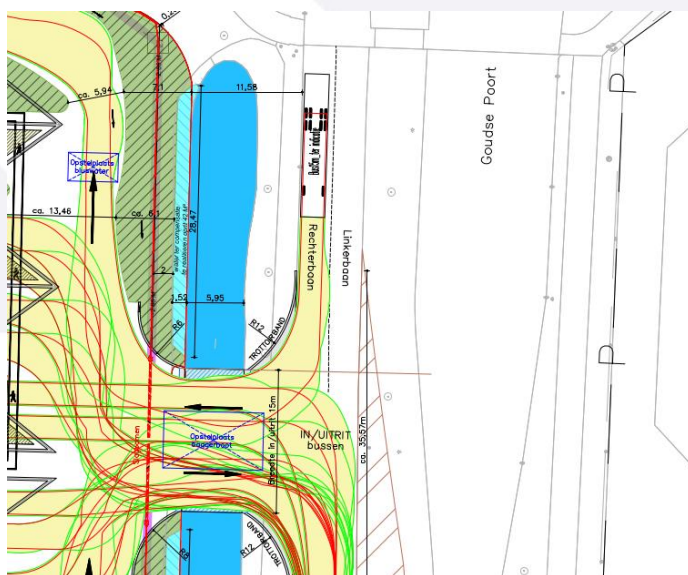


MEMO

Aan: Baakk Bouw & Beheer (Tico Hozee)
 CC: Gemeente Gouda (Margie Burger)
 Van: Vialis (Henk Barmentlo)
 Datum: 13 februari 2025
 Versie: 1.1
 Onderwerp: Onderzoek aansluiting busremise Goudse Poort Gouda

Inleiding

De Gemeente Gouda en Qbuzz zijn bezig met een vergunningstraject voor een busremise ten westen van de Goudse Poort. De busremise krijgt daarbij een in-/uitgang aan de westbaan van de Goudse Poort in zuidelijke richting, tussen de kruispunten met de Burgemeester van Reenensingel (VRI 03) en de Burgemeester Jamessingel (VRI 04). In de ochtendspits rijden de bussen vooral uit, richting de Burgemeester Jamessingel. In de avondspits rijden de bussen vooral in, vanaf de Burgemeester van Reenensingel.



Figuur 1: Geplande uitrit busremise

De uitrijdende bussen moeten een goed hiaat vinden in de verkeersstroom om in te voegen bij het verkeer op de Goudse Poort. Er is hier in de avondspits druk verkeer op met name de Goudse Poort vanuit het noorden, vanaf de snelweg A12.

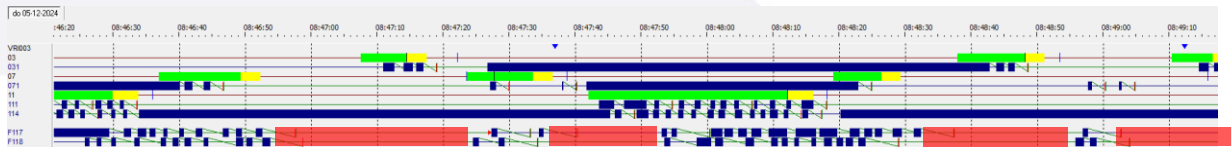
De Gemeente Gouda heeft aan Vialis gevraagd om te onderzoeken wat de effecten hiervan zullen zijn op het verkeersbeeld en hoe bussen vanuit VRI 03 (Goudse Poort – Burgemeester van Reenensingel) het beste ondersteund kunnen worden om in het verkeer in te voegen.

Analyse huidige VRI

De uitrit van de busremise staat gepland op de afvoer van VRI 03. Vanaf deze VRI rijden auto's vanaf de signaalgroepen fc03 (linksaf vanaf Burgemeester van Reenensingel oost), fc07 (rechtsaf vanaf Burgemeester van Reenensingel west) en fc11 (recht door vanaf Goudse Poort) over deze afvoer heen. Deze drie signaalgroepen zijn op het kruispunt onderling in conflict, dus zijn ze niet tegelijkertijd groen. Er is in de VRI sprake van ontruimingstijden die aan de veilige kant zijn, waardoor er automatisch kleine hiaten ontstaan in de verkeersstroom op de afvoer van de Goudse Poort.

