



Multimodaal geregeld!?

Resultaten van een pilotstudie naar de (neven)effecten van multimodaal regelen met VRI's in Midden-Nederland

Paper Nationaal Verkeerskundecongres 2023

Patrick Legius (Iv-Infra b.v.), Bertjan de Boer (Iv-Infra b.v.), Erik Brave (provincie Utrecht) en Koen Adams (Arane)

Samenvatting

De provincie Utrecht wil invulling geven aan haar multimodale ambities op haar netwerken. In twee pilotprojecten is met een simulatiestudie onderzocht wat de meerwaarde is van het toepassen van multimodale prioriteiten uit een multimodaal netwerkkader (MNK) bij het regelen van het verkeer. In de simulatiestudie is voor verschillende scenario's de netwerkkwaliteit in beeld gebracht waarbij is gevarieerd met de verkeersvraag en verschillende prioriteiten voor modaliteiten om de robuustheid van de bevindingen te toetsen.

De hoofdbevindingen uit de pilotstudie zijn als volgt:

- 1 Beleidsmatig prioriteren is effectief:** Beleidsmatig prioriteren is effectief, met zelfde orde grootte totale voertuigverliesuren (en soms zelfs een mooie winst).
- 2 De effectiviteit is afhankelijk van de verkeersvraag:** De effectiviteit van de regelaanpakken is sterk afhankelijk van de verkeersvraag. Hoe groter de verkeersvraag, hoe meer variatie tussen de regelaanpakken.
- 3 Absolute prioriteit per modaliteit heeft het verwachte effect:** Absolute prioriteit voor specifieke modaliteiten heeft het verwachte effect, de desbetreffende modaliteit wordt vlotter afgewikkeld.
- 4 Multimodaal regelen is effectiever bij een geconditioneerde prioritering:** Het toekennen van prioriteit op basis van de afwijking van een ambitieniveau levert grotere winsten op dan wanneer absolute prioriteit wordt toegekend.
- 5 Hoe kleiner de te behalen winst, hoe groter de neveneffecten:** Hoe kleiner de te behalen winst van prioriteren, hoe groter de neveneffecten op overige modaliteiten.

Uit de pilotstudie blijkt dat regelen op basis van een multimodale prioritering een positief effect kan hebben op de geprioriteerde modaliteiten en de gehele netwerkprestatie. De regelruimte die er nog is in een regeling kan effectief worden herverdeeld conform de beleidsmatig gewenste prioriteiten. Per locatie, traject of netwerk blijft wel altijd maatwerk nodig om te komen tot een optimale instelling van de streefwaarden in de VRI.



Aanleiding

De regio Midden-Nederland heeft momenteel een unimodaal (autogericht) kader voor het benutten van de beschikbare infrastructuur in de regio in de vorm van de bestuurlijk goedgekeurde Sturingsvisie Dynamisch Verkeersmanagement Midden-Nederland 2015.

Leefbaarheid en duurzaamheid als voorwaarde voor mobiliteit spelen een steeds grotere rol. In plaats van autogericht omgaan met verkeersmanagement, wordt er beleidsmatig meer prioriteit gegeven aan andere vervoerwijzen. De verwevenheid van modaliteiten willen de wegbeheerders tot uiting brengen in een Multimodaal NetwerkKader (vanaf nu: MNK), waarmee een tactische afweging gemaakt kan worden tussen verschillende modaliteiten bij het verdelen van schaarse regelruimte.

Er zitten 60 seconden in een minuut. De schaarse capaciteit, bijvoorbeeld op een door verkeerslichten geregeld kruispunt, dient verdeeld te worden over de diverse modaliteiten. Hogere prioriteit voor de ene modaliteit, betekent per definitie minder prioriteit voor de andere modaliteit. Dit kan alleen binnen de kaders van verkeersveiligheid in het regeltechnisch ontwerp. Multimodaal denken is geen vanzelfsprekendheid: meer prioriteit voor een bepaalde modaliteit is een vaak gehoorde wens. Het gesprek voeren over de modaliteit die dan minder prioriteit krijgt, is een stuk moeilijker.

