

De rotonde dosseerinstallatie (RDI) als benuttingsmaatregel

ir. Martin Wink

(Auteur is werkzaam bij Movares)

ir. M.O. Stanescu

(Auteur was werkzaam bij Movares, nu bij het GVB)

ir. M. Milosevic

(Auteur is werkzaam bij provincie Zuid Holland)

Samenvatting

De rotonde Berkelseweg-N470 kent een afwikkelingsprobleem op één van de armen. In opdracht van de provincie Zuid Holland heeft Movares met een dynamisch verkeersmodel onderzoek verricht naar het doseren van het verkeer op één van de hoofdrichtingen van de rotonde en de effecten in kaart gebracht.

Trefwoorden

Verkeersafwikkeling, rotonde, benutten, verkeersmodellering, verkeersmanagement

1. Het beter benutten van een rotonde?

De rotonde heeft de afgelopen decennia sterk aan populariteit gewonnen door de duidelijk positieve effecten op de doorstroming en de verkeersveiligheid. Een belangrijk nadeel dat echter steeds meer op de voorgrond treedt, is de beperkte flexibiliteit van rotondes. Het goed functioneren van rotondes is namelijk sterk afhankelijk van de omvang en verdeling van de verkeersstromen uit de verschillende richtingen. Een te dominante verkeersstroom kan er voor zorgen dat andere richtingen een rotonde slecht kunnen oprijden en dat het verkeer niet meer goed wordt afgewikkeld. Capaciteitsverhogende maatregelen worden vaak gevonden in de vorm van infrastructurele maatregelen: extra op- en afrijdcapaciteit, of de omvorming naar een turborotonde of een met verkeerslichten geregeld kruispunt. Een beeld dat feitelijk niet past binnen het huidige beleid, waarbij infrastructurele maatregelen volgens de Ladder van Verdaas als oplossing pas als laatste stap gelden.

In opdracht van en in samenwerking met de provincie Zuid Holland heeft Movares onderzoek gedaan naar het inzetten van benuttingsmaatregelen op een turborotonde; een zogeheten rotonde doseerinstallatie (RDI). De RDI moet, op basis van gedefinieerde triggers als wachtrijlengte en snelheid op de arm waar de afwikkelingsproblemen zich voordoen, zorgen voor hiaten in de dominante verkeersstroom. Door deze hiaten kan het verkeer op de ondergeschikte arm(en) beter afwikkelen. In de studie is gekeken naar de effecten op de hoofdstroom, de zijarmen en het totale afwikkelingsniveau; dit alles in aanloop naar een mogelijke praktijkproef met een RDI.

2. De onderzoeksopzet

N470 - Berkelseweg

Het onderzoek is verricht op de (partiële) turbo rotonde N470 – Berkelseweg. In de huidige situatie stagneert de verkeersafwikkeling op deze rotonde, die onderdeel uitmaakt van de N470 die in beheer is bij de provincie Zuid Holland. Op dit punt sluiten de Noordeindseweg (vanuit Berkel en Rodenrijs, gemeente Lansingerland) en de Berkelseweg (Zoetermeer, Pijnacker-Nootdorp) aan op de N470. De problemen in de verkeersafwikkeling doen zich hoofdzakelijk voor op de Berkelseweg. Door een vrij continu aanbod van verkeer vanaf de A12 richting de A13 krijgt het verkeer op de Berkelseweg zeer beperkte hiaten om de rotonde op te rijden. De relatief grote hiaattijd is benodigd omdat het merendeel van het verkeer vanaf de Berkelseweg is georiënteerd op de A12.

