worden tussen de 650 en 850 berichten gestuurd.

FM Meldingen per uur



Figuur 16: Meldingen per uur

Inzicht: de meeste meldingen zijn verstuurd tussen 7 en 9 uur s'ochtends. Op de drukste momenten werden er meer als 250 meldingen per uur worden verzonden.

Meldingen gecombineerd met FCD Data

Uitleg verwerkingsmethode data: De Mini FCD in combinatie met de FCD wordt gebruikt om het opvolggedrag te kunnen bepalen. Met enkel de FCD kan niet vastgesteld worden of een gebruiker de PRR volgt èn een melding heeft gekregen. Door een vergelijk op de locatie en de tijd te trekken op het moment wanneer een melding is gegeven kan een rit geïdentificeerd worden als zijnde een bestuurder die een melding heeft ontvangen. Daarbij worden volgend uitgangspunten vastgelegd:

- Tijd: Een rit in de mini FCD Data zal zich op hetzelfde tijdpunt bevinden als een rit in de FCD Data.
- Locatie: Een geografisch meetpunt in de mini FCD Data zal zich op dezelfde locatie bevinden in de FCD Data. Er wordt een lichte foutmarge gehanteerd, aangezien gps-data om privacy redenen wordt gemanipuleerd.

Er kunnen verschillende redenen zijn waarom voor een melding niet gecombineerd kan worden met een trip. Omdat er gebruik gemaakt wordt van twee verschillende

datasystemen is het niet mogelijk voor iedere melding een trip te vinden. De doelstelling voor het correct matchen van de meldingen op de trip lag op 80%. Dit is gelukt!

Tabel 2: Aantal meldingen gematch op ritten

Maand	Aantal ritten	Aantal meldingen	% Aantal meldingen/ Aantal ritten	Aantal meldingen gevonden	% Aantal meldingen gevonden/ Aantal ritten	Aantal meldingen niet gevonden	% niet gematched = Aantal meldingen niet gevonden/ Aantal ritten	% Successvol gematched = Aantal meldingen gevonden/ Aantal meldingen
September 2022	91,919	18,926	20.59%	16,418	17.86%	2,508	13%	87%
Oktober 2022	106,085	18,776	17.70%	16,929	15.96%	1,847	10%	90%
November	55,323	8,542	15,45%	7,253	13,11%	1,289	15%	85%

Conclusie:

- Het totaal aantal gerapporteerde meldingen van Flitsmeister (>40.000) komt overeen met de afgesproken 20% van het totaal aantal bestuurders dat een melding zou moeten krijgen.
- Het aantal meldingen dat terug te leiden is naar een Trip binnen de FCD is ruim boven het te verwachten resultaat (meer dan 88 %).

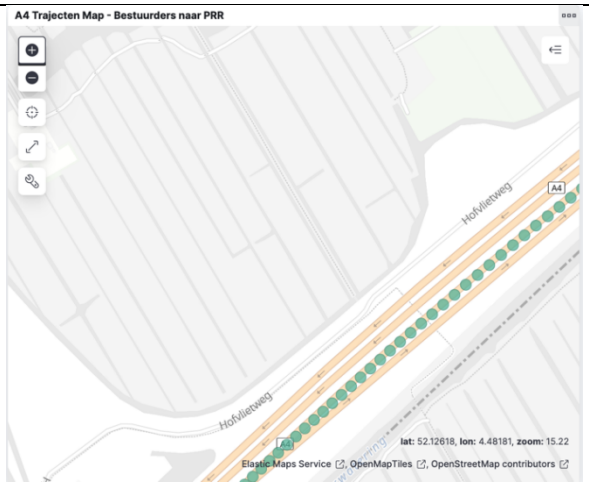
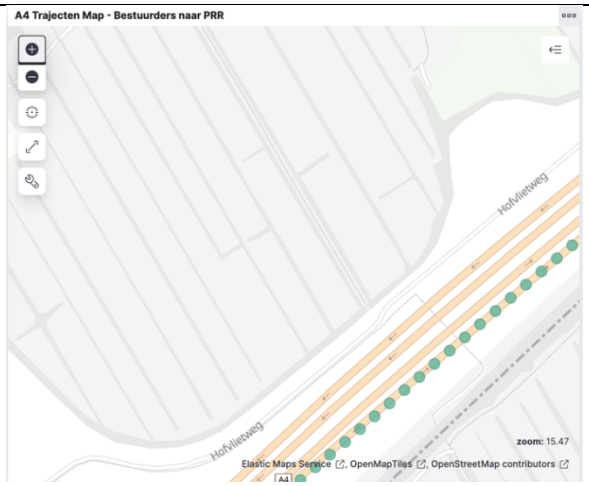
2. Algemeen verkeersbeeld - HRR/PRR vergelijking

Routes

In dit project is de FCD door vertaald naar routes. Omdat wij alle FCD van het gedefinieerde pilot stuk op de A4 hebben zijn er geen additionele geofences nodig om te zien waar een FM gebruiker is gereden. Er zijn 4 routes gemaakt:

- HRR-route
- PRR-route
- Afslag 1 route
- Afslag 2 route

De afslag 1 en 2 routes zijn belangrijk om onderscheid te kunnen maken tussen een bestuurder die wel een melding heeft gehad maar sowieso de PRR moest nemen als gevolg van zijn gewenste bestemming.

HRR	
De bestuurder rijdt op de hoofdrijbaan. Deze bestuurder is gezien voor de splitsing van de HRR en de PRR èn is gezien bij het samenvoegen van de HRR en de PRR.	 *Figuur 17: HRR - Ingezoomd beeld*
PRR	
De bestuurder rijdt op de PRR en neemt geen afslag. Deze bestuurder is gezien voor de splitsing van de HRR en de PRR èn is gezien bij het samenvoegen van de HRR en de PRR.	 *Figuur 18: PRR - Ingezoomd beeld*

Afslag 1 en Afslag 2 route	
Bij de Afslag 1 route rijdt een bestuurder op de parallelrijbaan en neemt daarna Afrit 7 – Zoeterwoude Dorp. Bij de Afslag 2 route rijdt de bestuurder op de parallelrijbaan en neemt daarna Afrit 6a – Zoeterwoude Rijndijk.	 *Figuur 19: Afslag 1 Route - TripID: 2022-09-09.1080706.2*
	 Figuur 20: Afslag 2 Route - TripID: 2022-09-07.1110671.0

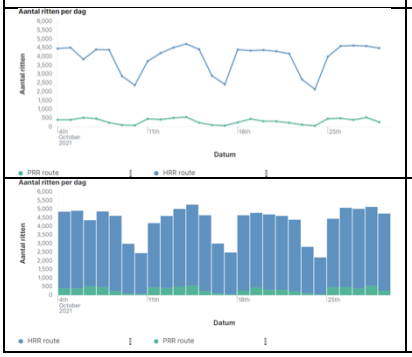
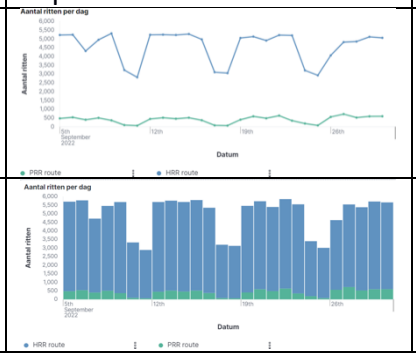
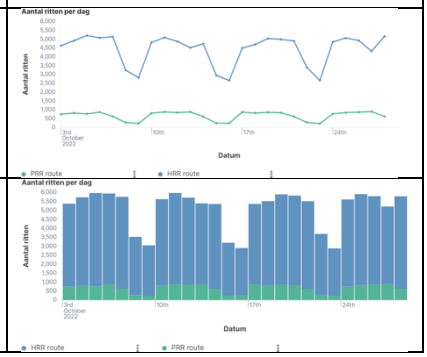
Intensiteit
Voor inzicht in het verkeersbeeld, zijn drie periodes in beeld gebracht:

- Maandag 4 oktober t/m zondag 31 oktober 2021
- Maandag 5 september t/m zondag 2 oktober 2022
- Maandag 3 oktober t/m zondag 30 oktober 2022

Alle analyses zijn gemaakt over een periode van 4 weken om een zo zuiver mogelijke vergelijking te kunnen maken.
De periode oktober 2021 is als nulmeting genomen.

Verkeersbeeld 2021 t.o.v. 2022
Uitleg verwerkingsmethode data: om de intensiteit te bepalen zijn alle ritten geanalyseerd die de HRR-route, PRR-route, Afslag 1 route of Afslag 2 route hebben genomen. Ritten die

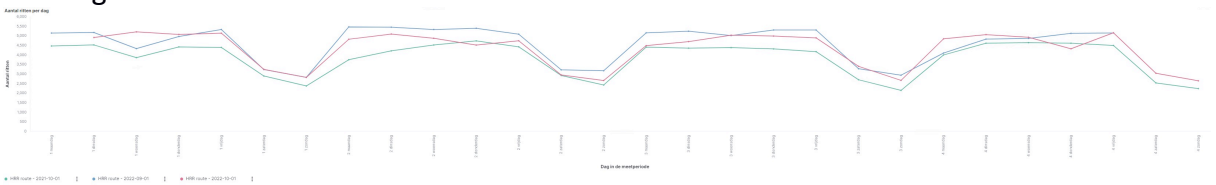
via een oprit zijn gekomen zitten dus niet in het verkeersbeeld. Dit komt omdat het meetpunt voor de splitsing van de HRR en de PRR hebben gelegd. Dit meetpunt hebben we zo bepaald om te kunnen identificeren of iemand wel/niet een melding heeft ontvangen.
We hebben zowel FCD van Q3 en Q4 in 2021. We hebben oktober 2021 als de nulmeting genomen omdat het verkeer in september 2021 nog veel COVID invloeden had en hierdoor het verkeersbeeld niet representatief is.
Op 1 september zijn de meldingen gestart. Helaas was er bij Flitsmeister een opstartfout bij het verzamelen van de FCD. Vooraf was door ZHB een data-monitoringsplan opgesteld. Door het volgen van het monitoringsplan hebben wij dit issue snel kunnen ontdekken en acties kunnen ondernemen. De FCD is uiteindelijk geleverd vanaf 5 september. Dit is dus de start van de analyse.
De intensiteit is zowel in een lijndiagram als in een staafdiagram weergegeven. Dit is een geste naar de lezer. Die kan zelf bepalen of hij/zij liever een lijn- of een staafdiagram leest.

