

Met de vlam in de pijp scheur ik door Simulaties Smart Logistics.

Michaël van Egeraat – Provincie Noord-Brabant – mvegeraat@brabant.nl

Marcel Willekens - DTV Consultants - m.willekens@dtvconsultants.nl

Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 21 en 22 november 2019, Leuven

Samenvatting

SmartwayZ.NL is een innovatief mobiliteitsprogramma waarin het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Rijkswaterstaat, de provincies Noord-Brabant en Limburg, diverse gemeenten, bedrijven en kennisinstellingen samen werken aan het vlotste, veiligste, slimste en meest robuuste mobiliteitsnetwerk van Nederland. Voor de reis van vandaag en de wereld van morgen.

Het aantal verplaatsingen van personen en goederen blijft groeien. Dat betekent dat het reistijdverlies op de weg verder zal toenemen. Daarnaast maakt de klimaatverandering het noodzakelijk om de uitstoot van CO₂ drastisch te verminderen. Door technologische ontwikkelingen zien we kansen om het vervoer van goederen vlotter, veiliger en efficiënter te maken.

De uitbreiding van infrastructuur heeft een lange voorbereidingstijd en vraagt om gedegen onderzoek naar nut, noodzaak en alternatieven. Om gericht en bewust te kunnen investeren in Smart Mobility, is het belangrijk om beter inzicht te hebben in de effecten ervan. SmartwayZ.nl ontwikkelt daarom simulatiemodellen waarmee vóóraf de effecten van specifieke interventies kunnen worden bepaald.

Recent hebben we drie studies uitgevoerd:

1. Wat zijn de effecten van het geven van prioriteit voor het vrachtverkeer bij de nieuwe intelligente VRI's (iVRI's) op de N279 tussen Veghel en Asten;
2. Wat is het effect van een systeem van Slim invoegen voor vrachtverkeer op de A67 ter hoogte van Asten;
3. Wat is het effect van het geven van prioriteit aan doorgaand vrachtverkeer op de stedelijke ring van Tilburg.

We hebben in beeld gebracht wat de effecten van de maatregelen (scenario's) zijn op het gebied van doorstroming voor zowel het vrachtverkeer als de andere weggebruikers (auto's). Ook de effecten op het gebied van brandstofverbruik en de milieubelasting zijn inzichtelijk gemaakt. Met deze simulaties kan een goed beeld worden gegeven van de kwaliteit van de doorstroming en de effecten op leefbaarheid en veiligheid.

Dit paper beschrijft de manier waarop simulatiemodellen zijn ingezet voor het bepalen van de effecten van verkeerskundige interventies op het gebied van Smart Mobility. Tijdens het congres gaan we dieper in op de effecten en de resultaten.

1. Het programma SmartwayZ.NL

SmartwayZ.NL is een innovatief mobiliteitsprogramma waarin het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Rijkswaterstaat, de provincies Noord-Brabant en Limburg, diverse gemeenten, bedrijven en kennisinstellingen samen werken aan het vlotste, veiligste, slimste en meest robuuste mobiliteitsnetwerk van Nederland. Voor de reis van vandaag en de wereld van morgen. SmartwayZ.NL kent acht samenhangende deelopgaven en richt zich op de corridor Breda-Venlo (A58, A2, A67), de A2 Weert-Eindhoven, de N279 Veghel-Asten en Zuidoost-Brabant. Het programma loopt tot 2026.

Smart Mobility is één van de pijlers van het programma. Het is noodzakelijk om een beter inzicht te krijgen in de effecten van Smart Mobility, zodat er bewust geïnvesteerd kan worden. Een belangrijk onderdeel hiervan is het toepassen van simulatiemodellen waarmee vóóraf de effecten van Smart Mobility interventies kunnen worden bepaald.

Dit paper beschrijft de opzet en de resultaten van 3 studies. Om de studies onderling ook vergelijkbaar te maken, beschrijven we per studie de aanleiding, aanpak (scenario's en beoordelingen), resultaten en conclusies. Hoofdstuk 2 gaat in op het geven van prioriteit voor vrachtverkeer op een provinciale weg. In hoofdstuk 3 beschrijven we het slim invoegen van vrachtverkeer op een snelweg. Hoofdstuk 4 geeft inzicht in de effecten van prioriteit vrachtverkeer in een stedelijke omgeving. In het laatste hoofdstuk volgen de conclusies in de vorm van de belangrijkste geleerde lessen.