Deze hiaten zijn ook meetbaar op de 2 file-detectoren die op de afvoer aanwezig zijn, dF117 en dF118. Deze 2 detectoren zijn bedoeld voor het meten van file op de afvoer en liggen toevallig precies vóór de plaats waar de nieuwe uitrit van de busremise gepland staat.

Hierdoor kan in de data gezien worden dat er regelmatig hiaten in de verkeersstroom ontstaan, zoals hieronder getoond. In de met rood gemarkeerde momenten zijn er hiaten ter hoogte van de uitrit van de busremise, met een lengte van respectievelijk 25, 15, 20 en 20 seconden. Dit komt voor tijdens de gehele ochtendspits en ook tijdens de rest van de dag, dus de hiaten die een bus nodig heeft om in te voegen zijn aanwezig.

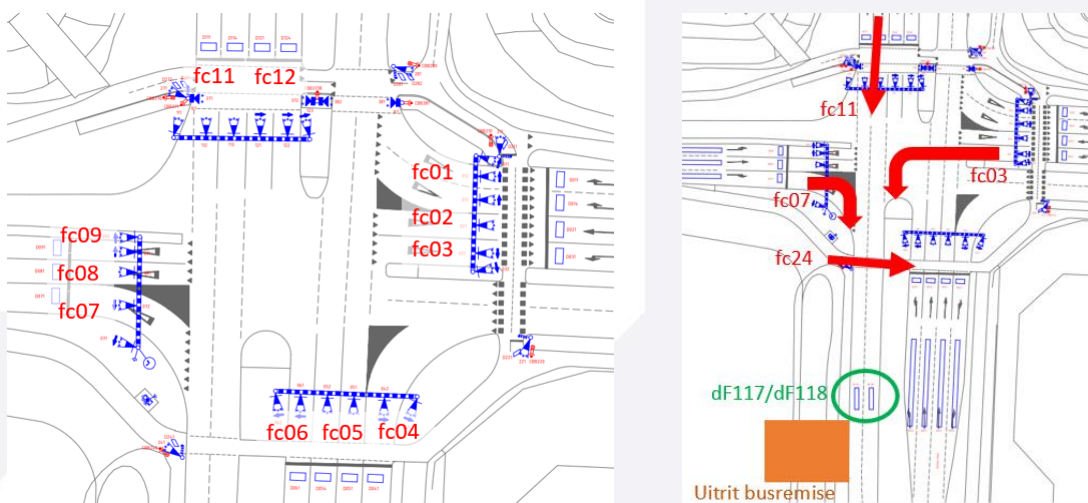


Figuur 2: Mogelijke hiaten in de verkeersstroom op de Goudse Poort (weergegeven in rood)

De hiaten ontstaan door 2 dingen:

- Geeltijden en ontruimingstijden onderling tussen fc03, fc07 en fc11, waarin er geen nieuw verkeer afrijdt richting de afvoer.
- Groenfases van fiets-signaalgroep fc24 en overige conflicten fc02, fc06, fc08 en fc09

De verkeersregeling in VRI 03 is een module-regeling, met daarin 4 “blokken”. In deze blokken komen achtereenvolgens fc11, fc03, fc07 en fc24 aan de beurt, waarin in het blok waarin fc24 zit (samen met fc08 en fc09) ervoor zorgt dat er tijdelijk niemand over de afvoer van de Goudse Poort kan rijden (fc24 kruist deze gehele afvoer).