Oktober 2021	September 2022	Oktober 2022
		

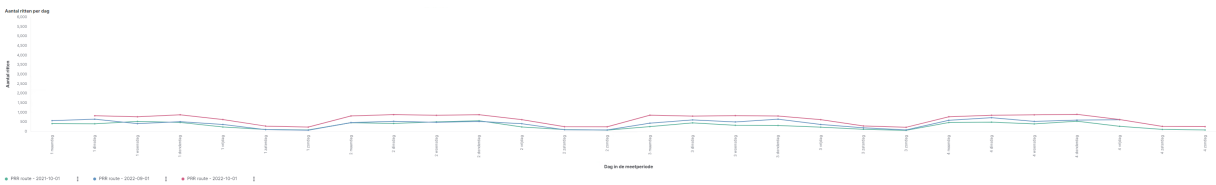
Tabel 3: Aantal ritten per maand

Maand	Totaal	HRR	PRR	Afslag 1	Afslag 2	Onbekend	% HRR	%PRR	% Afslag 1	% Afslag 2	% Onbekend
Oktober 2021	93,480	71,297	6,721	7,987	6,487	988	76.27%	7.19%	8.54%	6.94%	1.06%
Juni 2022	37,708	29,064	1,883	3,666	2,653	442	77.08%	4.99%	9.72%	7.04%	1.17%
September 2022	110,502	83,134	8,785	10,261	7,649	673	75.23%	7.95%	9.29%	6.92%	0.61%
Oktober 2022	106,185	76,691	12,686	8,800	8,008	0	72,22%	11,95%	8,29%	7.54%	0.00%

De intensiteit van alle drie meetperiodes in een beeld. De 1. Mandag is de startdatum zoals boven gedefinieerd.



Figuur 21: HRR intensiteit periode overzicht



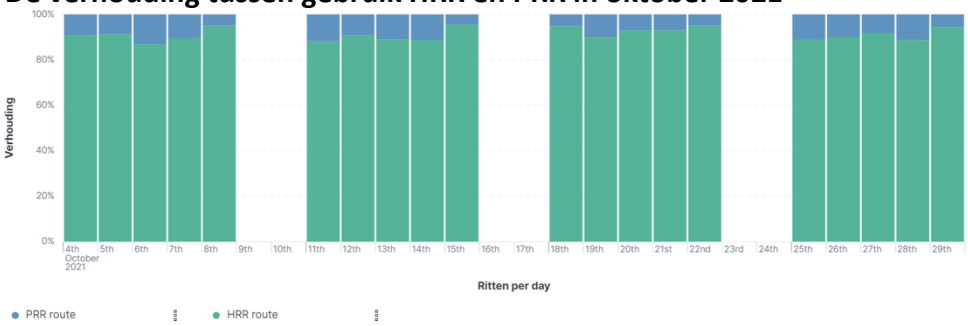
Figuur 22: PRR intensiteit periode overzicht

3. Verhouding aantal ritten op de HRR-route en PRR

Uitleg verwerkingsmethode data: voor de deze analyse zijn alleen ritten van gebruikt die de HRR-route of de PRR-route hebben gevolgd. Zo ontstaat een beeld van de verhouding binnen de parallelstructuur. In een later stadium kunnen we deze verhouding gebruiken om te controleren of het percentage extra ritten op de PRR-route ook in verminderd is op de HRR-route.

Verhouding PRR-route t.o.v. HRR-route

De verhouding tussen gebruik HRR en PRR in oktober 2021

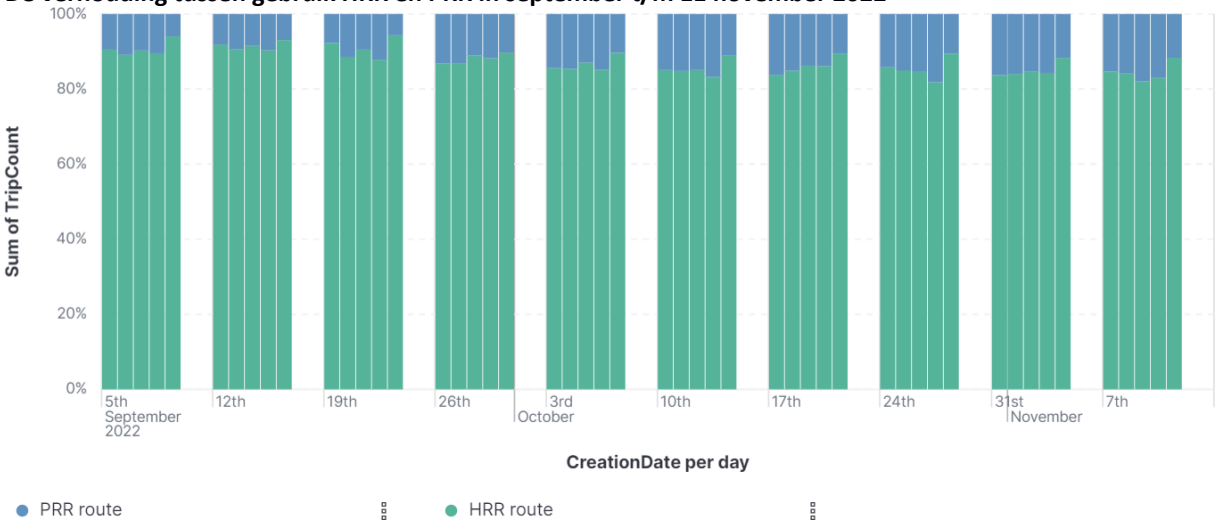


Figuur 23: Verhouding PRR route en HRR in oktober 2021

Uit de FCD van oktober 2021 blijkt dat de verhouding in het gebruik van de PRR en de HRR-route redelijk stabiel is.

Conclusie: Ongeveer 8% van de FM-gebruikers gebruikt de PRR-route om naar Amsterdam te rijden

De verhouding tussen gebruik HRR en PRR in september t/m 11 november 2022



Figuur 24: Verhouding PRR en HRR in september, oktober tm 11-11-2022

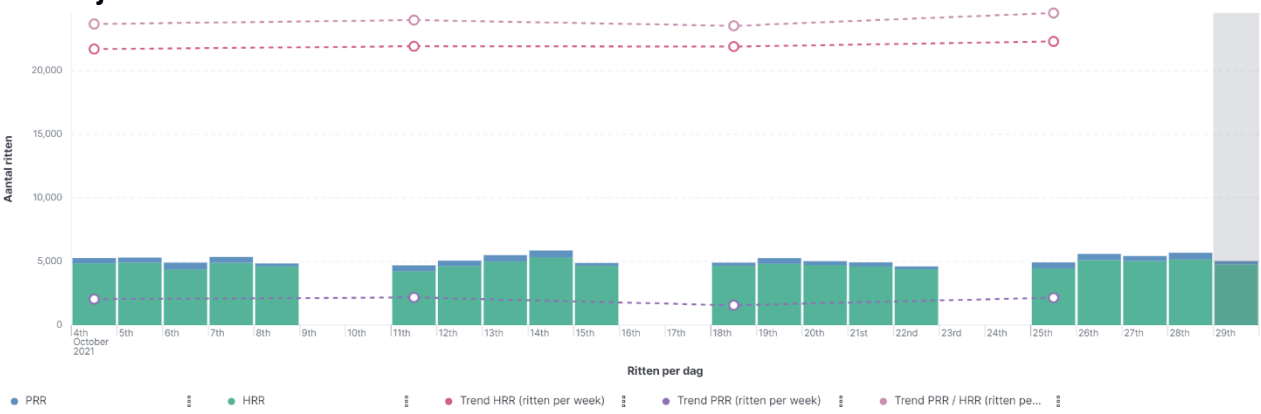
Conclusie: Na de start van het geven van de meldingen zien we een verschuiving in de verhouding. Steeds meer FM-gebruikers gaan de PRR-route gebruiken (zie figuur 6). We zien een verschuiving van 7,5 % naar zo'n 13%. De verschuiving zie je geleidelijk verlopen. Op basis van expertise doen we de aanname dat dit komt door een soort wen-effect. Dus niet meteen het bericht opvolgen, maar 1 of 2 dagen later pas.

We kunnen dan ook de conclusie trekken dat de meldingen effect hebben gesorteerd 😊

4. Verhouding in trendlijnen

De trendlijn geeft de totale aantal ritten van de HRR- en PRR-route per week weer. Hierdoor kan de trend beter afgelezen worden.