2. Prioritering zwaar vrachtverkeer op provinciale weg N279 verdedigbare beleidskeuze

2.1 Aanleiding

De provincie Noord-Brabant is van plan om de N279 te reconstrueren tussen de aansluiting A50 en A67. Langs deze weg zijn grote bedrijven gevestigd. Vrachtvervoer is voor hen een essentieel bedrijfsonderdeel. Denk bijvoorbeeld aan Jumbo, Friesland Campina en Mars. Op de weg is het aandeel vrachtverkeer dan ook hoog. In de ochtendspits bestaat een kwart van het verkeer uit vrachtauto's. Op andere momenten van de dag loopt dit op tot 1/3 van het verkeer.

Use case Talking Traffic.

De provincie Noord-Brabant gaat de verkeersregelininstallaties op dit traject vervangen door intelligente verkeerslichten (iVRI's). Voertuigen kunnen met deze verkeerslichten communiceren. Het prioriteren van vrachtverkeer bij deze iVRI's is een van de use cases die in het landelijke programma Talking Traffic is ontwikkeld. Vooruitlopend op de reconstructie van den N279 wil de provincie inzicht in de effecten van het prioriteren van het vrachtverkeer op de verkeersafwikkeling op de N279. Bij een positief effect kan de geplande vervanging van de VRI's naar voren worden gehaald. Het vrachtverkeer kan dan ook al tijdens de ombouw profiteren van een betere doorstroming

2.2 Aanpak

Vijf scenario's

DTV Consultants heeft in opdracht van SmartwayZ.NL vijf scenario's samengesteld, gesimuleerd en geanalyseerd om de effecten in beeld te krijgen. Voor het aanvragen en verwerken van de prioriteitsaanvragen van zwaar vrachtverkeer is de use case *prioriteren vrachtverkeer* nader gespecificeerd. De belangrijkste kenmerken daarvan zijn:

- Alleen zwaar vrachtverkeer met dienst kan prioriteit aanvragen;
- Er is een rangorde opgenomen om verschillende prioriteitsaanvragen van elkaar te onderscheiden en in volgorde af te handelen. Zo heeft een peloton van drie vrachtwagens een hoger gewicht dan een enkele vrachtwagen van of naar een zijrichting;
- De verkeerslichtenregeling probeert het zwaar vrachtverkeer met dienst rijdend te houden. Als een vrachtwagen eenmaal stil staat, krijgt deze geen prioriteit meer;
- De provincie hanteert bij het verlenen van prioriteit aan openbaar vervoer maximale wachttijden voor conflicterend verkeer. Namelijk 120 seconden voor het autoverkeer en 90 seconden voor het langzaam verkeer. Dezelfde maximale wachttijden zijn toegepast voor deze use case.

Nu en in de toekomst

In de (Vissim) simulatieomgeving zijn twee situaties doorgerekend:

1. Voor de huidige vormgeving van de weg (rekenjaar 2018): penetratiegraad vrachtverkeer met dienst van 20% in de spits tot 50% in de dal periode;
2. Voor de toekomstige vormgeving van de weg (rekenjaar 2030) penetratiegraad vrachtverkeer met dienst van 50% in de spits tot 100% in de dal periode.

Met 'dienst' bedoelen we dat vrachtwagens kunnen communiceren met een iVRI en dus prioriteit kunnen aanvragen.

Beoordelingscriteria

Er is gekeken naar verschillende indicatoren om de verkeerskundige effecten van de use case te bepalen:





- Voertuigverliesuren (optelsom van de individuele verliestijd per voertuig)
- Voertuigverliesuren reken we ook om naar euro's voor de dagperiode (07:00 – 18:00 uur). Hierbij is uitgegaan van de volgende kosten per VVU (bron: factsheet Beter Benutten Evenement):
 - Personenauto: € 9,00
 - Middelzwaar vrachtverkeer: € 21,10
 - Zwaar vrachtverkeer met of zonder dienst: € 42,20
- Aantal stops (op het moment dat een voertuig langzamer dan 5 km/h rijdt, is er sprake van een stop).
- Luchtkwaliteit: uitstoot van de stoffen CO₂, NO_x en PM₁₀. Dit hebben we met het computerprogramma EnViver berekend. Voor de toekomstige situatie hebben we geen rekening gehouden met het zuiniger worden en elektrificeren van het wagenpark.

2.3 Resultaten

Effecten op huidige situatie

De belangrijkste conclusie: wanneer prioriteit wordt verleend aan zwaar vrachtverkeer dat beschikt over communicatie, wordt een grote verbetering in de doorstroming bereikt voor deze doelgroep.