Bij het opstellen van een MNK moeten daarom keuzes gemaakt worden, waarbij het vigerende beleid van afzonderlijke modaliteiten niet uit het oog verloren mag worden. Welke positieve effecten – maar zeker ook welke negatieve effecten – te verwachten zijn wanneer bepaalde keuzes worden gemaakt in het MNK, is op dit moment nog niet duidelijk in beeld. Om een betere afweging te kunnen maken tussen de keuzes die voorliggen, wenst provincie Utrecht meer inzicht in welke aspecten hierbij een rol spelen.

Doel en onderzoeksvragen

De pilotstudie is een theoretische toepassing van een MNK op twee locaties binnen de provincie Utrecht: een lokaal geregeld VRI-kruispunt en een streng met meerdere VRI-kruispunten.

Het doel van de pilotstudie is om door middel van een modelstudie inzicht te krijgen in de potentie van het multimodaal regelen en een beeld te krijgen van welke aspecten hierbij een rol spelen. In plaats van direct te beginnen met het opschrijven van een 'theoretisch kader', wenst provincie Utrecht beter onderbouwde keuzes te kunnen maken bij de invulling en geplande uitvoering van een MNK. Met de pilotstudie krijgt de provincie Utrecht inzicht in welke aspecten een rol spelen bij het welslagen van multimodaal regelen.

Onderzoeksmethode

In de pilotstudie zijn meerdere prioriteitsscenario's onderzocht om in beeld te brengen wat het effect kan zijn wanneer multimodaal regelen wordt toegepast. Deze scenario's variëren van absolute prioriteit voor één modaliteit tot geconditioneerde prioriteit voor alle modaliteiten.

De pilotstudie is uitgevoerd in microsimulatieprogramma Vissim, waarbij in de modelomgeving de huidige situatie op straat zo goed als mogelijk is nagebootst. Denk hierbij aan een zo waarheidsgetrouwe invoer van

intensiteiten voor alle modaliteiten en voertuigafhankelijke verkeerslichtenregelingen waarin de bestaande software van de VRI's is nagebootst.

Pilotlocaties

Voor de pilotstudie zijn de volgende twee locaties gebruikt:

- Solitair VRI-geregeld kruispunt nabij Baarn (VRI 126: N221 - N415)
- Streng van twee VRI-geregelde kruispunten nabij Amersfoort (VRI 96: N199 – Maatweg en VRI 59: N199 – Zevenhuizerstraat)

In figuur 1 zijn de beide Vissim-netwerken weergegeven.



Figuur 1: Vissim-modellen VRI 126 (links) en VRI 59 en 96 (rechts)



Prioriteitsscenario's als regelaanpak

In overleg met de experts van de provincie Utrecht zijn er 4 scenario's gesimuleerd en geanalyseerd. Er is gevarieerd in welke modaliteiten met prioriteit worden afgewikkeld in de VRI en in welke mate prioriteit wordt toegekend. De scenario's zijn hierbij zodanig opgebouwd dat steeds 'complexer' wordt geregeld; van absolute prioriteit voor een enkele modaliteit op lokaal niveau, tot geconditioneerde prioriteit voor meerdere modaliteiten op streng niveau.

Scenario	Mate van prioriteit	Geprioriteerde Modaliteiten			
		Bussen	Fietsers	Vrachtverkeer	Autoverkeer
0	n.v.t.	-	-	-	-
1A	Absoluut	✓	-	-	-
1B	Absoluut	-	✓	-	-
1C	Absoluut	-	-	✓	-
2A	Absoluut	✓	✓	✓	✓
2B	Geconditioneerd	✓	✓	✓	✓
3	Geconditioneerd	✓	✓	✓	✓

Tabel 1: overzicht onderzochte regelaanpakken

De regelaanpakken zijn gesimuleerd in vier verschillende scenario's:

Scenario 0 – Referentiesituatie

Dit is de referentiesituatie waar geen enkele modaliteit met prioriteit wordt afgewikkeld.

Scenario 1 – Absolute prioriteit per modaliteit

In dit scenario is absolute prioriteit toebedeeld aan de modaliteiten OV (1A), Fiets (1B) en Vrachtverkeer (1C). Absolute prioriteit betekent dat een modaliteit direct een prioriteitsaanvraag doet bij inmelden. De prioriteitsaanvraag zo snel als mogelijk verwerkt door toe te staan dat conflicterende richtingen (binnen randvoorwaarden voor verkeersveiligheid) mogen worden afgekapd.