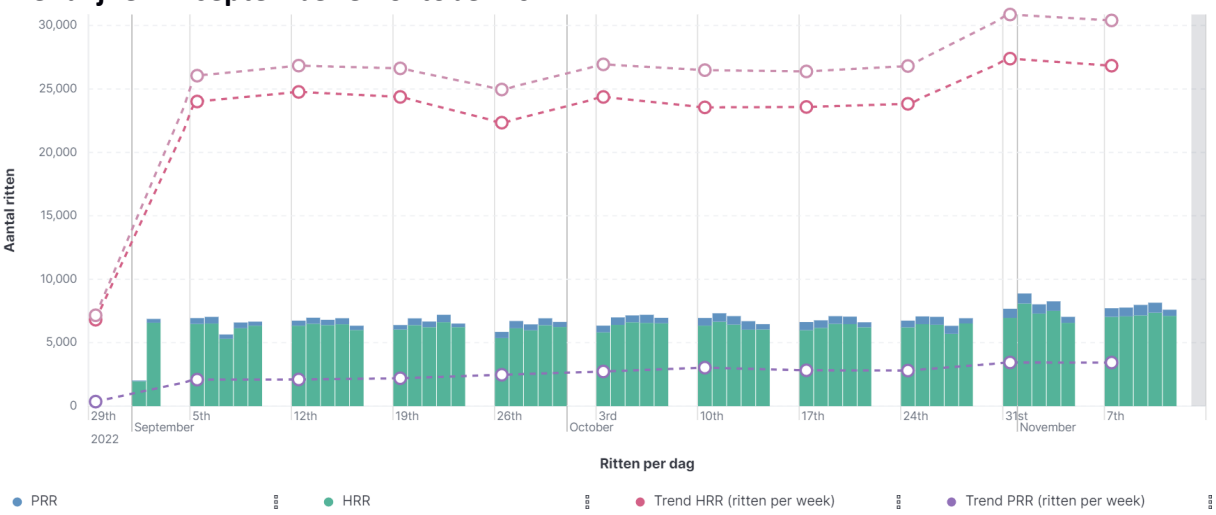
Trendlijnen in oktober 2021



Figuur 25: Trendlijnen per week - Oktober 2021

Bij gelijkblijvend verkeer is het gebruik van de PRR en de HRR nagenoeg gelijk.

Trendlijnen in september en oktober 2022



Figuur 26: Trendlijnen per week - September en oktober 2022

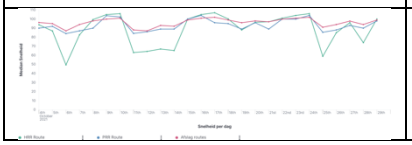
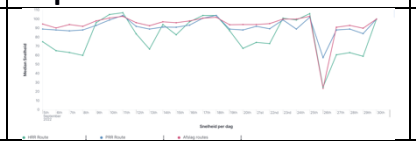
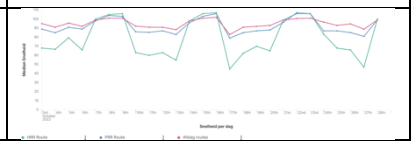
In de periode van de pilot zien wij een lichte stijging van het totale aantal ritten op de PRR- en de HRR-route. In de trendlijn is de toename van het aantal ritten op de PRR te zien en daarbij de bijbehoren afname op de HRR-route.

Conclusies

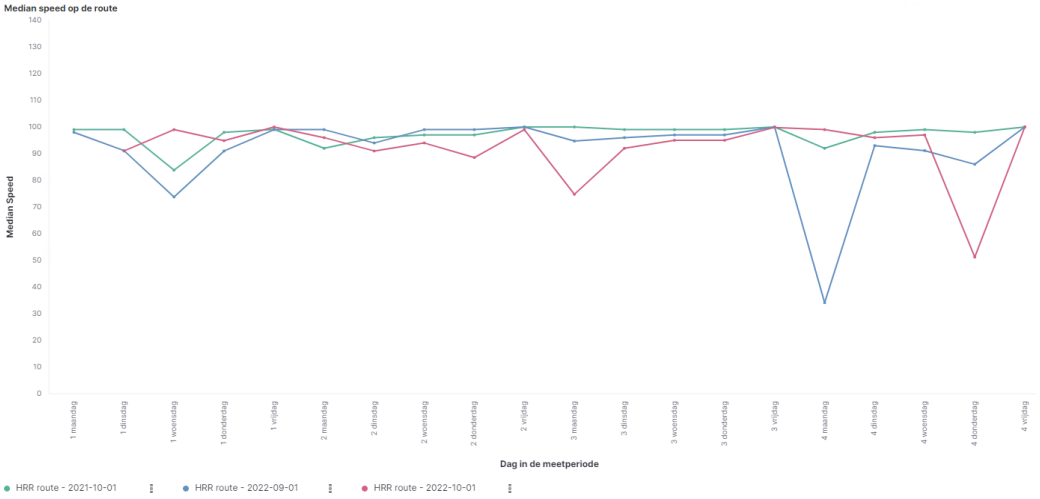
- Ten opzichte van oktober 2021 is in september en oktober 2022 een toename in het totale aantal ritten per dag op alle werkdagen te zien. Het gaat om ongeveer 3 à 4.000 ritten per week. Dat is een verkeerstoename van 18% t.o.v. 2021.
- Het effect van de pilot is duidelijk zichtbaar in de data. Halverwege september 2022 is er een lichte verschuiving van de HRR- naar de PRR-route te zien, welke in oktober 2022 en november nog verder doorzet.

5. Route en snelheden

Uitleg verwerkingsmethode data: de snelheid is inzichtelijk gemaakt op basis van analyse van alle FCD binnen de scope (A4 richting Noord, werkdagen tussen 06.00 en 11.00 uur). Er is gerekend vanaf de splitsing van de HRR en de PRR tot en met het punt waar de PRR en HRR weer samen komen. De data van de ritten die zijn afgeslagen op de PRR zijn meegenomen in de berekening omdat deze bestuurders capaciteit op de PRR gebruiken.

Oktober 2021	September 2022	Oktober 2022
		

De snelheid in een periode overzicht.



Figuur 27: HRR snelheid periode overzicht

Figuur 28: PRR snelheid periode overzicht

APPENDIX B Cijfers & Feiten

Deze appendix bevat tabellen met alle beschikbare FCD-data. Deze data is gebruikt voor de analyses en de inzichten en kan gebruikt worden voor inzichten buiten de scope van het project.

Appendix B.1 Aantal ritten per maand

Tabel 4: Aantal ritten per maand

Maand	Totaal	HRR	PRR	Afslag 1	Afslag 2	Onbekend	% HRR	%PRR	% Afslag 1	% Afslag 2	% Onbekend
Oktober 2021	93,480	71,297	6,721	7,987	6,487	988	76.27%	7.19%	8.54%	6.94%	1.06%
Juni 2022	37,708	29,064	1,883	3,666	2,653	442	77.08%	4.99%	9.72%	7.04%	1.17%
September 2022	110,502	83,134	8,785	10,261	7,649	673	75.23%	7.95%	9.29%	6.92%	0.61%
Oktober 2022	106,185	76,691	12,686	8,800	8,008	0	72,22%	11,95%	8,29%	7.54%	0.00%

Appendix B.2 Per maand gecombineerd

De HRR en de PRR route zijn samengevat als een route zowel de Afslag 1 / Afslag 2 route.

Tabel 5: Aantal ritten per maand op route gecombineerd

Maand	Totaal	Onbekend	HRR + PRR	% HRR + PRR	Afslag 1 + Afslag 2	% Afslag 1/2	% Onbekend
Oktober 2021	93,480	988	78,018	83.46%	14,474	15.48%	1.06%
Juni 2022	37,708	442	30,947	82.07%	6,319	16.76%	1.17%
September 2022	110,502	673	91,919	83.18%	17,910	16.21%	0.61%
Oktober 2022	106,185	0	89,377	84.17%	16,808	15.83%	0.00%

Appendix B.3 Per week

Tabel 6: Aantal ritten per week

Startdatum van de week	Totaal	HRR route	PRR Route	Afslag 1	Afslag 2	Onbekend	% HRR	%PRR	% Afslag 1	% Afslag 2	% Onbekend
27/09/2021	4,313	3,377	171	410	304	51	78.30%	3.96%	9.51%	7.05%	1.18%
04/10/2021	22,317	16,864	1,729	1,954	1,546	224	75.57%	7.75%	8.76%	6.93%	1.00%
11/10/2021	22,143	16,701	1,782	1,869	1,575	216	75.42%	8.05%	8.44%	7.11%	0.98%
18/10/2021	21,760	16,981	1,260	1,809	1,483	227	78.04%	5.79%	8.31%	6.82%	1.04%
25/10/2021	22,947	17,374	1,779	1,945	1,579	270	75.71%	7.75%	8.48%	6.88%	1.18%
05/09/2022	25,596	19,260	1,983	2,759	1,409	185	75.25%	7.75%	10.78%	5.50%	0.72%
12/09/2022	26,963	20,653	1,948	2,271	1,962	129	76.60%	7.22%	8.42%	7.28%	0.48%
19/09/2022	26,689	20,050	2,084	2,322	2,094	139	75.12%	7.81%	8.70%	7.85%	0.52%
26/09/2022	25,160	18,366	2,498	2,181	1,962	153	73.00%	9.93%	8.67%	7.80%	0.61%
03/10/2022	26,959	19,705	3,072	2,192	1,99	0	73.09%	11.40%	8.13%	7.38%	0.00%

10/10/2022	26,653	19,114	3,277	2,175	2,087	0	71.71%	12.30%	8.16%	7.83%	0.00%
17-10-2022	26,390	19,009	3,086	2,255	2,04	0	72.03%	11.69%	8.54%	7.73%	0.00%
24-10-2022	26,183	18,863	3,251	2,178	1,891	0	72.04%	12.42%	8.32%	7.22%	0.00%
31/10/2022	31,629	22,450	4,017	2,369	2,433	0	71,80%	12,85%	7,58%	7,78%	0.00%
07/11/2022	30,306	21,589	4,000	2,420	2,297	0	71,24%	13,20%	7,99%	7,58%	0,00%

Appendix B.4 Per week gecombineerd

De HRR en de PRR zijn samengevat als een route zowel de Afslag 1 / Afslag 2 route.