Figuur 3: VRI 03 met alle richtingen (links) en alleen relevante richtingen en detectoren voor afvoer Goudse Poort (rechts)

Varianten

Er is in dit onderzoek gekeken naar een aantal verschillende conceptuele varianten om de bus te ondersteunen bij het vinden van een hiaat. Het gaat hier om verschillende technische oplossingen om te plaatsen bij het nieuw aan te leggen deelskruispunt aan de Goudse Poort tussen kruispunten VRI 03 en VRI 04:

1. Een voorrangskruispunt (de uitrijdende bus verleent voorrang) met een signaalgever voor de bus, een zogenaamd “hiaatlicht”.
2. Een voorrangskruispunt (de uitrijdende bus verleent voorrang) met een informerende verkeerslantaarn voor de bus zonder signaalgroep
3. Een geregeld deelskruispunt met een eigen signaalgroep voor de uitrijdende bus

Variant 1 is bij de uitvraag voorgesteld door de opdrachtgevers, de varianten 2 en 3 zijn door Vialis voorgestelde alternatieven. Deze varianten hebben verschillende voor- en nadelen die in deze memo verder worden uitgewerkt, om aan te geven wat de wenselijkheid, technische en wettelijke mogelijkheden en de effecten op de verkeersstromen zijn.

Uitwerking varianten

Variant 1

Het plaatsen van een “hiaatlicht” is op papier de eenvoudigste optie, die verkeersregelkundig het minste impact zou kunnen hebben op de bestaande verkeersstroom op de Goudse Poort. De bus moet hiervoor tot stilstand komen bij een aan te leggen voorrangskruising bij de Goudse Poort met haaiantanden voor de bus. Als er een hiaat ontstaat in de verkeersstroom op de hoofdweg, kan de bus de weg op draaien en invoegen in het verkeer. Om de chauffeur te ondersteunen in het detecteren van een hiaat, kan hiervoor een lamp worden geplaatst die een indicatie geeft van dat een hiaat ontstaat.

Technisch zal dit betekenen dat er kabel moet worden gegraven vanaf de VRI-kast, dat een mast met een (nog te definiëren) lantaarn moet worden geplaatst en dat er in de VRI-kast een aansluiting moet worden gemaakt (type uitgangssignaal). In de software van de VRI moet een mechanisme worden ontwikkeld dat hiaten bepaalt, bijvoorbeeld met timers die worden geactiveerd door verkeer dat over de koplussen van de conflicterende signaalgroepen (fc03, fc07, fc11) heen rijdt. Eventueel kunnen aanvullend hieraan de filedetectoren op de Goudse Poort hiervoor gebruikt worden, om de meting te corrigeren.

Idealiter wordt een dergelijk hiaatlicht alleen aangestuurd als er ook een wachtende bus wordt gedetecteerd. Het lijkt logisch om hiervoor ook een detectielus of -lussenpaar aan te leggen, waarmee uitrijdende bussen die staan te wachten kunnen worden gedetecteerd.

Voor zover bij Vialis bekend is er landelijk geen voorbeeld van een vergelijkbare situatie, waarbij deze technische oplossing is gebruikt. Daarnaast wordt hier niets over genoemd in relevante wetsteksten (RVV 1990 of de Regeling verkeerslichten), wat dit een wettelijk onduidelijke constructie maakt. Het lijkt niet verboden te zijn, maar het is ook niet duidelijk wettelijk geregeld hoe hier de schuldvraag bij eventuele problemen (zoals ongelukken tussen uitrijdende bussen en ander verkeer) zal worden bepaald.

De veiligheid is bij deze situatie niet geborgd door de verkeersregelininstallatie. Er wordt alleen een informatief signaal afgegeven, waaraan geen definitieve conclusies kunnen worden verbonden. De chauffeur moet zelf nog steeds opletten en een eigen beslissing maken over het verlenen van voorrang. Vanwege de speciale situatie moet dit wel heel duidelijk worden gecommuniceerd, zowel met een bord ter plaatse als in werkinstructies. Ook voor het overige

verkeer kan dit mogelijk als onduidelijk overkomen, ook al zien zij de signaalgever van de bus zelf niet.