Scenario 2 – Multimodaal regelen per kruispunt

In dit scenario kunnen meerdere modaliteiten tegelijkertijd prioriteit aanvragen, en er multimodaal geoptimaliseerd kan worden op alle richtingen. De gebruikte prioriteitsvolgorde en de grenswaarden per modaliteit/richting komen uit de Nota (i)VRI van de provincie Utrecht

Er zijn varianten doorgerekend met absolute prioriteit (2A) en geconditioneerde prioriteit (2B).

In scenario 2A krijgt de hoogst geprioriteerde modaliteit absolute prioriteit wanneer één of meerdere grenswaarden wordt overschreden. Absolute prioriteit betekent dat de modaliteit het groen mag aanhouden, als eerstvolgende mag komen en conflicterende richtingen kan afkappen (binnen gestelde randvoorwaarden). Wanneer er binnen de randvoorwaarden ruimte is om ook lager geprioriteerde modaliteiten met prioriteit af te wikkelen, krijgt vervolgens de op een na hoogst geprioriteerde modaliteit absolute prioriteit.



In scenario 2B wordt conditioneel geprioriteerd, wat betekent dat de regelruimte wordt verdeeld afhankelijk van de mate van afwijking van de grenswaarde. Hoe meer de grenswaarde wordt overschreden, hoe meer prioriteit wordt gegeven aan de modaliteit. Hierbij worden drie niveaus onderscheiden:

- kleine overschrijding grenswaarde = prioriteit door groen aanhouden
- middelgrote overschrijding grenswaarde = prioriteit door groen aanhouden en richting als eerstvolgende
- grote overschrijding grenswaarde = prioriteit door groen aanhouden, richting als eerstvolgende en afkappen conflicterende richtingen

Scenario 3 – Multimodaal regelen op streng

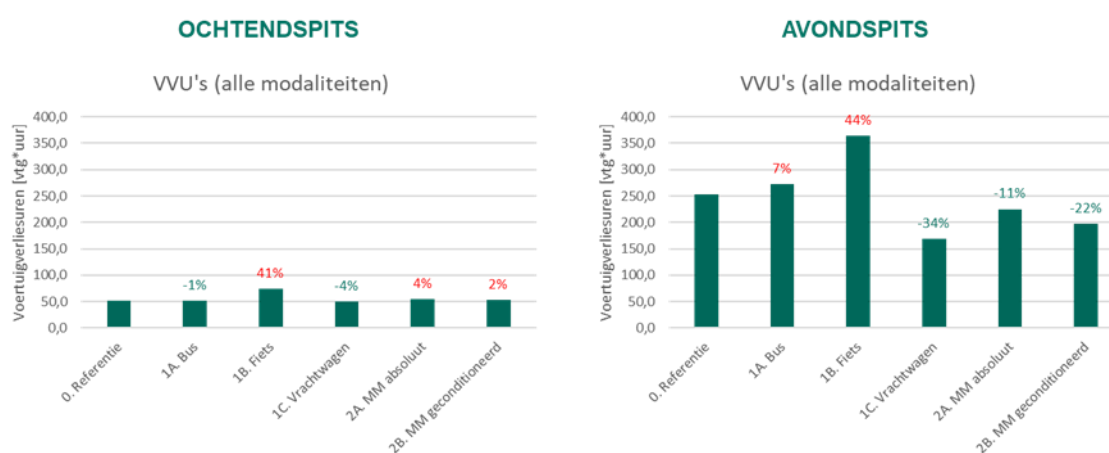
Scenario 3 is alleen toegepast voor de twee VRI's in Amersfoort (VRI 59 en 96). In dit scenario is op de kruispunten een andere prioriteitsvolgorde toegepast. Dit scenario is gebruikt om inzichtelijk te maken welke invloed de prioriteitsvolgorde op een bepaald kruispunt heeft op de te behalen (neven)effecten. Hierbij is de prioriteitsvolgorde van bussen en fietsers op een kruispunt omgedraaid. Leidt een lagere prioritering van bussen op het ene kruispunt, tot een onevenredig grote toename in wachttijd over de streng? Of is de invloed verwaarloosbaar?