Tabel 7: Aantal ritten per week op route gecombineerd

Startdatum van de week	Totaal	Onbekend	HRR + PRR	% HRR + PRR	Afslag 1 + Afslag 2	% Afslag 1/2	% Onbekend
27/09/2021	4,313	51	3,548	82.26%	714	16.55%	1.18%
04/10/2021	22,317	224	18,593	83.31%	3,500	15.68%	1.00%
11/10/2021	22,143	216	18,483	83.47%	3,444	15.55%	0.98%
18/10/2021	21,760	227	18,241	83.83%	3,292	15.13%	1.04%
25/10/2021	22,947	270	19,153	83.47%	3,524	15.36%	1.18%
27/06/2022	4,764	24	3,949	82.89%	791	16.60%	0.50%
04/07/2022	15,062	125	12,368	82.11%	2,569	17.06%	0.83%
11/07/2022	11,207	153	9,261	82.64%	1,793	16.00%	1.37%
18/07/2022	5,419	118	4,345	80.18%	956	17.64%	2.18%
25/07/2022	1,256	22	1,024	81.53%	210	16.72%	1.75%
05/09/2022	25,596	185	21,243	82.99%	4,168	16.28%	0.72%
12/09/2022	26,963	129	22,601	83.82%	4,233	15.70%	0.48%
19/09/2022	26,689	139	22,134	82.93%	4,416	16.55%	0.52%
26/09/2022	25,160	153	20,864	82.93%	4,143	16.47%	0.61%
03/10/2022	26,959	0	22,777	84.49%	4,182	15.51%	0.00%
10/10/2022	26,653	0	22,391	84.01%	4,262	15.99%	0.00%
17/10/2022	26,390	0	22,095	83.72%	4,295	16.28%	0.00%
24/10/2022	26,183	0	22,114	84.46%	4,069	15.54%	0.00%
31/10/2022	31,269	0	26,467	84.64%	4,802	15,36%	0,00%
07/11/2022	30,306	0	25,589	84,44%	4,7171	16,56	0,00%

Appendix C Technische invulling

APPENDIX C Technische Invulling

De pilot heeft gebruik gemaakt van een tweetal databronnen van Flitsmeister. Deze databronnen hebben geen matchende sessionID. Technisch is er sprake van twee individuele, unieke systemen die niet aan elkaar verbonden zijn. Flitsmeister kan zelf niet traceren wanneer een gebruiker een melding heeft ontvangen omdat het om twee systemen gaat.

Mini FCD:

Flitsmeister verstuurt meldingen aan bestuurders voorgaand aan het benaderen van de splitsing op de A4 bij Leiderdorp. Voor deze meldingen zijn wel de GPS punten ~30 seconden voor en ~30 seconden na de melding beschikbaar. Alle ritten vinden plaats op de HRR in noordelijke richting.

FCD:

Periode van de dataverzameling:

- 1 juli 2021 t/m 31 oktober 2021
- 1 juli 2022 t/m 24 augustus 2022
- 1 september 2022 t/m 28 oktober 2022
- 1 september 2022 t/m 28 oktober 2022
- 31 oktober / 11 november 2022

Dit betreft alle ritten die hebben plaatsgevonden op de A4 ongeacht de rijrichting.
Bij deze FCD is ook VRO beschikbaar. De zogenaamde terugkerende rijder. Hier zijn analyses op uitgevoerd. Deze zijn nog niet gerapporteerd omdat dit buiten de scope van het project valt.

Appendix C.1 Proces

Als je met meerdere databronnen werkt is het belangrijk de genomen stappen inzichtelijk te houden. In onderstaand overzicht staat de flow van data beschreven zoals deze binnen de pilot is gebruikt:

1. Inladen van beide databronnen
2. Validatie van kwaliteit
3. Ritten herkennen
4. Uploaden van de data naar Elastic / Kibana
5. De routes van ritten herkennen op basis van de gps-coördinaten
6. Combineren van de Mini-FCD data met de routemarkering

Appendix C.2 Inladen van de data bronnen

De data wordt vanuit Flitsmeister aangeleverd op een Amazon S3 storage bucket. De bucket van de FCD is van Zuidholland Bereikbaar, de mini FCD is beschikbaar binnen een Amazon S3 storage bucket van Flitsmeister. Om deze data te kunnen verwerken is deze naar scout getrokken in een parquet format op de HDFS (data warehouse). Naar het overzetten van de

data in de data warehouse is deze data binnen Hadoop Hive als queryable dataset ter beschikking gesteld.
Python code: FCD overzetten van S3 naar data warehouse
Python code: mini FCD overzetten van S3 naar data warehouse
Hive: Data in tabel form ter beschikking stellen
Hive: Verwerken van de data
Hive: Ritten herkennen (niet binnen scope)
Hive: Uploaden van de data naar Elastic
Powershell: Herkennen en markeren van routes

Appendix C.3 validatie van de kwaliteit

Het werken met GPS- en tijddata vraagt om extra aandacht om de kwaliteit van de data te waarborgen. Incorrecte data - ontbreken van fields, dubbele data, verkeerde timestamps, verkeerde formattering - zorgen voor een impact op het beoogde resultaat en kunnen analyse beïnvloeden. Gezien de schaal van de data betrokken bij dit experiment, omstreeks 3.000.000.000 meetpunten, is het valideren van kwaliteit kritiek. Om de kwaliteit te waarborgen zijn de volgende stappen doorlopen:

- Data Type Check

  Alle velden binnen de data zijn gecontroleerd op juiste invoer volgens het data type per veld. Bij het voorkomen van verkeerde data (bijvoorbeeld een letter in snelheid), komt een foutmelding in het databestand. Data met foutmeldingen kunnen verwerkt worden, lege of foutieve velden zorgen tijdens verdere analyse voor errors.

- Formattering Check

  Data velden behoren de juiste formattering aan te houden. Denk hierbij aan een timestamp, waarbij een vaste formattering aangehouden dient te worden (2022-09-30T00:00:00.000Z). Deze formattering kan in periodes gewijzigd zijn in databronnen, waardoor de controle uitgebreid dient plaats te vinden.

- Range Check

  Waardes binnen de data vallen vaak binnen een bereik. Deze controle zorgt ervoor dat een bereik wordt aangehouden. In deze check zijn voornamelijk geospatial en tijd uitvoerig gecontroleerd. Ten behoeve van de data over de A4, vallen lattitude binnen een bereik van 51.5 tot 53 en longitude binnen een bereik van 4 tot 5. Ook uitschieters binnen velden als snelheid worden opgepakt, door een bereik te specificeren (max snelheid 250 km/u).

- Duplicate Check

  Binnen de data zouden geen duplicaten zichtbaar mogen zijn (twee identieke lijnen met zelfde gegevens). Bij het inladen van de data wordt de data ontdubbeld.

Appendix D Routes herkennen

APPENDIX D Routes herkennen

De routes worden herkend op de geolocatie icm. Met een route planning tool (OSRM). Alle FCD in het gebied van de PRR en de HRR worden gefilterd op een richting van max 180 geraden. Voor iedere GPS punt wordt de bijhorende trip id geladen. Als de route bepaald is wordt de volledige trip geupdate met de gevonden route.

Appendix D.1 Validatie van routes is dit "de routes van ritten herkennen"?

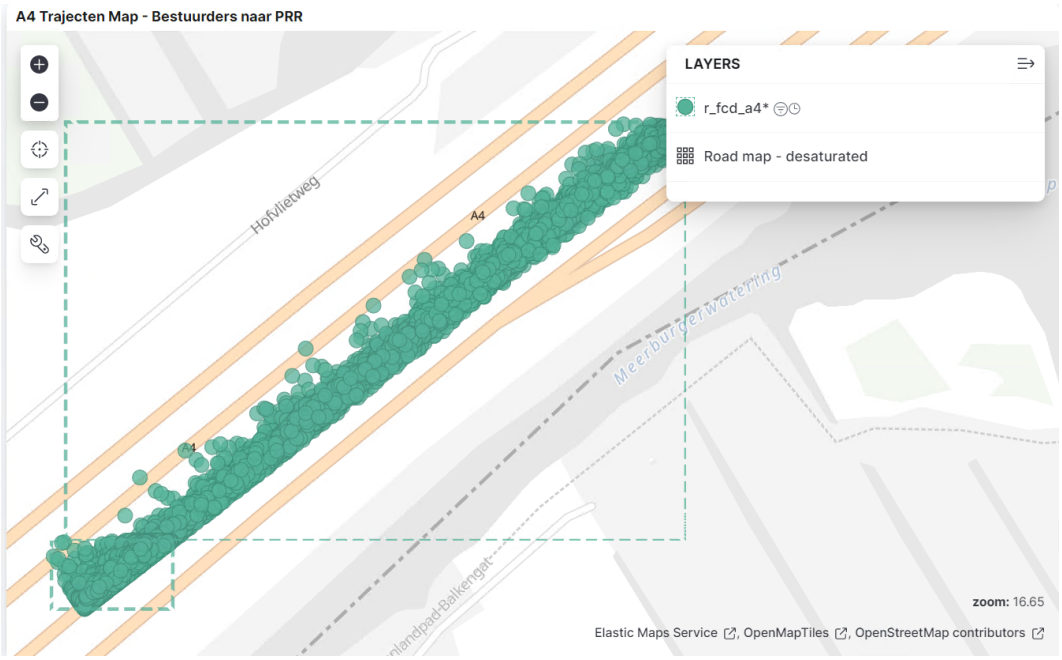
Om opvolggedrag in beeld te brengen is het belangrijk om routes te valideren. De correctheid van de route bepaald is belangrijk om te opvolg gedrag te kunnen bepalen
De validatie is uitgegaan van de volgende standpunten:

1. De volgorde van toewijzing van ritten loopt als volgt: Tegenligger – Oprit – Afslag – HRR en PRR. Deze volgorde is aangehouden om bijzondere ritprofielen (bijvoorbeeld ritten die meerdere afslagen hebben genomen tijdens een enkele rit) vroegtijdig uit te filteren.
2. De data die bij de splitsing van de PRR een bearing van >180 hebben worden niet meegenomen, omdat ervan uitgegaan wordt dat dit tegenliggend verkeer betreft.
3. Oprit 1 heeft voorrang op oprit 2. Deze data is minder relevant voor het experiment, maar voor de validatie is het noodzakelijk deze ritten goed in beeld te hebben.