Voordelen

- Er is geen impact op de doorstroming/werking van VRI 03
- Er hoeft alleen een uitgangssignaal toegevoegd te worden aan de VRI

Nadelen

- Geen gangbare situatie, mogelijk niet helder voor alle weggebruikers
- Geen wettelijk vastgelegde optie, mogelijk juridisch lastig uitlegbaar
- Conflictsituatie is onbewaakt, dit is een verkeersveiligheidsrisico
- Buschauffeur moet nog steeds zelf goed opletten
- In de software van de VRI speciale afhandeling die ontwikkeld moet worden

Variant 2

Een andere optie zou kunnen zijn om een verkeerslantaarn op de VRI aan te sluiten, die echter technisch wordt uitgestuurd als een uitgangssignaal. Ook deze variant gebruikt een voorrangskruising als uitgangspunt, met daarop een informatieve lantaarn.

Het verschil met variant 1 is dat er wel gebruik wordt gemaakt van een wettelijk toegestaan buslicht (een “negenoo”, zie afbeelding hieronder), maar dat deze niet actief ingrijpt in de verkeersregeling.



Figuur 4: Voorbeeld buslicht (negenoo)

Het buslicht kan dan worden aangestuurd na een (instelbare) tijd na het rood worden van fc03/fc07/fc11 (zodat verkeer dat vanaf die signaalgroep is aan komen rijden is afgereden) tot en met een bepaalde tijd na het groen worden van een volgende signaalgroep (er gaat immers nog tijd overheen voordat dat verkeer is opgereden). De oprijtijden en afrijtijden waarmee rekening moet worden gehouden zijn te berekenen en af te leiden uit hoe er op straat wordt afgereden. Een benadering op basis van de beschikbare VLOG van VRI 03 laat de volgende tijden zien:

	Minimale oprijtijd tot conflictvlak	Maximale afrijtijd naar conflictvlak
Fc03	10	12
Fc07	6	9
Fc11	7	10

Figuur 5: Benadering oprij- en afrijtijden

Er kan niet helemaal worden uitgesloten dat er verkeer langzamer heeft afgereden of sneller heeft opgereden en er wordt niet via de wettelijke normen “bewaakt” dat een conflict niet

optreedt. Daarom moet het buslicht wit knipperen (in plaats van vast wit tonen), wat betekent dat er nog kruisend verkeer mogelijk is.

Technisch zal deze oplossing qua installatiewerk, hardware en software een vergelijkbare ingreep vereisen als in variant 1 beschreven is. Ook hier is er weer voorkeur om ook gebruik te maken van een detectielus of -lussenpaar voor uitrijdende bussen.

Juridisch is deze optie minder controversieel dan variant 1, omdat er gebruik wordt gemaakt van een voor buschauffeurs bekende lantaarn (wit knipperen) en omdat er ook rekening wordt gehouden met een benadering van de ontruimingstijden/intergroentijden door naar oprij- en afrijtijden te kijken. De conflicten worden echter niet bewaakt door een "conflictmonitor" in de VRI, waardoor bij een eventueel ongeval op het deelskruispunt altijd wel nog discussie zal ontstaan over de schuldvraag en over de juiste werking van de VRI.

Voordelen

- Er is geen impact op de doorstroming/werking van VRI 03
- Er hoeft alleen een uitgangssignaal toegevoegd te worden aan de VRI
- Er wordt gebruik gemaakt van een juridisch toegestaan lantaarntype

Nadelen

- Geen bewaking van conflicten in conflictmonitor (alleen door software)
- Buschauffeur moet nog steeds zelf goed opletten
- In de software van de VRI speciale afhandeling die ontwikkeld moet worden

Variant 3

De derde optie verandert het voorrangskruispunt uit variant 1 en 2 in een geregeld deelskruispunt dat deel is van VRI 03. Er wordt een buslicht geplaatst en deze wordt voorzien van een stopstreep. Het buslicht krijgt een eigen signaalgroep en wordt in conflict gebracht met fc03, fc07 en fc11. De conflicten hiervan zullen worden bewaakt in de conflictmonitor. De ontruimingstijden die hiervoor gebruikt worden benaderen de oprij- en afrijtijden zoals in variant 2 benoemd, met als verschil dat er minder goed gebruik gemaakt kan worden van de oprijtijd.

De buschauffeur kan nu gewoon bij de stopstreep wachten tot hij wit krijgt en kan daarna conflictvrij afrijden, zonder rekening te hoeven houden met ander verkeer.