- Het aantal voertuigverliesuren (VVU) voor zwaar vrachtverkeer met dienst neemt in de spitsperiode met 10% af;
- In de dal periode daalt het aantal VVU voor zwaar vrachtverkeer met dienst met 16%;
- Het aantal keren dat een vrachtwagen stil staat voor een verkeerslicht neemt zelfs met 30% af in de spits en 40% in de dal periode;
- De uitstoot van CO₂ door zwaar vrachtverkeer met dienst binnen het studiegebied daalt met 2%;
- De effecten voor de overige weggebruikers blijven redelijk beperkt. Opvallend is dat in de spitsperiode al het verkeer (mee) profiteert van de prioriteit voor zwaar vrachtverkeer. In de dal periode blijft de toename van het aantal VVU's voor autoverkeer beperkt: 1% tot 4%. Ook de toename van het aantal stops ligt in de range van 1% tot 3%.
- Er zijn weinig verschillen tussen de vijf scenario's vastgesteld.

INDICATOR: STOPS					
SCENARIO'S ←→ HUIDIGE SITUATIE					
	Totaal				
S1: Ochtendspits 20%	▼ -3,7%	▼ -2,1%	▼ -6,9%	▼ -6,8%	▼ -32,1%
S2: Dal 20%	▼ -0,4%	▲ 0,9%	▲ 0,5%	▲ 0,2%	▼ -43,8%
S3: Dal 50%	▼ -2,0%	▲ 0,9%	▲ 1,3%	▲ 1,6%	▼ -39,3%
S4: Dal 50% en peloton	▼ -1,8%	▲ 1,2%	▲ 2,5%	▲ 2,1%	▼ -42,2%
S5: Dal 50% en belading 50%	▼ -0,4%	▲ 2,7%	▲ 2,5%	▲ 2,2%	▼ -38,9%

Voorbeeld van de weergave van effecten.

Effecten op de toekomstige situatie

De reconstructie van de N279 heeft een positief effect op de verkeersafwikkeling in het algemeen. Het aantal VVU daalt: met ruim 19% in de spits en met 3,7% in de dal periode. En dat terwijl in beide situaties 18% meer verkeer wordt afgewikkeld. De voornaamste conclusie is dat ook in de toekomstige situatie prioriteit voor zwaar vrachtverkeer een sterk positief effect heeft voor het zwaar verkeer met dienst:

- Het rendement is met een afname van het aantal VVU's van 10% tot 15% net iets kleiner dan in de gesimuleerde huidige situatie;
- Het aantal stops kan met 30% tot 40% worden gereduceerd;

- Het zwaar vrachtverkeer stoot nog steeds minder CO₂ uit (1 tot 1,5% vermindering);

De gevonden effecten zijn in de toekomstige situatie kleiner dan in de huidige situatie. Dit wordt verklaard door de veel hogere capaciteit en het feit dat is gerekend met een maximale penetratiegraad (100%).

2.4 Conclusies

Zowel verkeersgroei als prioritering mogelijk

De capaciteitsuitbreiding van de N279 zorgt ervoor dat én de groei van het verkeer kan worden verwerkt én prioriteit voor het vrachtverkeer kan worden verstrekt. De verwachting is dat door het leveren van maatwerk per kruispunt de positieve effecten gehandhaafd blijven, terwijl de negatieve effecten kleiner worden.

In de nieuwe situatie biedt de N279 veel meer capaciteit. Hier profiteren alle verkeersdeelnemers van. Daarnaast geldt in beide situaties dat het toekennen van prioriteit aan zwaar vrachtverkeer op de met verkeerslichten geregelde kruispunten een positief effect heeft op de doorstroming van dit vrachtverkeer. Het aantal voertuigverliesuren en stops neemt af en de gemiddelde reistijd wordt korter. Tegelijkertijd blijven de negatieve effecten voor het andere verkeer beperkt.

Naast een betere doorstroming draagt prioritering van zwaar vrachtverkeer bij aan:

- *Een verbetering van de verkeersveiligheid*
Minder stops van zwaar vrachtverkeer vermindert ook de kans op ongevallen door de verschillen in remweg tussen zwaar vrachtverkeer en andere weggebruikers.
- *Een besparing in brandstofverbruik*
Minder stops van zwaar vrachtverkeer levert een besparing in brandstofverbruik op. Gemiddeld is dit € 0,14 per vrachtwagen per rit (of per keer dat de route wordt gereden). Dit lijkt niet veel, maar het brandstofverbruik is gebaseerd op basis van de CO₂ uitstoot. Het leeuwendeel van de uitstoot gebeurt tijdens het (door)rijden in het netwerk van 33 kilometer, waardoor het gevonden verschil als gevolg van de betere doorstroming op de kruispunten wordt genivelleerd.
- *Minder CO₂ uitstoot*
Besparing van 286 ton op een totaal van 74.270 ton in 2030¹. Ook dit lijkt niet veel, maar hiervoor geldt hetzelfde als voor het brandstofverbruik. Daarnaast is de N279 een intensief bereden route. Met het huidige wagenpark is de uitstoot daarnaast niet veel meer te verlagen.