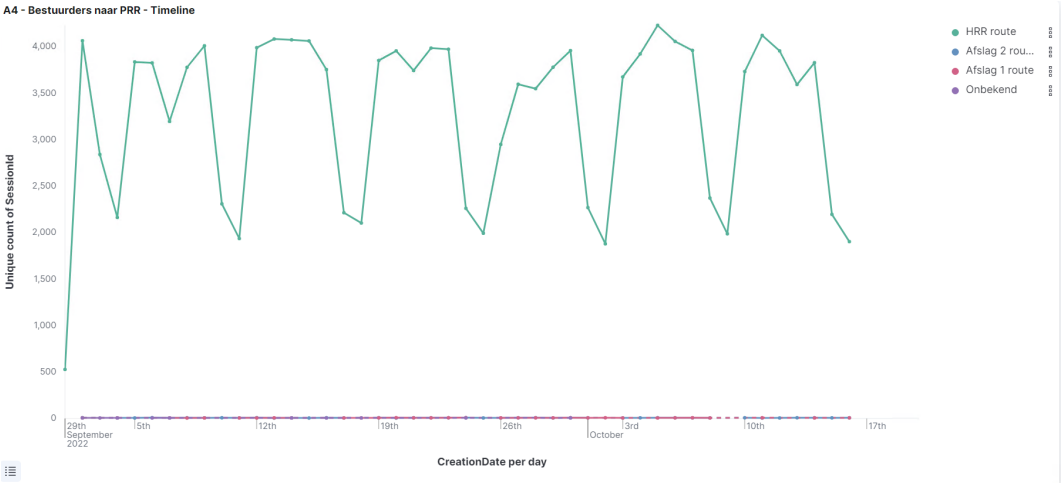
De moeilijkheid van deze data ligt bij het correct herkennen van de individuele routes. Daarbij zijn verschillende locaties bekeken om de data correctheid te valideren.

Appendix D.2 Hoofdrijbaan ter hoogte van de eerste afrit

Om te bepalen of de route "HRR" correct is wordt er ter hoogte van de eerste afrit een filter op het wegdek gelegd. Met behulp van deze geofence kan er bepaald worden of alle ritten aan de verwachting voldoen.
De verwachting is dat er enkel "HRR" in beeld zal komen, wanneer de bearing tussen 30 en 90 graden wordt aangehouden. De volgende visualisaties laten het resultaat zien:



Figuur 29: GPS punten in scope voor de route test op de HRR



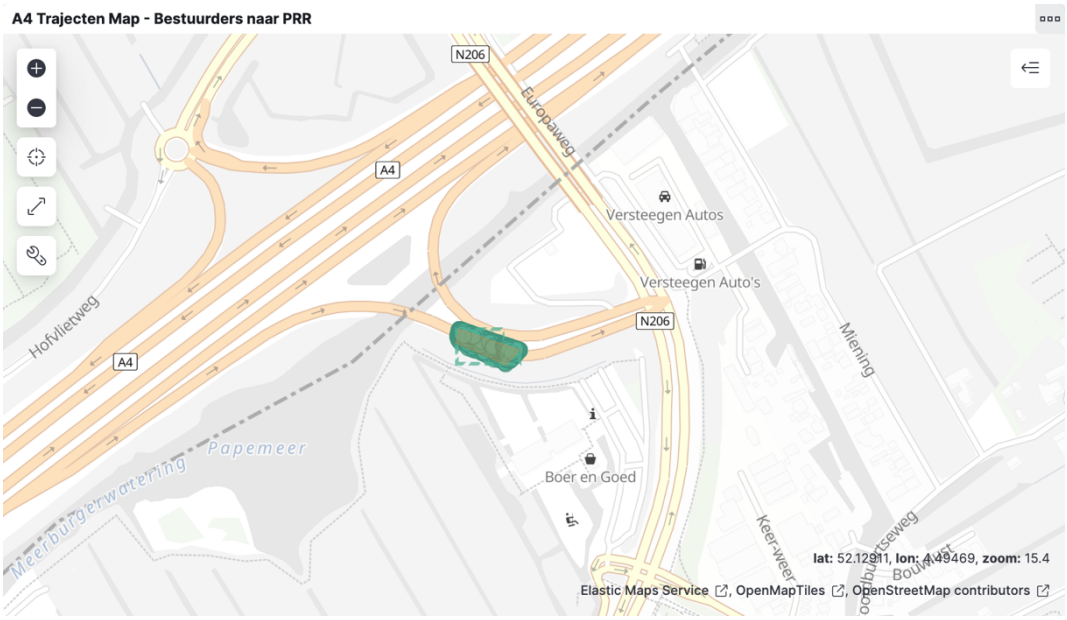
Figuur 30: Gevonden routes op de HRR

Conclusie:
De enkele afwijkende routes hebben statistisch gezien geen invloed.

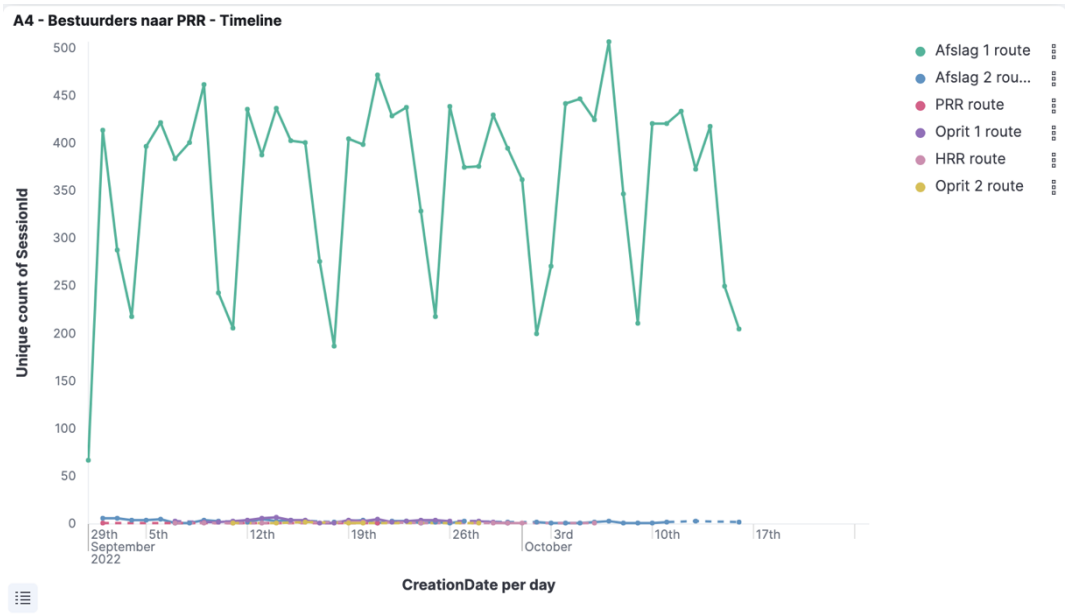
Appendix D.3 Afslaande ritten op afrit

Om te bepalen of de routes “Afslag 1 route” en “Afslag 2 route” correct zijn benaderd, zijn er filters op de wegdekken van de afslagen zelf gelegd. Met behulp van deze geofences kan er bepaald worden of alle ritten aan de verwachting voldoen.
De verwachting is dat er enkel routes met “Afslag 1 route” of “Afslag 2 route” in beeld zullen komen.