De impact op het overige verkeer zal echter iets groter zijn. Er is met softwareprogramma COCON onderzocht hoe groot deze impact is in de maatgevende spits (ochtendspits). Een uitwerking inclusief COCON-fasediagram is weergegeven in Bijlage 1. De impact op de afwikkeling blijkt aanvaardbaar te zijn. Er is in het blok waarin ook fc24 en fc08/fc09 realiseren nu eigenlijk altijd al ruimte waarin groentijd voor een extra signaalgroep ingepast zou kunnen worden. Als op fc24 geen fietsers aanwezig zijn (dat is in de spits slechts af en toe het geval) dan kan normaliter fc07 een keer extra groen worden. Die mogelijkheid zal door het toepassen van een extra signaalgroep voor bussen wat worden beperkt. Met andere woorden: met de komst van een extra buslicht met eigen signaalgroep zal enkel fc07 direct effect ondervonden doordat deze minder vaak extra groen krijgt. Fc07 is echter de rustigste van deze conflicten en zal hier in de praktijk slechts beperkt hogere wachttijden door krijgen (maximaal 20-30 seconden langer wachten wanneer er een bus is). Er is hier slechts incidenteel een voertuig aanwezig, dus dit vormt geen risico voor de doorstroming.

Het is aan te raden om de file-detectoren dF117 en dF118 aanvullend te gebruiken om, bij een lange wachtrij op de Goudse Poort, de busrichting uit te stellen, zodat de bus niet hoeft in te voegen in een stilstaande wachtrij. In dat geval zal het busverkeer af en toe nog wat extra vertraging oplopen (niet meteen kunnen oprijden), maar hiermee wordt wel de verkeersveiligheid verbeterd. Deze werking op basis van een file-ingreep moet in- en uit te schakelen zijn, zodat dit flexibel in te regelen is. In Bijlage 2 is een indicatie gegeven van hoe vaak een dergelijke wachtrij/file op de Goudse Poort ter hoogte van de uitrit van de busremise optreedt.

De technische uitwerking hiervan vereist iets meer werk, omdat de VRI aangepast moet worden met een signaalgroep. Ook wordt het nu verplicht (in plaats van optioneel) om ook detectie voor de bus toe te passen, omdat de bus ook een aanvraag moet kunnen doen. Het is ook mogelijk om de inmelding hier alleen met KAR te doen, er hoeven dan geen detectielussen geslepen te worden. Het systeem wordt dan wel technisch iets kwetsbaarder, want KAR-inmeldingen kunnen ook gemist worden en er is dan geen back-up fysieke detectie. De software-aanpassing die dit vereist is juist wel weer eenvoudiger dan varianten 1 en 2, omdat dit gebruik maakt van de normale signaalgroep-afhandeling in een VRI. Uiteindelijk zullen de realisatiekosten van alle drie de varianten nagenoeg niet verschillen.

Juridisch is deze oplossing ook helemaal gedekt, doordat het uitgaat van de normale werking van een VRI.

Voordelen

- Gangbare en wettelijk goedgekeurde afhandeling van een VRI
- Buschauffeur is niet meer afhankelijk van voorrang verlenen en zelf opletten
- Inherent verkeersveilige situatie
- Software VRI makkelijk aan te passen

Nadelen

- Kleine, maar beperkte impact op de doorstroming op de Goudse Poort
- Technisch iets uitgebreidere wijziging (extra signaalgroep, detectie)

Conclusie en aanbevelingen

Op basis van de genoemde voor- en nadelen van de 3 varianten, raadt Vialis aan om te kiezen voor variant 3, met een geregeld deelskruispunt met signaalgroep voor de bus. Dit is de beste optie voor de verkeersveiligheid en ligt ook het dichtst bij de regelgeving die voor verkeerslichtenregelingen geldt.

De buschauffeurs die bij de busremise weggrijden zullen goed geholpen worden om veilig op te trekken en in te voegen in de verkeersstroom. Het effect op de rest van het verkeer is niet heel groot, omdat er nog ruimte over is in de regeling om een extra signaalgroep groen te laten worden terwijl ander verkeer rijdt. Ook als de verkeersvraag richting de toekomst nog verder groeit lijkt dat de effectiviteit van deze oplossing niet te beïnvloeden.