¹ Voor het berekenen van onder meer de CO₂ uitstoot is gebruik gemaakt van het computerprogramma EnViver en de samenstelling van het wagenpark 2016 (meest actueel in EnViver). Voor de toekomstige situatie is van dezelfde samenstelling van het wagenpark uitgegaan.

3. Slim invoegen vrachtverkeer kan verkeersveiligheid op A67 verbeteren

3.1 Aanleiding

Ter hoogte van Asten sluit de provinciale weg N279 aan op de A67. Op beide wegen rijden veel vrachtauto's. De hoge intensiteiten vrachtverkeer op zowel de A67 als de opritten vanaf de N279 kunnen voor problemen of onveilige situaties leiden op en rondom de invoegstroken:

- Vrachtwagens rijden op de snelweg dicht achter elkaar. Zo ontstaat colonnevorming op de rechterrajstrook. Dit geeft invoegende vrachtauto's soms te weinig ruimte om in te voegen.
- De invoegstrook heeft maar een beperkte lengte, mede hierdoor kunnen vrachtauto's niet altijd genoeg snelheid maken om in te voegen.

In opdracht van SmartwayZ.NL heeft DTV Consultants onderzoek gedaan naar het effect van een module 'Slim Invoegen' voor zwaar vrachtverkeer dat via een met verkeerslichten geregeld kruispunt de A67 op rijdt.

3.2 Aanpak

Smart Mobility maatregelen simuleren in Vissim

Om antwoord te kunnen geven op de onderzoeksvragen, zijn een aantal Smart Mobility maatregelen gebundeld in de speciaal voor dit project ontwikkelde module 'Slim Invoegen'. Het effect van de module is onderzocht door de verkeersafwikkeling te simuleren met het microsimulatiemodel Vissim. Door te variëren in de hoeveelheid verkeer (ochtendspits en dal periode) en verschillende instellingen van de module Slim Invoegen is een beeld gevormd van de effecten.

Zo werkt de module 'Slim invoegen'

De verkeersregelinstallaties ter hoogte van het knooppunt N279-A67 kunnen met de module 'Slim Invoegen' vrachtverkeer prioriteit geven (of juist niet). Zo kan exact getimed worden op welk moment een vrachtwagen gaat invoegen op de A67. In de studie zijn verschillende instellingen van de module 'Slim invoegen' bekeken:

- Prioriteren van vrachtverkeer op de N279: doorrijden, want dan is het mogelijk om in te voegen voor het peloton op de snelweg;
- Doseren van vrachtverkeer op de N279: even wachten, want dan kom je achter het peloton op de snelweg uit;
- Personenauto's links laten rijden op de A67 (ruimte makend voor invoegend vrachtverkeer);
- Hiaten laten maken door vrachtverkeer op de A67 (ruimte maken voor invoegend vrachtverkeer).

Voor een goede werking heeft de module de volgende informatie nodig:

Hiaten op de snelweg meten

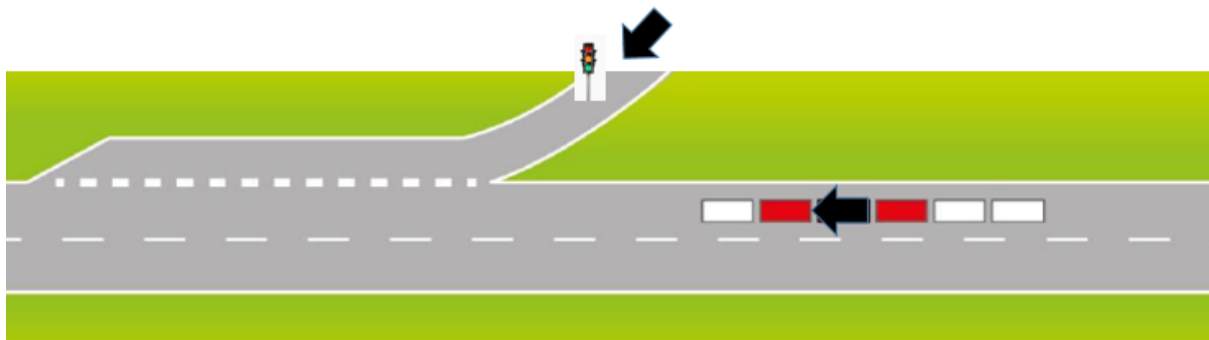
De module wil invoegend vrachtverkeer vóór of achter een peloton vrachtwagens op de A67 laten invoegen. Hiervoor moeten de hiaten in de verkeersstromen op de snelweg worden gedetecteerd. Het detectieveld (dit staat los van de techniek en heeft betrekking op het gebied waar vrachtwagens rijden) ligt, afhankelijk van de rijtijd van het invoegende vrachtverkeer tussen de 1.000 en 2.000 meter voor het invoegpunt.