Afslag 1 in beeld

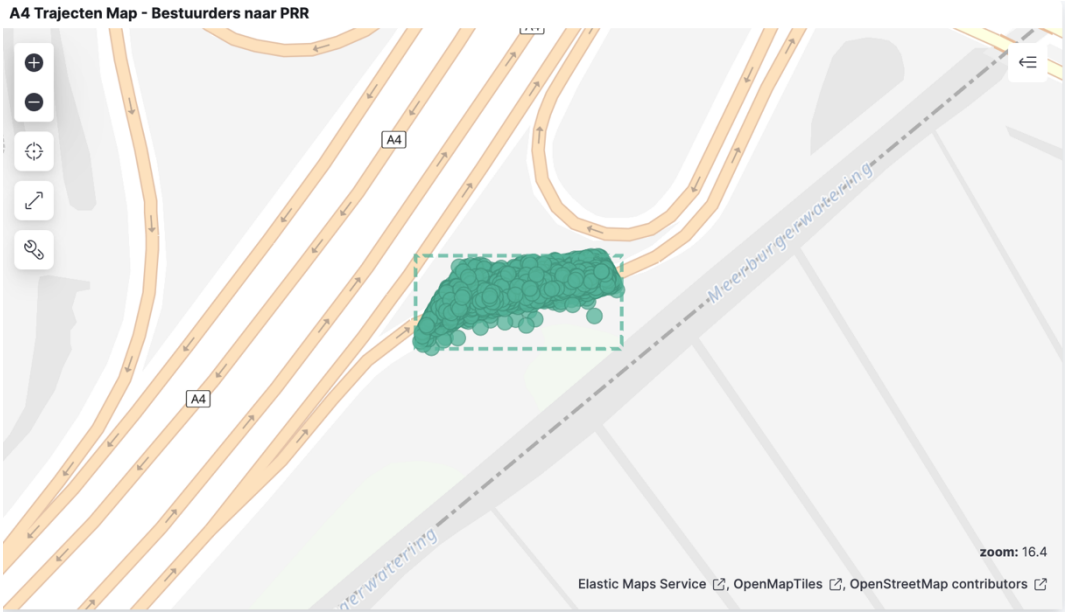


Figuur 31: GPS punten in scope voor de route test op de afslag 1



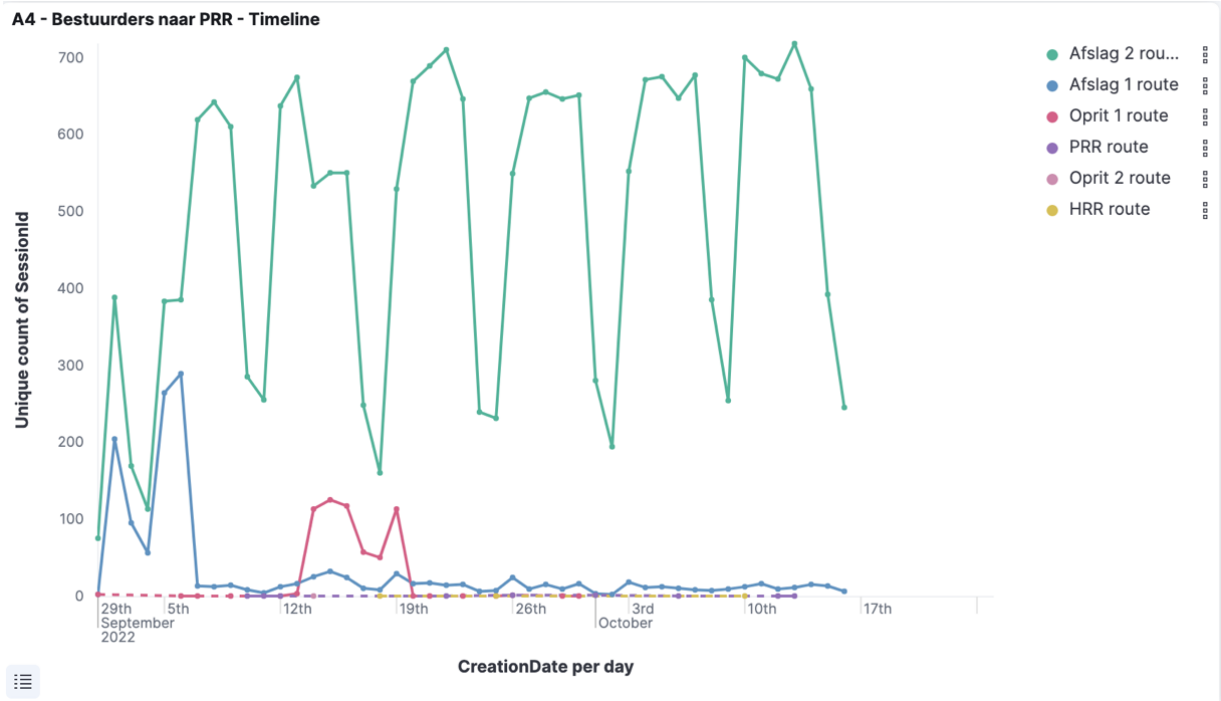
Figuur 32: Gevonden routes op de afslag 1

Appendix D.4 Afslag 2 in beeld



Figuur 33: GPS punten in scope voor de route test op de afslag 2

In bovenstaande visualisatie zijn alle meetpunten zichtbaar die vallen onder de zojuist beschreven geofence.



Figuur 34: Gevonden routes op de afslag 2

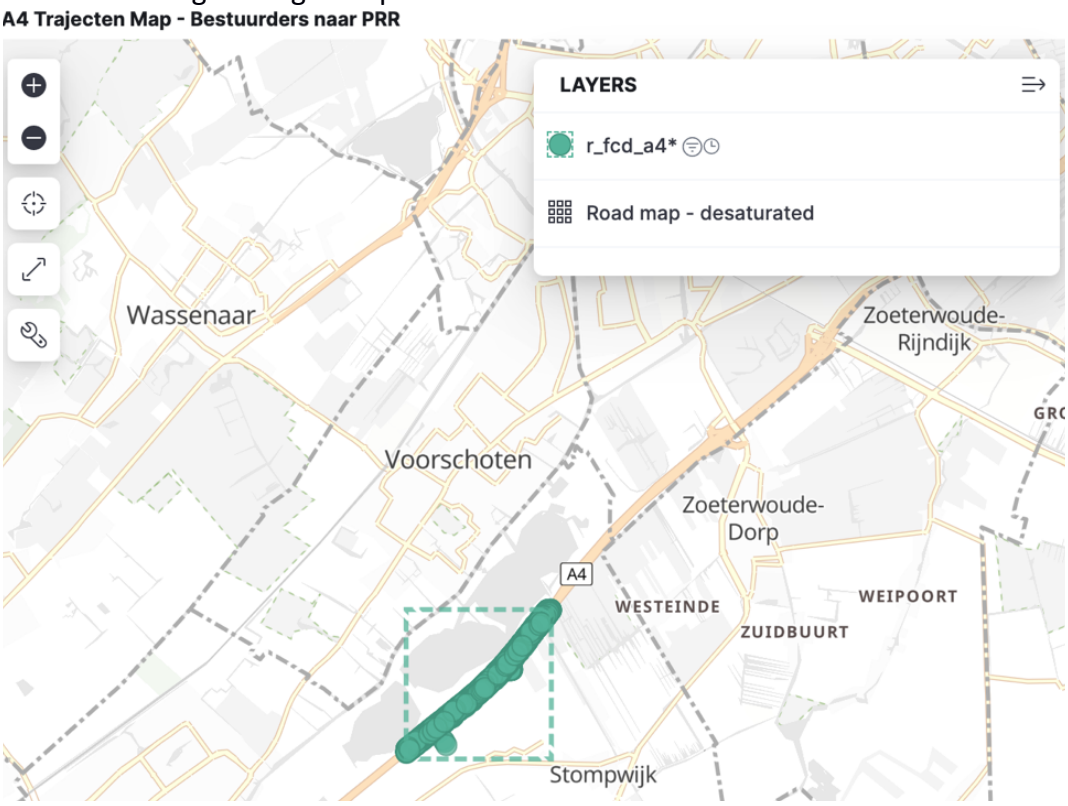
Conclusie:

Voor de analyse van het opvolggedrag worden afslagen 1 en 2 samengevoegd. Dit zorgt ervoor dat al het afslaand verkeer eenduidig wordt geclassificeerd. Dit pakt de afslagen die zichtbaar zijn bij Afrit 2 correct op en zal de analyse niet beïnvloeden.

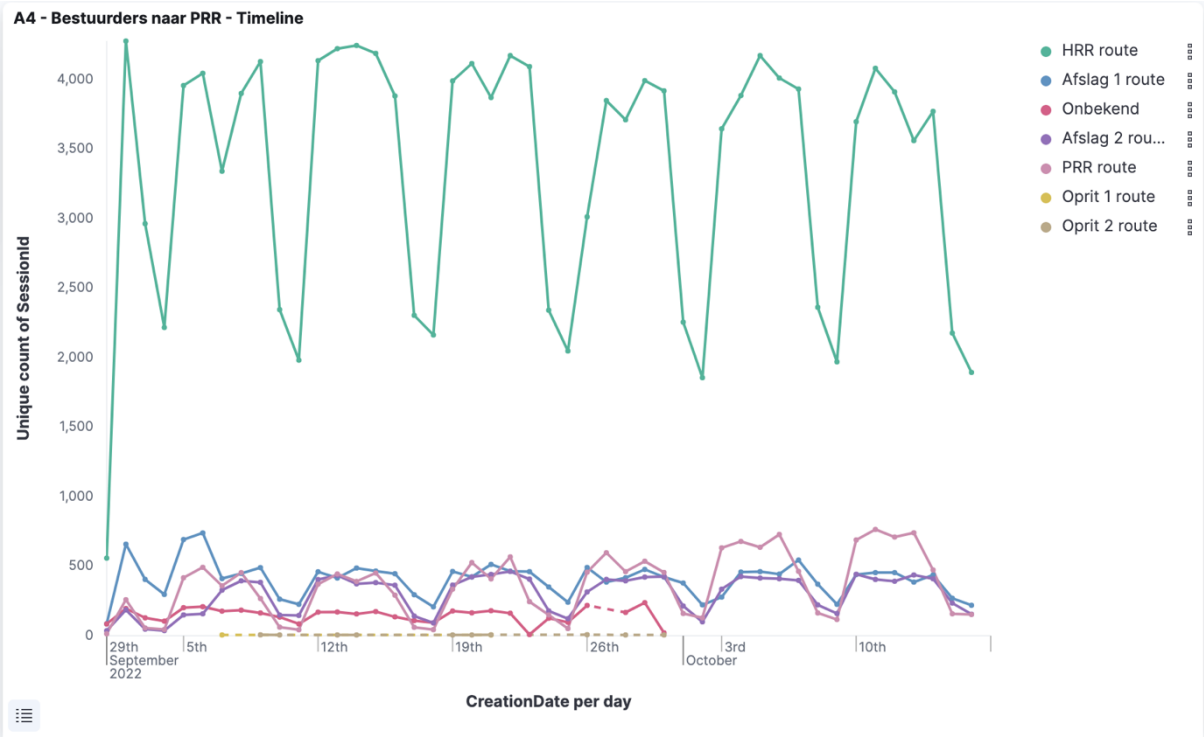
Appendix D.5 Geen oprit routes zichtbaar voor de splitsing HRR/PRR

Om te bepalen of de opritten goed zijn benaderd, is er een filter op het wegdek voor de splitsing gelegd. Met behulp van deze geofence kan er bepaald worden of alle opritten aan

de juiste route voldoen. Deze zouden niet zichtbaar mogen zijn op het wegdek voor de eerste afslag.
De verwachting is dat geen oprit routes in beeld zullen komen.