Resultaten

We lichten onze resultaten toe aan de hand van vijf algemene bevindingen.

1. Beleidsmatig prioriteren is effectief

Met een prioriteringsmaatregel (scenario's 1A t/m 2B) kan een modaliteit worden gefaciliteerd zonder dat dit ten koste gaat van de totale kruispuntprestatie. In enkele gevallen levert het zelfs een nettowinst op, zie figuur 2. In de avondspits is VRI 126 een druk belast kruispunt, waarbij de hoogst geprioriteerde richtingen ook de drukste richtingen zijn. In deze situatie levert multimodaal regelen (scenario 2A en 2B) een nettowinst voor de totale netwerkprestatie op van ordegrootte 10 tot 20%.



Figuur 2: Totale voertuigverliesuren VRI 126 per scenario, ochtendspits en avondspits



In de figuur is ook zichtbaar dat de totale netwerkprestatie fors verslechtert wanneer fietsers absolute prioriteit krijgen (scenario 1B). Dit komt doordat bij VRI 126 de geprioriteerde fietsrichtingen ook drukke (vracht)autorichtingen kruisen, waardoor deze modaliteiten niet kunnen meeprofiteren van de extra regelruimte die wordt toebedeeld aan fietsers. De impact op de totale netwerkprestatie is hierdoor groot. Het scenario 1C – vrachtwagen scoort erg positief. In dit scenario profiteert het autoverkeer mee van de geboden prioriteit.

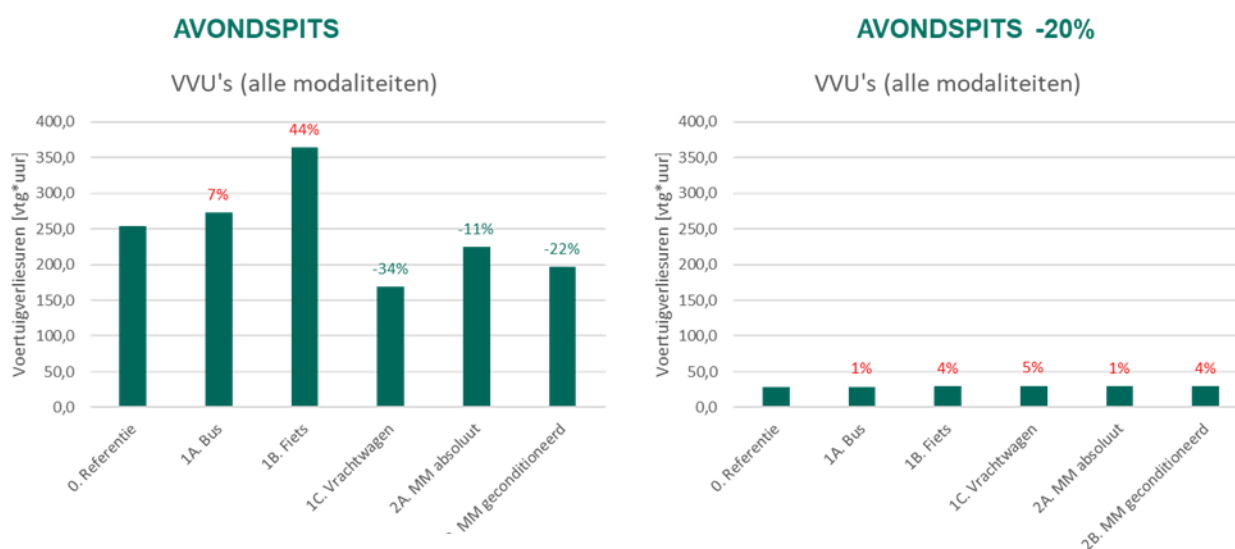
2. De effectiviteit is afhankelijk van de verkeersvraag

Bij een hogere verkeersvraag, stijgt ook de variatie in totale netwerkprestatie tussen de verschillende simulaties. Dit betekent dat de effectiviteit van de prioriteitsscenario's sterk afhankelijk is van lokale omstandigheden, zoals de vormgeving van het kruispunt en de grootte van kruisende geprioriteerde verkeersstromen. In nagenoeg alle onderzochte regelaanpakken profiteren de hoogst geprioriteerde modaliteiten het meest.