Route van het vrachtverkeer

Vanaf het moment van inmelden bij het verkeerslicht moet van iedere vrachtwagen bekend zijn wat de route is. Alleen zo is een advies op maat te berekenen.

De voertuigkarakteristiek

De voertuigkarakteristiek van de vrachtwagens is sterk bepalend voor een succesvolle werking van de module. Door het verschil in vermogen en gewicht heeft ieder voertuig een andere rijtijd tussen moment van inmelden en invoegen. Ook per keer kan voor hetzelfde voertuig de acceleratie verschillen als gevolg van een andere belading. Het is echter een grote uitdaging om deze informatie structureel, efficiënt en betrouwbaar aan te bieden aan de module.



Op basis van hiaatmeting op de rechterrajstrook wordt maatregel (prioriteren of doseren) ingezet.

Analyse invoegen met drones

Om het invoegen op de A67 vanaf de N279 te analyseren, is het belangrijk om, naast de intensiteit en samenstelling van het verkeer, ook de afstanden tussen de voertuigen te weten. Om deze informatie te verzamelen zijn opnames gemaakt met twee drones van de verkeerssituatie op de A67. Door de hoogte waarvan drones filmen, geven de beelden een duidelijk overzicht van de verkeersbewegingen ter hoogte van de op- en afritten en de snelweg. De drones hangen ook hoog genoeg om de gehele invoegbeweging (tot het einde van de invoegstrook) van vrachtwagens te kunnen volgen.

Uiteindelijk zijn de beelden gebruikt om de verkeersstromen van de A67 1 op 1 over te nemen in het Vissimmodel. Het bekijken van het rijgedrag ter hoogte van de op- en afritten heeft bijgedragen aan de werking van de module Slim Invoegen.

Beoordeling scenario's.

De verschillende scenario's zijn onderling vergeleken en beoordeeld op:

- De gemiddelde verliestijd in het netwerk;
- Het totaal aantal voertuigverliesuren;
- Het aantal voertuigen in het netwerk.

3.3 Resultaten

Prioriteit geven vanaf het onderliggend wegennet grote kans op succes

Uit de studie blijkt dat het prioriteren van vrachtwagens vanaf het onderliggend wegennet een grote kans op succes heeft. Zodra een vrachtauto in het netwerk komt, wordt berekend waar deze gaat uitkomen bij het invoegen op de snelweg. Is dit een leeg wegvak en is het wegvak daarachter vol? Dan krijgt de vrachtwagen prioriteit. Het beslismoment ligt echter ver voor het uiteindelijke invoegen. Hierdoor ontstaat onzekerheid. Omdat de vrachtwagen direct door kan rijden (en dus niet vanuit stilstand hoeft op te trekken) is de spreiding in rijtijd tussen invoegende vrachtauto's beperkt. Krappe boogstralen hebben meer invloed op de spreiding in rijtijd en dus ook op de mate van succes. De spreiding in snelheid van het vrachtverkeer op de snelweg is klein, waardoor de situatie op de snelweg grotendeels onveranderd blijft. Belangrijk voor een hoge succesfactor is dat de route van het invoegende vrachtverkeer bekend is. Mede op basis van deze informatie bepaalt de verkeerslichtenregeling wanneer en op welke richting prioriteit moet worden gegeven.

Wisselend succes met doseren op het onderliggend wegennet

Doseren van vrachtwagens op het onderliggend wegennet heeft wisselvallig succes. Het vrachtverkeer wordt maximaal tien seconden tegengehouden op het onderliggend wegennet, zodat een vol wegvak op de snelweg kan passeren zonder dat er vrachtverkeer gaat invoegen. Dit gebeurt alleen als achter het volle wegvak weer een leeg wegvak is gemeten. Het beslismoment om te doseren, ligt ver voor het uiteindelijke invoegen. Omdat nu het vrachtverkeer vanuit stilstand moet vertrekken, is er een hoge mate van spreiding in rijtijd van de verschillende invoegende vrachtwagens. Meer informatie over de voertuigkenmerken van het invoegende vrachtverkeer kan de succesfactor verhogen.