Figuur 35: GPS punten in scope voor de route test

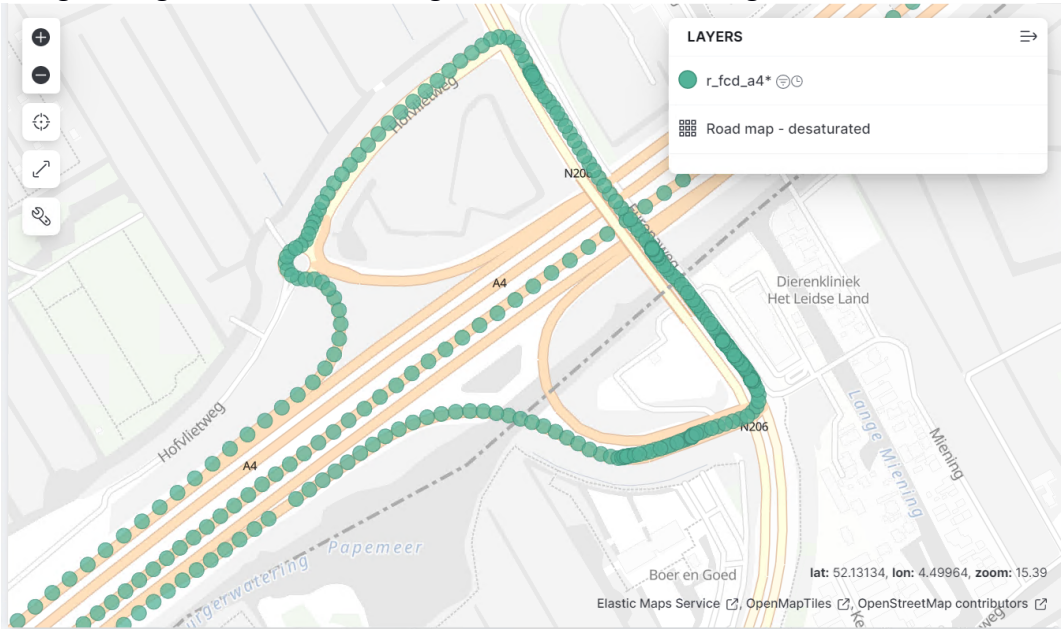


Figuur 36: Routes gevonden voor de splitsing van de PRR en HRR

Conclusie:
In totaal 7 ritten over 1.5 maanden aan data die vallen onder Oprit1 en Oprit2. Op een totaal van 278,565 ritten in deze tijdsperiode zullen deze ritten verdere analyses niet beïnvloeden.

Appendix D.6 Uitzondering in beeld

Onderstaande visualisatie betreft TripId: 2022-09-21.111718708.0, één van de gevonden uitzonderingen tijdens het valideren van de routes. Dit betreft een bestuurder die meerdere afslagen en rijrichtingen heeft gebruikt tijdens een enkele rit. Mogelijk betreft dit een bestuurder die een verkeerde afslag heeft genomen, omgekeerd is en de juiste route weer terug heeft genomen. Deze rit is geclassificeerd als “Afslag 1 route”.



Figuur 37: Uitzondering in beeld: een bestuurder die vanaf de PRR de afslag heeft genomen, terug is gereden op de a4 en vervolgens de HRR heeft genomen

Appendix E Resultaten van de validatie is dit “validatie van kwaliteit”?

APPENDIX E Resultaten van de validatie

De validatie op kwaliteit en de validatie op route heeft geresulteerd in concrete handelingen die zijn uitgevoerd om de kwaliteit van de data te waarborgen. Onderstaand zijn deze handelingen uitgeschreven:

Appendix E.1 Filter op data

Snelheid tot 250 km/u:
Om uitschieters binnen de data te verwijderen, is er gekozen om ritten met een gemeten snelheid boven 250 km/u buiten beschouwing te laten.
Werkdagen:
Het experiment heeft betrekking op de ochtendspits tijdens doordeweekse dagen. Data buiten deze tijdscope zorgt voor meer processing op het dashboard en kan vertraging opleveren.

06:00-10:59:
Het experiment heeft betrekking op de ochtendspits tijdens doordeweekse dagen. Data buiten deze tijdscope zorgt voor meer processing op het dashboard en kan vertraging opleveren.
Bearing <= 90:
Bearing betreft de richting waarop een bestuurder zich verplaatst. Aangezien het experiment enkel ritten van zuid naar noord betreft, zorgt dit filter ervoor dat tegenliggende ritten op de HRR van noord naar zuid niet voorkomen.
Route <> tegenliggende ritten:
Tegenliggende ritten hebben geen doel binnen de analyse en worden uitgefilterd.

Appendix E.2 Orde van routebepaling

De volgende maatstaven worden in onderstaande volgorde gebruikt bij het bepalen van de routes:

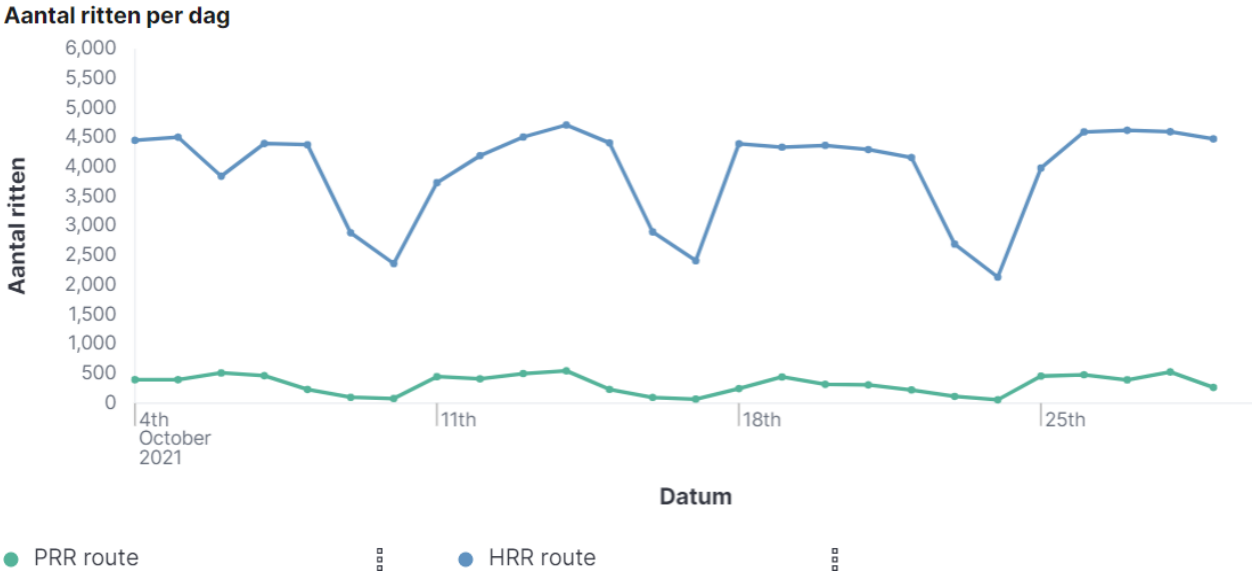
- Alle ritten met een bearing boven 180 zijn geclassificeerd als tegenliggers.
- Alle ritten die niet zichtbaar zijn op de splitsing voor de HRR/PRR, zijn oprit ritten.
- Alle ritten die zichtbaar zijn op de afslagen en nog geen classificatie “oprit” hebben, zijn afslag 1 of 2 routes.
- Alle ritten op de HRR die geen oprit of afslag route zijn aangewezen, zijn HRR ritten.
- Alle overige ritten die zichtbaar zijn op de PRR, zijn PRR ritten.

Deze orde resulteert in een eenduidige aanpak van uitzonderlijke ritten. In voorgaand voorbeeld - de rit via afslag 1, terugrijden over de a4 en weer vervolgende over de HRR – resulteert dit in een classificatie als Afslag 1, zodat deze de analyse op opvolggedrag niet beïnvloedt.