Echter, naarmate een kruispunt zwaarder belast wordt en/of geprioriteerde modaliteiten zich op kruisende rijrichtingen bevinden, wordt de te behalen winst groter. Er komt meer variatie te zitten tussen de regelaanpakken. Hieruit blijkt dat er een bepaalde mate van regelruimte nodig is om multimodaal te kunnen prioriteren.

Dit is goed terug te zien in de resultaten van de gevoeligheidsanalyse waarbij de avondspits 20% minder verkeer bevatte. Wanneer we de totale voertuigverliesuren op VRI 126 in de druk belaste avondspits bekijken, is te zien dat er grote uitschieters zijn in de totale netwerkprestatie, zowel in negatieve zin (+44% VVU's in scenario 1B) als in positieve (-34% in scenario 1C). In een rustige periode levert het prioriteren minder voertuigverliesuren op en ligt de totale netwerkprestatie rondom de waarde uit de referentiesituatie (tussen 1 tot 5% toename VVU's).

Hier is te zien dat in de verschillende regelaanpakken de totale voertuigverliesuren op het kruispunt relatief gezien nauwelijks fluctueren.



Figuur 3: Totale voertuigverliesuren VRI 126, met een aanpassing van de verkeersvraag in de avondspits



3. Absolute prioriteit per modaliteit heeft het verwachte effect

Het toekennen van absolute prioriteit aan een specifieke modaliteit resulteert in nagenoeg alle onderzochte situaties tot een forse afname van de gemiddelde wachttijden van de geprioriteerde modaliteit. Afhankelijk van de hoogte van de vertragingen in de referentiesituatie, daalt de wachttijd met ordegrrootte 40 tot 60%. Dit gaat meestal wel ten koste van andere modaliteiten.

Gemiddelde wachttijd [sec./vtg]	Bussen	Vrachtauto's (Kwaliteitsnet)	Fietsers	Voetgangers	Vrachtauto's (overig)	Auto's
0. Referentie	29,6	25,1	21,5	38,6	29,1	25,6
<i>Vershil (relatief t.o.v. scenario 0)</i>						
1A. Bus	-40%	-1%	4%	2%	0%	0%
1B. Fiets	13%	49%	-47%	-2%	15%	23%
1C. Vrachtwagen	-1%	-59%	37%	29%	19%	18%

Tabel 2: Gemiddelde wachttijd ochtendspits VRI 126

Deze negatieve neveneffecten zijn vaak toe te kennen aan lokale omstandigheden, de configuratie van het kruispunt (welke signaalgroep zit waar?). Dit is ook te zien in de avondspits van VRI 126, zie scenario 1A in tabel 3. De gemiddelde wachttijd van bussen neemt bij absolute prioritering met 5% toe. Dit komt doordat geprioriteerde buslijnen op dit kruispunt elkaar kruisen. Het toekennen van absolute prioriteit aan linksafslaande bussen op de oostelijke tak (Lt. Gen. Van Heutszlaan) in de oververzadigde avondspits leidt tot een snelle toename van de wachtrij op de zuidelijke tak van het kruispunt (N221). Wanneer de ontstane wachtrij toeneemt tot voorbij het inmeldpunt van de bussen op de zuidelijke tak, krijgen deze bussen ook meer vertraging opgelegd.

Gemiddelde wachttijd [sec./vtg]	Bussen	Vrachtauto's (Kwaliteitsnet)	Fietsers	Voetgangers	Vrachtauto's (overig)	Auto's
0. Referentie	106,6	129,2	26,3	46,3	71,7	73,6
<i>Vershil (relatief t.o.v. scenario 0)</i>						
1A. Bus	5%	5%	12%	2%	8%	7%
1B. Fiets	46%	48%	-58%	-4%	40%	40%
1C. Vrachtwagen	-36%	-85%	28%	26%	40%	17%

Tabel 3: Gemiddelde wachttijd avondspits VRI 126

Het toekennen van absolute prioriteit aan een modaliteit heeft dus voordelen, maar kan ook averechts werken. Bij het ontwerpen is er altijd maatwerk nodig wanneer absolute prioriteit wordt toegekend en de configuratie van het kruispunt is hierin leidend.