Personenauto's links laten rijden op de snelweg

Personenauto's links laten rijden heeft een grote kans op succes. Omdat de maatregel inschakelt net voordat het vrachtverkeer invoegt, grijpt de maatregel zelden onterecht in. De spreiding in snelheid van het autoverkeer is wat groter dan die van vrachtverkeer (zeker als autoverkeer achter vrachtverkeer rijdt). Door deze spreiding in snelheid wordt vaker iets te veel dan te weinig naar links opgeschoven. Dat heeft invloed op de gemiddelde snelheid op de snelweg en daarmee dus ook op de overige maatregelen. Er is niet verder uitgewerkt hoe deze maatregel het beste kan worden gecommuniceerd richting de weggebruikers.

Hiaat laten creëren door vrachtwagens op de snelweg

Het laten maken van hiaten door vrachtverkeer heeft wisselvallig succes. Het beslismoment van deze maatregel ligt vrij ver voor het daadwerkelijk invoegmoment. Het vrachtverkeer op de snelweg moet namelijk de kans krijgen om geleidelijk ruimte te maken. De spreiding in snelheid en rijtijd van invoegend vrachtverkeer is groot. Er is dus een reële kans dat invoegend vrachtverkeer niet in het berekende hiaat terechtkomt. Het gebeurt ook (als de invoegende vrachtauto heel snel rijdt) dat er onnodig ruimte wordt gemaakt. Dit is echter niet van invloed op het aantal conflicten. Wel gaat de snelheid van het vrachtverkeer op de snelweg hierdoor omlaag, waardoor dit vrachtverkeer weer in conflict kan komen met invoegend vrachtverkeer dat gedoseerd is. Er is niet verder uitgewerkt hoe deze maatregel het beste kan worden gecommuniceerd richting de weggebruikers.

En de infrastructuur?

In het onderzoek is gewerkt met de bestaande infrastructuur. Het overgrote deel van het invoegende vrachtverkeer is op snelheid op het moment dat het moet gaan invoegen. Kan de infrastructuur een bijdrage leveren aan een goede werking van de module 'Slim Invoegen'?

Een langere invoegstrook geeft meer verkeer meer gelegenheid om veilig in te voegen. Door het infrastructuureel op te lossen is de module Slim Invoegen niet nodig. Door de boogstralen onder aan de oprit te verruimen kan de spreiding van de rijtijd worden verkleind waardoor de voorspelling beter uitkomt.

3.4 Conclusies

Onverwachte potentie

De module Slim Invoegen toont potentie op een ander terrein dan dat vooraf was ingeschat. Waar een verbeterde doorstroming in de lijn der verwachtingen ligt, zit de winst vooral op het gebied van verkeersveiligheid.

Het daadwerkelijke aantal conflicten tussen vrachtwagens op een snelweg en invoegend vrachtverkeer is in het kader van het onderzoek niet verzameld. Wel is aannemelijk dat ieder conflict dat kan worden voorkomen positief is. De impact van ongevallen is immers groot, zowel voor slachtoffers als in de vorm van economische schade (schade aan voertuigen, wegdek en files).

In de simulaties is geen eenduidig beeld geconstateerd voor wat betreft de vermindering van het aantal conflicten tussen vrachtwagens op de snelweg en het invoegende vrachtverkeer. De verwachting is dat, zeker op het moment dat de rijtijd van de vrachtwagens nog nauwkeuriger kan worden bepaald, het aantal conflicten afneemt. Om meer inzicht te krijgen in de (on) mogelijkheden van het slim invoegen is het goed meten van een hiaat (hiaatmeter) erg belangrijk.

4. Gecoördineerde prioriteit vrachtverkeer op de Ring van Tilburg

4.1 Aanleiding

De stad Tilburg heeft binnen de Provincie Brabant een belangrijke functie in de fysieke distributie van goederen. Aan de noordkant van de stad liggen een aantal grote bedrijventerreinen (Vossenbergh, Kraaiven en Loven) met veel logistieke bedrijven. Denk aan logistieke dienstverleners zoals Cornelissen, ID Logistics, en Versteijnen Logistics. Met daarnaast een aantal distributiecentra van grote bedrijven als Ahold, Coca Cola Europe, Coolblue, Sony en Tesla.