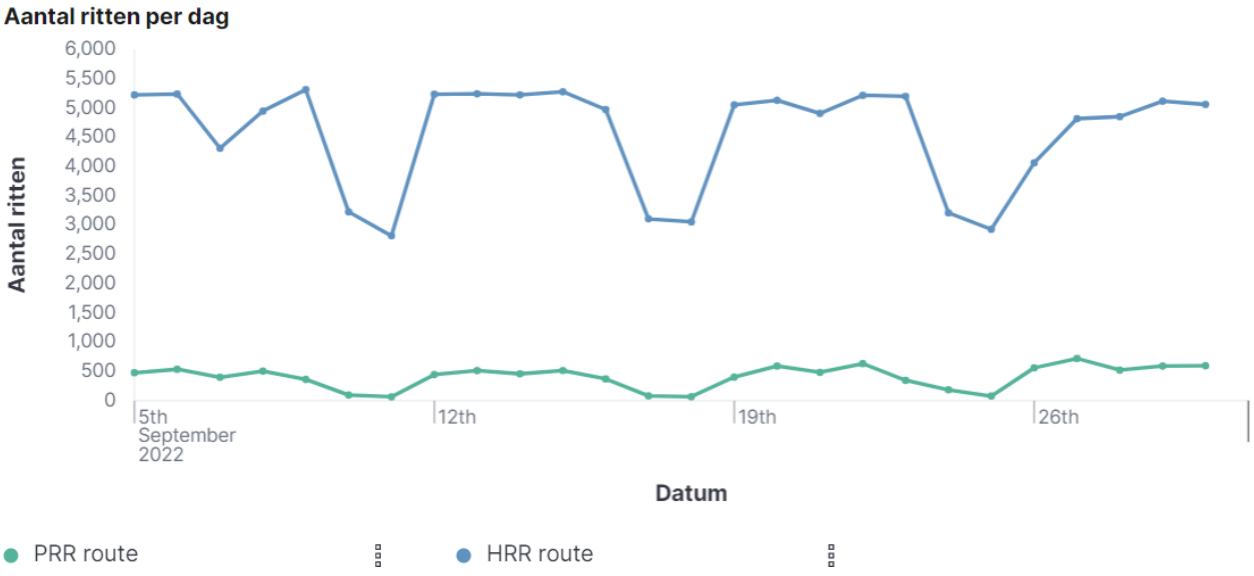
Appendix F Grafieken op schaal

APPENDIX F Grafieken op schaal

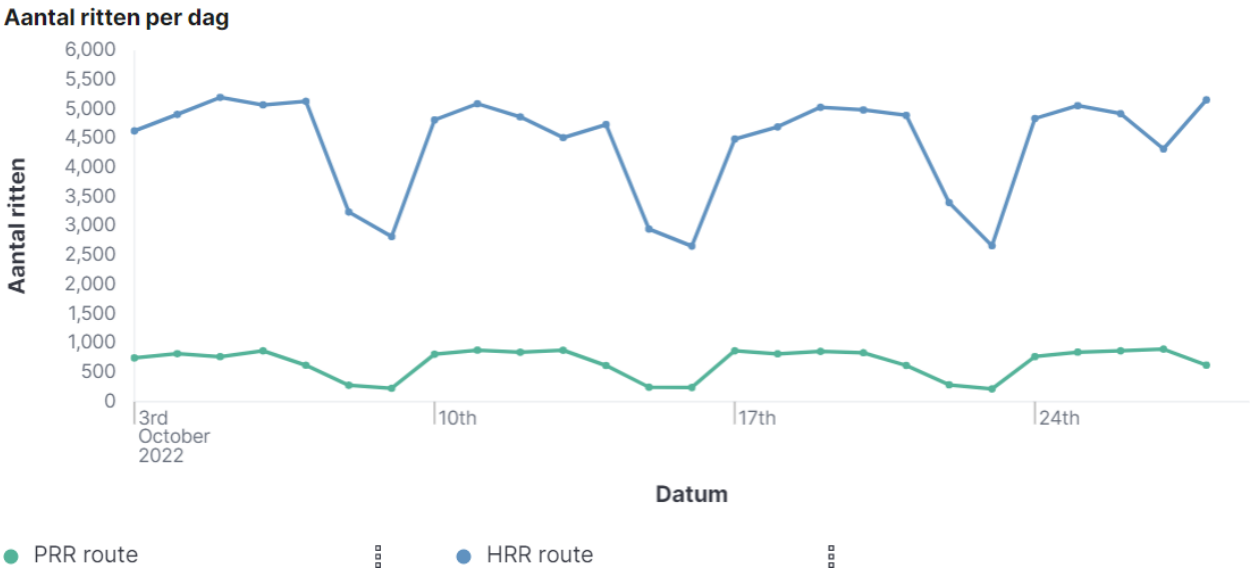
Appendix F.1 Verkeersbeeld 2021 t.o.v. 2022



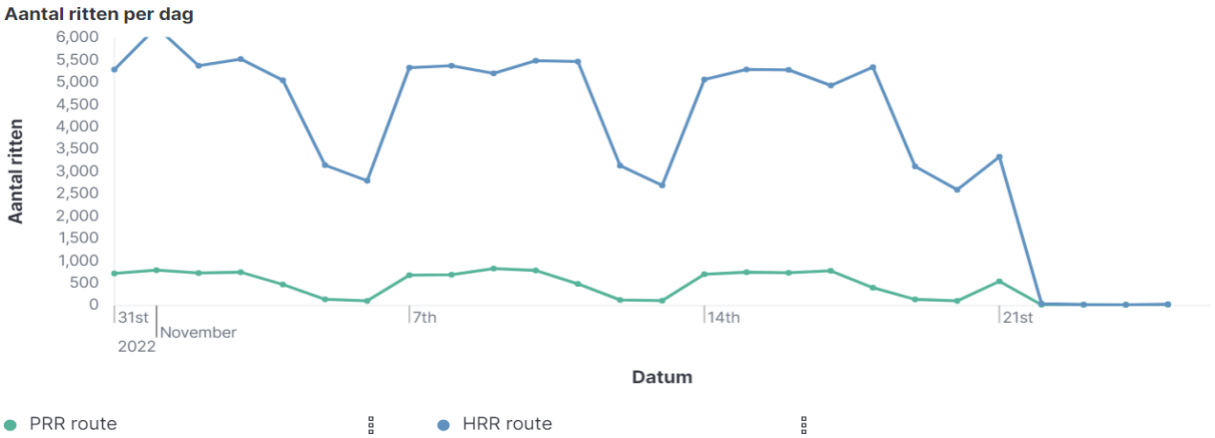
Figuur 38: Aantal ritten per dag op de PRR en HRR -2021



Figuur 39: Aantal ritten per dag op de PRR en HRR – september 2022

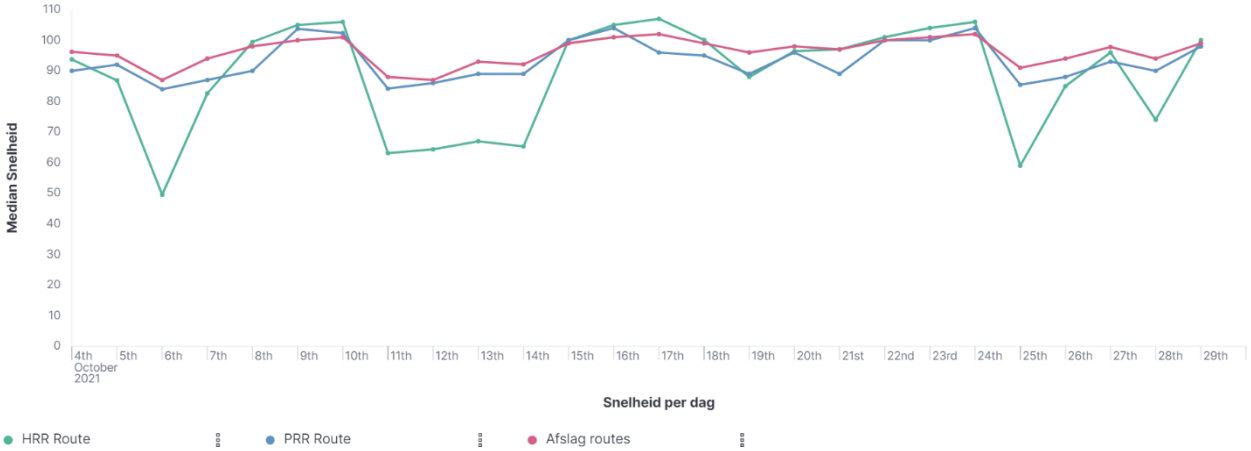


Figuur 40: Aantal ritten per dag op de PRR en HRR - oktober 2022

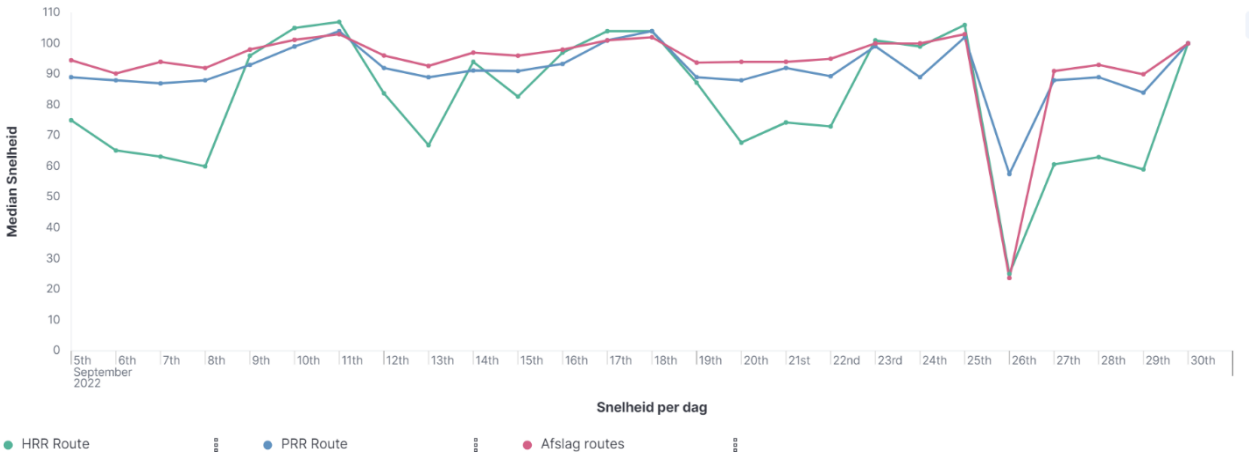


Figuur 41: Aantal ritten per dag op de PRR en HRR - november 2022 - vanaf 21 november niet meer betrouwbaar

Appendix F.2 Snelheden

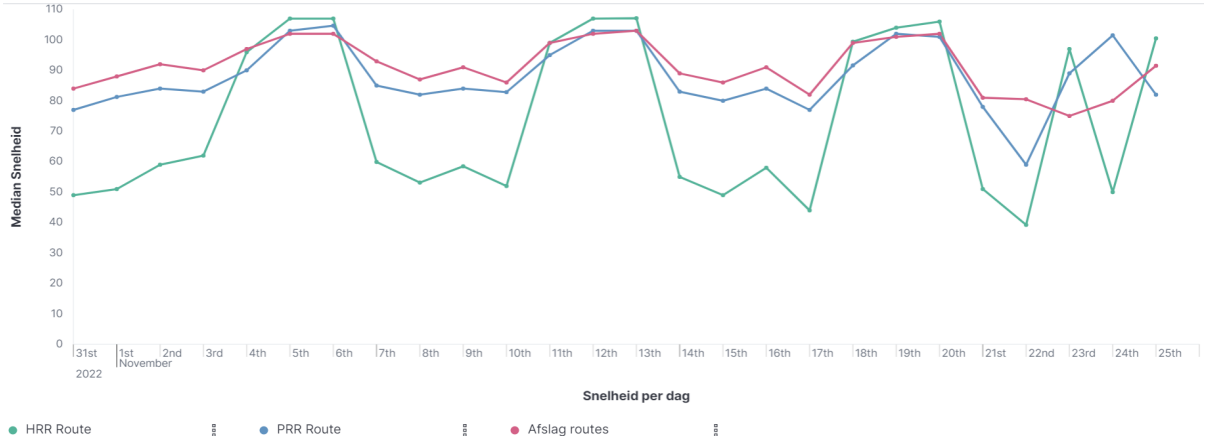


Figuur 42: Snelheden op de verschillende routes - oktober 2021



Figuur 43: Snelheden op de verschillende routes - september 2022

Figuur 44: Snelheden op de verschillende routes - oktober 2022



Figuur 45: Snelheden op de verschillende routes - november2022 vanaf 21 november niet meer betrouwbaar