De technische impact van variant 3 is iets groter dan de andere 2 varianten, maar er is slechts een beperkt verschil. De voornaamste kosten zullen hier zitten in het graaf- en installatiewerk (dat in iedere variant moet plaatsvinden), waarbij de wijzigingen aan de VRI zelf en de software uiteindelijk beperkt zijn.

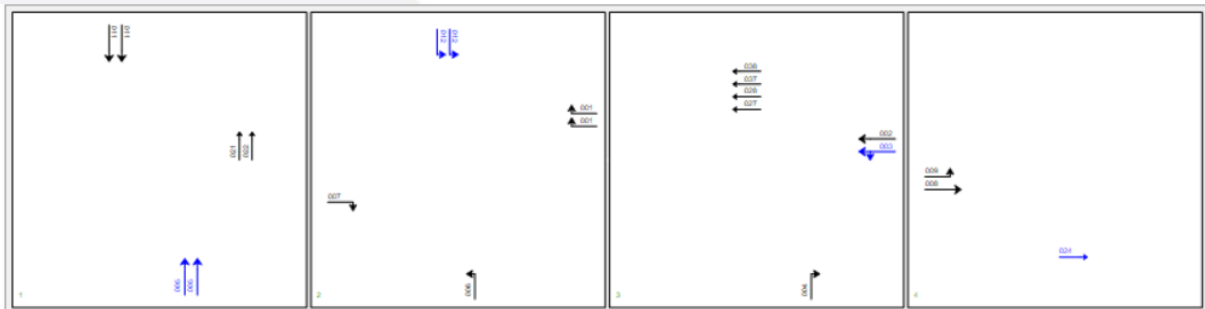
Aanbevelingen

Tijdens dit onderzoek zijn Vialis een aantal dingen opgevallen, die hier aanvullend benoemd worden:

- Vanwege de aanleg van een betonnen brugdek, zou het mogelijk niet eenvoudig kunnen zijn om reguliere detectie aan te leggen op het brugdek. Er zou daarbij nagedacht kunnen worden over varianten, bijvoorbeeld door:
 - detectie vlak vóór het brugdek aan te leggen (binnen de busremise, op een plaats waar bussen vervolgens wel altijd richting het kruispunt rijden)
 - gebruik te maken van alternatieve detectie, zoals radar of video (hier zijn meerdere voorbeelden van mogelijk)
 - gebruik te maken van KAR-detectie
- In de toekomst worden de twee kruispunten (VRI 03 en VRI 04) omgebouwd naar iVRI. Daarbij is het aan te bevelen ook goed te kijken naar de fasevolgorde die op het kruispunt wordt gehanteerd, omdat dit mogelijk (evt. per periode) efficiënter geregeld zou kunnen worden.
- Bij het onderzoeken van dit kruispunt is ook een ontwerp van de eventuele uitbreiding van het kruispunt ter sprake gekomen. Daarin wordt gesproken over een uitbreiding van fc05 tot 3 rijstroken, die op de afvoer vrij snel weer samen komen tot 2 rijstroken. Vialis raadt aan om hier goed over na te denken, omdat 3 rijstroken die samenvoegen tot 2 rijstroken in de praktijk vaak niet leidt tot efficiëntere afrijcapaciteit. De winst in capaciteit die dit op papier geeft zal in de praktijk vaak niet optreden. Dit is overigens verder niet gerelateerd aan deze studie en heeft daar verder geen effect op.

Bijlage 1: COCON-onderzoek en resultaten

De huidige fasevolgorde in de VRI is hieronder weergegeven. Dit is niet in alle situaties de meest optimale fasevolgorde, maar is gezien de huidige VRI wel de meest logische om te kiezen om mee verder te werken. Bij wijziging van de VRI (bijvoorbeeld bij het toevoegen van een extra signaalgroep zoals voorgesteld in dit onderzoek) is het aan te bevelen om de fasevolgorde nog goed te onderzoeken met behulp van actuele intensiteiten en toekomstscenario's. Dit heeft voor de conclusies van dit rapport verder geen impact, maar eventuele optimalisaties kunnen in de toekomst nog wel verbetering aanbrengen.