4. Multimodaal regelen is effectiever bij een geconditioneerde prioritering

Het prioriteren van modaliteiten op basis van hun afwijking ten opzichte van een streefwaarde (scenario 2B) leidt tot een betere netwerkprestatie dan wanneer telkens hard wordt ingegrepen door het toekennen van absolute prioriteit (scenario 2A). In beide scenario's geldt dat de hoogste geprioriteerde modaliteiten meer profiteren dan de lager geprioriteerde modaliteiten. Ook hier is de conclusie: voor het optimaliseren van de effecten is per locatie maatwerk nodig.

Tabel 5 geeft de resultaten voor de drukkere avondspits. Multimodaal regelen leidt in de avondspits tot een veel grotere afname van de VVU's dan in de ochtendspits. Wanneer geconditioneerde prioriteit wordt toegekend (scenario 2B) profiteren de hoogst geprioriteerde modaliteiten (bus, fiets) meer dan wanneer absolute prioriteit wordt toegekend (scenario 2A).



Voertuigverliesuren [vtg*u]	Alle modaliteiten	Bussen+ vrachtauto's (kwaliteitsnet)	Fietsers	Voetgangers	Vrachtauto's (overig)	Personenauto's
0. Referentie	253,5	12,7	1,0	0,6	5,4	233,9
<i>Verskil (relatief t.o.v. scenario 0)</i>						
2A. MM absoluut	-11%	-29%	23%	44%	5%	-11%
2B. MM geconditioneerd	-22%	-45%	39%	57%	3%	-22%

Tabel 4: Voertuigverliesuren avondspits VRI 126

5. Hoe kleiner de te behalen winst, hoe groter de neveneffecten

Wanneer in de referentiesituatie een geprioriteerde modaliteit al redelijk goed functioneert, leidt een prioriteringsmaatregel voor deze modaliteit vaak tot grote neveneffecten bij andere modaliteiten op het kruispunt. Andersom geldt hetzelfde. Wanneer door het prioriteren van een modaliteit veel winst te behalen valt, nemen de wachttijden bij andere modaliteiten op het kruispunt minder toe.

OCHTENDSPITS

Gemiddelde wachttijd [sec./vtg]	Auto's	Vrachtauto's (Kwaliteits.)	Bussen	Fietsers	Voetganger	Vrachtauto's (overig)
0. Referentie	29	20	46	16	40	33
<i>Verskil (relatief t.o.v. scenario 0)</i>						
1A. Bus	10%	7%	-85%	8%	2%	8%
1C. Vrachtwagen	61%	-13%	7%	51%	26%	72%

AVONDSPITS

Gemiddelde wachttijd [sec./vtg]	Auto's	Vrachtauto's (Kwaliteit.)	Bussen	Fietsers	Voetganger	Vrachtauto's (overig)
0. Referentie	41	28	41	21	57	48
<i>Verskil (relatief t.o.v. scenario 0)</i>						
1A. Bus	7%	1%	-73%	14%	1%	2%
1C. Vrachtwagen	14%	-17%	2%	38%	5%	21%

Tabel 5: Gemiddelde wachttijd VRI 59

In tabel 5 zijn de gemiddelde wachttijden van VRI 59 weergegeven in de ochtend- en avondspits.

In de referentiesituatie zijn de wachttijden voor vrachtwagens op het Kwaliteitsnet met 20 tot 28 seconden beperkt ten opzichte van de wachttijden van andere doelgroepen op het kruispunt. Wanneer deze vrachtwagens absolute prioriteit krijgen (scenario 1C) is hierdoor maar een beperkte afname van de wachttijden mogelijk. Dit resulteert wel in een grote toename van de vertraging bij overige doelgroepen op het kruispunt, zowel in absolute als relatieve zin. In de ochtendspits zijn hierbij uitschieters zichtbaar van 60 tot 70%.