De Ring van Tilburg (N260/N261) ontsluit deze bedrijventerreinen. Aan de westkant van de stad sluit de Ring op de A58 en aan de oostkant sluit de Ring aan op zowel de A65 als de A58. Er zijn ook twee bedrijventerreinen in ontwikkeling: de Wildert (ten noorden van de N260) en Midden-Brabant Poort (ten zuidwesten van de aansluiting van de N260 op de A58).

Het aandeel vrachtverkeer ligt op sommige delen van de Ring van Tilburg tussen de 10-15%. De interactie met fietsverkeer (op ca. 5 van de 21 kruispunten) en openbaar vervoer is beperkt. Dit biedt de mogelijkheid en regelruimte om (meer) prioriteit aan vrachtverkeer te geven, zonder dat het overig verkeer daar veel last van heeft.

4.2 Aanpak van de studie

Dynniq heeft een simulatiestudie op de Ring Noord van Tilburg uitgevoerd. De studie geeft inzicht in de effecten van de invoering van verschillende mate van prioriteit voor vrachtverkeer. Daarbij zijn de grenzen opgezocht van de mate waarin prioriteit aan het vrachtverkeer kan worden verleend en wat daarvan de effecten zijn op het over autoverkeer, het openbaar vervoer (meerrijdend en kruisend) en fietsverkeer (kruisend). Het gebruik van simulatiemodellen en het werken met scenario's is daarbij een belangrijk hulpmiddel.

Het studiegebied omvat de gehele ring van Tilburg tussen de aansluiting N260 – A58 en aansluiting N261 – A65 en de in- en uitvoegstroken op de snelwegen A58 en A65. Dit zijn afrit 12 Gilze (A58 – N260) en afrit 3 Tilburg-Noord (A65-N261). Binnen het studiegebied zijn op dit moment 20 kruispunten met verkeerslichten geregeld.

Scenario's

Voor het vaststellen van het effect van prioriteit voor vrachtverkeer zijn vijf scenario's gedefinieerd met verschillende instellingen rondom het prioriteren.

- **Periode** = ochtendspits (OS) of dalperiode (DAL)
- **Prio op richting** = onder deze variabele is gekozen voor de specifieke richting (signaalgroep) waarop prioriteit wordt ingesteld
- **Prio op kruispunt** = prioriteit kan op kruispunten afzonderlijk anders ingesteld worden

Penetratiegraad = onder penetratiegraad kan onderscheid gemaakt worden in aantal voertuigen met of zonder dienst. Deze variabele is in de studie ook gebruikt om onderscheid te maken in licht/middelzwaar vrachtverkeer en zwaar vrachtverkeer.

- **Prio level** = geeft aan in welke mate de verkeerslichtenregeling zoekt naar mogelijkheden om prioriteit te verlenen. Dit kan variëren van 'hard ingrijpen' tot 'groen verlengen indien mogelijk'. Er is in de studie voor het prio level gerekend met een kostenaspect. Dit houdt voor scenario 1 bijvoorbeeld in: 1 vrachtauto 'kost' evenveel als 20 personenauto's.
- **Inmelding** = dit is de afstand waarop het voertuig met dienst zich via een Signal Request Message (SRM) 'inmeldt' bij het stroomopwaarts gelegen kruispunt en daarbij prioriteit aanvraagt. Voor alle scenario's is ervoor gekozen om het SRM op 500 meter voor de stopstreep te laten verzenden naar de iVRI. Vervolgens beoordeelt de verkeerslichtenregeling vanaf 150 meter voor stopstreep of 'groen vastgehouden' kan worden.

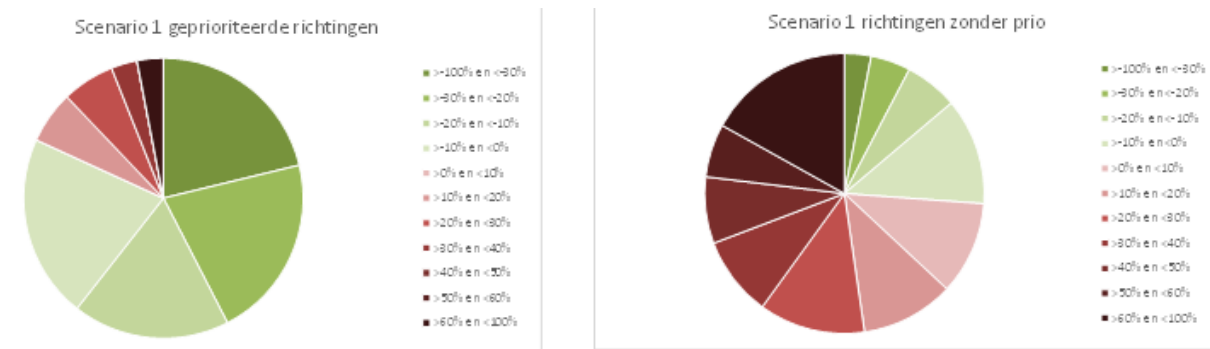
Beoordelingscriteria

Om de verkeerskundige effecten van de verschillende scenario's te bepalen, is gekeken naar:

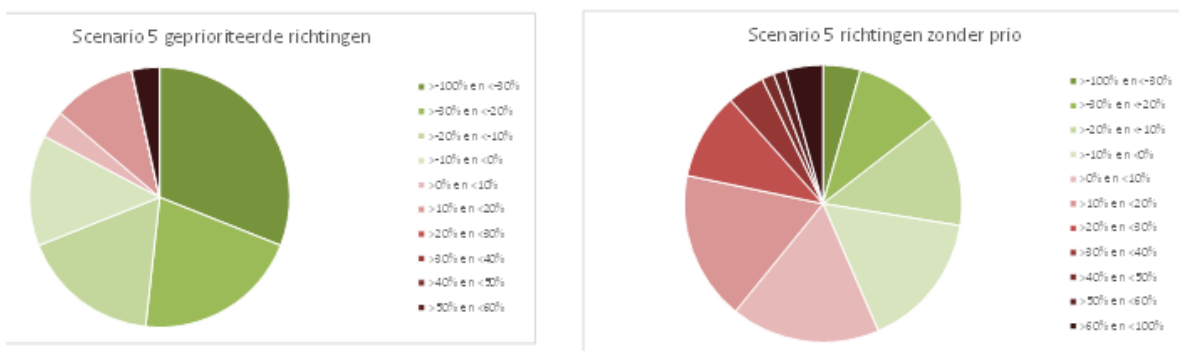
- Gemiddelde wachttijd (per richting);
- Voertuigverliesuren (VVU's);
- Gemiddelde reistijd op de drukste vrachtwagenstromen
- Aantal stops;
- Brandstofverbruik

4.3 Resultaten

De simulatiestudie heeft inzichten verschaft die vooraf niet allemaal waren verwacht. De verkeersregelingen die nu op straat staan zijn al ver geoptimaliseerd door ImFlow. Dit is een verkeersregelprogramma dat op basis van informatie van aankomstpatronen via (lus) detectoren en prioriteitsaanvragen real-time het systeem van verkeerslichten optimaliseert. De extra regelruimte voor vrachtverkeer in de spitsperiode blijkt zeer beperkt door de hoge conflictbelasting en de oververzadiging van enkele kruispunten. In de dalperiode is er met prioriteit voor vrachtverkeer meer winst te halen. Op het moment van schrijven van dit paper zijn nog niet alle resultaten bekend.



Voorbeeld van de weergave van effecten van scenario 1. De kleur groen geeft een vermindering aan van de wachttijd, de kleur rood is een verhoging. Links voor het vrachtverkeer met prioriteit en rechts voor het overig vrachtverkeer.



Voorbeeld van de weergave van effecten van ander scenario.

5. Conclusies.

De uitgevoerde studies waarin met simulatiemodellen is gerekend aan de effecten van Smart Mobility, in het bijzonder prioriteit voor vrachtverkeer, hebben zondermeer een grote waarde. De modellen geven een beter inzicht in de doorstroming van het verkeer onder verschillende omstandigheden (scenario's) en verschillende interventies zoals het geven van prioriteit aan vrachtverkeer. De studies hebben hierdoor een belangrijke plaats gekregen bij de besluitvorming over projecten en het handelingsperspectief van Smart Mobility maatregelen.

Voorwaarde voor een goede simulatie is de aanwezigheid van goede en betrouwbare verkeersgegevens zoals verkeersintensiteiten, snelheden, herkomst- en bestemmingspatronen en routes voor de verschillende perioden van de dag en naar voertuigtype.

Het doorrekenen van de effecten van Smart Mobility is relatief nieuw. Daarom is het belangrijk om goed na te denken over de manier waarop een use case, in dit geval prioriteit vrachtverkeer, moet worden geprogrammeerd en zou moeten werken.

Het werken met scenario's waarbij steeds 1 variabele wijzigt is een goede manier om meer inzicht te krijgen in de werking van de maatregel en de effecten op vooraf bepaalde indicatoren. Dit ondersteunt de wegbeheerder bij de besluitvorming over het inzetten en/of inregelen van Smart Mobility maatregelen.