Figuur 6: Huidige fasevolgorde

Vanuit de door de Gemeente Gouda aangeleverde VLOG-files zijn intensiteiten per signaalgroep bepaald. Dat zijn voor het drukste ochtendspitsuur (08:00-09:00) en het drukste avondspitsuur (16:00-17:00) zijn dit de onderstaande intensiteiten per uur.

	OS	AS
1	641	498
2	235	212
3	103	121
4	143	125
5	645	956
6	143	37
7	140	145
8	250	281
9	45	260
11	954	784
12	598	675
21	24	32
22	18	14
24	173	84
27	49	51
28	92	89

Figuur 7: Intensiteiten maatgevende spitsuur

Tijdens de ochtendspits resulteert deze fasevolgorde in het onderstaande fasediagram. Met een cyclustijd van 87 seconden is dit kruispunt goed regelbaar. Er is geen oververzadiging tijdens de reguliere spits en de cyclustijd blijft beperkt. Daarbij is ook al rekening is gehouden met cyclisch terugkomende voetgangers in beide richtingen, wat niet realistisch is (treedt niet op in de praktijk).

Uit het fasediagram blijkt dat er vrije ruimte is voor een groenfase van fc41 (fictief signaalgroep-nummer van de nieuwe bus vanaf de remise). Met name wanneer fc24 ook

groen is zal deze ruimte er altijd zijn, maar ook in de schaduw van fc08 en fc09 zal er altijd ruimte zijn voor een korte mogelijkheid om groen te worden.



Figuur 8: Huidige fasevolgorde met ruimte voor nieuwe busrichting (041)

De avondspits heeft vergelijkbare of lagere intensiteiten op de maatgevende conflictrichtingen, met name de richtingen die de Goudse Poort kruisen. Hierin worden geen andere conclusies verwacht.

Richting de toekomst wordt verwacht dat er een groei van de verkeersvraag van ongeveer 10% zal optreden, die met name zal plaatsvinden op de signaalgroepen 01 en 12 (oost-noord-beweging) en 05 en 11 (noord-zuid-beweging). Voor bovenstaande conclusies zal dit met name betekenen dat er een wat langere cyclustijd kan optreden, maar dit is gezien de afmetingen van dit kruispunt niet onlogisch. De verwachting is dat het kruispunt nog steeds goed regelbaar zal blijven, ook inclusief de toevoeging van een signaalgroep voor de bus.

Bijlage 2: File-meldingen op afvoer Goudse Poort

In onderstaande figuur is het aantal file-metingen per interval van 5 minuten getoond, dat is gemeten op de afvoer van VRI 03 op de Goudse Poort, ter hoogte van de geplande aansluiting van de busremise. Hieruit is te zien dat zowel in de ochtendspits als in de avondspits regelmatig momenten zijn dat er een langere file op dit wegvak staat, omdat het verkeer (nog) niet kan afrijden bij VRI 04 stroomafwaarts.

Tijdens zo'n file-meting (die gemeten kan zijn op de linker rijstrook, de rechter rijstrook of beide rijstroken) wordt de toevoer vanaf VRI 03 gedoseerd. In de in deze rapportage voorgestelde Variant 3 zal ook het buslicht voor uitrijdende bussen vanuit de remise op rood worden gehouden, zodat bussen niet hoeven in te voegen in een wachtrij.

Er zijn regelmatig file-metingen aanwezig, maar hiertussen zijn ook nog regelmatig hiaten waarin er geen wachtrij staat op de Goudse Poort (omdat verkeer is weggereden na groen op VRI 04). De aanwezigheid van file-metingen hoeft dus niet te leiden tot het afkeuren van een van de voorgestelde varianten. Deze informatie zou mogelijk wel gebruikt kunnen worden om te bepalen op welke momenten bussen beter niet kunnen uitrijden uit de remise.