Bussen hebben in de referentiesituatie een van de hoogste wachttijden van 41 tot 46 seconden. Absolute prioriteit van de bussen (scenario 1A) zorgt voor een forse afname van deze wachttijden. Wanneer in dit geval de neveneffecten op de overige modaliteiten worden beschouwd, valt op dat de relatieve toename in wachttijden beperkt blijven tot maximaal 10 tot 14% toename.

Wanneer een modaliteit al beperkte wachttijden kent, moet er dus zorgvuldig omgegaan worden met het extra prioriteren van deze modaliteit. De neveneffecten op andere doelgroepen op het kruispunt kunnen flink toenemen en de totale netwerkprestatie doen verslechteren.

Conclusies

De resultaten van deze studie biedt de provincie Utrecht en de regio Midden Nederland kansen om multimodaal te gaan regelen met de prioriteiten uit het multimodaal netwerk kader. De huidige VRI-instellingen zijn vaak gericht op een zo optimaal mogelijke doorstroming van het autoverkeer of optimalisatie de totale kruispuntprestatie, terwijl er vanuit beleid ook soms gekozen kan worden voor het faciliteren van een specifieke (hooggeprioriteerde) modaliteit. Denk hierbij aan lagere wachttijden voor fietsers op een



snelfietsroute, een robuuste doorstroming van OV rond stations of het voorkomen van stops van vrachtverkeer op het Kwaliteitsnet goederenvervoer.

Uit de pilotstudie blijkt dat regelen op basis van een multimodale prioritering een positief effect kan hebben op de geprioriteerde modaliteiten en de gehele netwerkprestatie. De regelruimte die er nog is in een regeling kan effectief worden verdeeld volgens de beleidsmatig gewenste prioriteiten.

Uit de pilotstudie blijkt wel dat per locatie, traject of netwerk altijd maatwerk nodig blijft om te komen tot een optimale instelling van de parameters in de VRI om de beoogde streefwaarden te kunnen bereiken. Ook is de effectiviteit afhankelijk van de verkeersvraag. Voordat men aan de slag gaat met het ontwerp van een prioriteringsmaatregel op een kruispunt, streng of netwerk, is het daarom van wezenlijk belang dat de huidige en verwachte verkeersstromen per modaliteit goed in beeld zijn. Alleen dan kunnen de juiste keuzes gemaakt worden (zoals invulling van streefwaarden, prioriteringsvolgorde en regelaanpak) om het verkeer te regelen volgens de beleidsmatig gewenste doelen.

Aanbevelingen

De simulaties hebben aangetoond dat het multimodaal regelen effectief kan zijn. Er moet daarom worden doorgepakt om de bevindingen uit de simulatieomgeving te toetsen in de praktijk. In de VRI-regeling een onderscheid gemaakt kan worden tussen de verschillende modaliteiten. Wanneer de weg gebruikt wordt door meerdere modaliteiten (zoals vrachtverkeer en autoverkeer op een provinciale weg), wil je onderscheid kunnen maken tussen een prioriteitsverzoek van een auto of een vrachtauto. In andere gevallen wil je weggebruikers (bijvoorbeeld fietsers) al op afstand van de stopstreep detecteren.

Voor beide gevallen is specifiekere monitoring en detectie nodig. De komst van de iVRI biedt mogelijkheden. Via CAM-berichten (Coöperatieve Awareness Message) is er de potentie om specifieke modaliteiten te detecteren en prioriteitsverzoeken te ontvangen. Dit bericht is floating car/bike data van een weggebruiker (bijvoorbeeld via apps als Flitsmeister of Onderweg) en zegt feitelijk 'ik ben hier' en wordt verwerkt als een (extra) detectie-input. SRM staat voor "Signal Request Message". Een SRM-bericht bevat een prioriteitsverzoek van een specifieke doelgroep, zoals openbaar vervoer (bus of tram), nood- en hulpdienstvoertuigen (ambulance, politie, brandweer) en/of vrachtwagens. Op basis van deze berichten kan op langere afstand van de stopstreep, een completer prioriteitsverzoek worden ontvangen doordat de positie en snelheid (en eventueel richting) van het betreffende voertuig hierin zijn verwerkt.