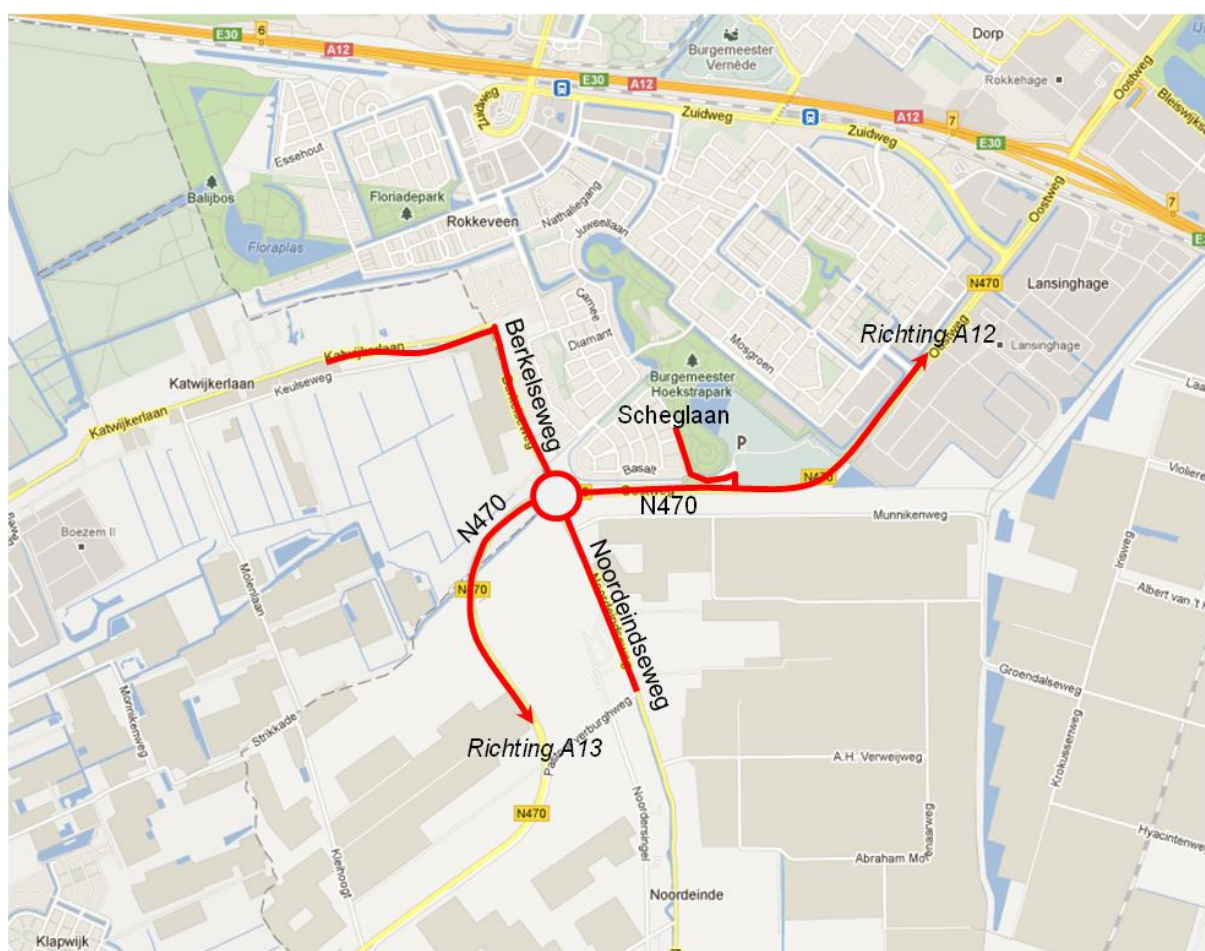


Figuur 1: situatieschets rotonde N470/Berkelseweg

Verbeteren verkeersafwikkeling

Om de afwikkeling vanaf de Berkelseweg te verbeteren dient de benuttingsmaatregel er voor te zorgen dat er meer en grotere hiaten worden gevormd in de hoofdstroom op de rotonde. Voor de Berkelseweg betekent dit het ‘onderbreken’ van de verkeersstroom op de N470 vanaf de A12. De toepassing van een Rotonde DoseerInstallatie (RDI) kan hierin uitkomst bieden. Door deze maatregel kan het verkeer op de N470 meer gedoseerd richting rotonde worden geleid, waardoor hiaten in de hoofdstroom ontstaan die door het verkeer op de zijwegen kunnen worden benut. Een andere mogelijkheid is het (beperkt) aanpassen van de Verkeersregelinstallatie (VRI) bij de Scheglaan (verlengen roodtijd voor doorgaand verkeer), waardoor meer ruimte op de N470 kan worden gecreëerd voor invoegend verkeer vanaf de Berkelseweg. Beide maatregelen zijn onderzocht, waarbij de volgende onderzoeksvraag centraal stond:

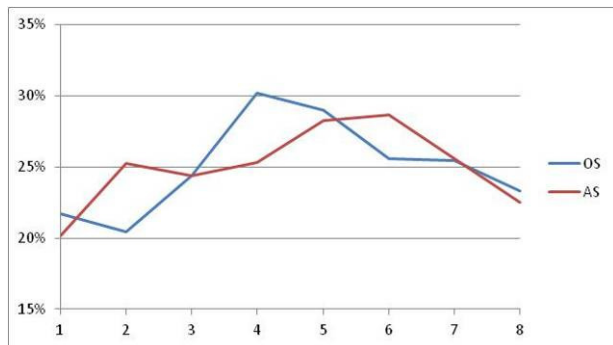
Leidt de toepassing van een RDI of het verlengen van de roodtijd van het verkeerslicht bij de Scheglaan op de rotonde Berkelseweg tot een verbeterde doorstroming op de Berkelseweg zonder dat de doorstroming op de N470 (te) negatief wordt beïnvloed.



Figuur 2: Onderzoeksgebied rotonde Berkelseweg

Werkwijze

Voor het bepalen van de invloed van de RDI op de verkeersafwikkeling is ten eerste de huidige situatie gesimuleerd. Op basis van de beschikbare verkeersgegevens uit de trajectstudie van de N470B (visuele tellingen, mechanische tellingen en VRI data van de Scheglaan) is het model gevuld. Voorts is rekening gehouden met de in de praktijk gemeten spitsprofielen, zodat de piekmomenten zo goed mogelijk in beeld wordt gebracht. Naast deze data is een schouw ter plaatse uitgevoerd en is gezamenlijk met de provincie Zuid Holland is de plausibiliteit van de referentiesituatie in VISSIM bepaald.



Figuur 3: Spitsprofielen ochtend en avondspits

RDI

Om te voorkomen dat verkeersdruk op de N470 (noordoost, komende vanuit de richting A12) de toegankelijkheid van de rotonde vanaf de Berkelseweg belemmert, is er in de simulatie een Rotondedoseersinstallatie geplaatst op de N470. Deze RDI houdt het verkeer op de N470 op enige afstand voor de rotonde tijdelijk tegen en creëert zo een hiaat, waar het verkeer komende vanaf de Berkelseweg gebruik van kan maken. De RDI wordt geactiveerd als een detector op de Berkelseweg, gelegen 55 meter voor de rotonde, met een lengte van tien meter (55-45m voor de rotonde). Indien deze detector registreert dat de snelheid op de Berkelseweg gedaald is tot onder 8,5 kilometer per uur wordt de RDI geactiveerd.

Langs de N470 staan verkeerslichten op 50 meter voor de rotonde. Als de RDI geactiveerd wordt, tonen deze lichten achtereenvolgens geel-knipper, geel en rood licht.

VRI Scheglaan als RDI

Voor het doseren van het verkeer met behulp van de VRI Scheglaan is een koppeling gelegd tussen (een deel van) de RDI met de VRI Scheglaan. Na melding van de RDI naar de VRI, fixeert de VRI de roodtijd van de doorgaande richting op de N470 (vanaf A12) enkele seconden. De RDI grijpt niet direct in op de regeling. Dit betekent dat de fixatie pas plaats vindt nadat een conflicterende signaalgroep een melding heeft gehad en de roodfase voor de doorgaande richting ingaat. Pas daarna vindt de verlenging van de roodtijd plaats.

Prestatie-indicatoren

Voor het vergelijken van de modeluitkomsten wordt gebruik gemaakt van prestatie-indicatoren (PIN's). De PIN's voor deze studie zijn als volgt beschreven:

- de effecten van de RDI worden bepaald door het meten van wachtrijlengte van de verkeersstromen per rotonde arm.
- de effecten van de RDI worden bepaald door het meten van de gemiddelde verliestijd per voertuig per rotonde arm;
- de effecten van de RDI worden bepaald door het meten van de totale verliestijd per rotonde arm.

In het netwerk zijn gedefinieerde meetpunten opgenomen voor het meten van wachtrijlengten en voertuigverliestijden per richting per voertuig en de totale verliestijd per rotonde arm. Op basis van gedefinieerde meetpunten op het netwerk zijn de verschillende simulaties zonder en met RDI tegen elkaar afgezet en is het effect van de RDI bepaald.

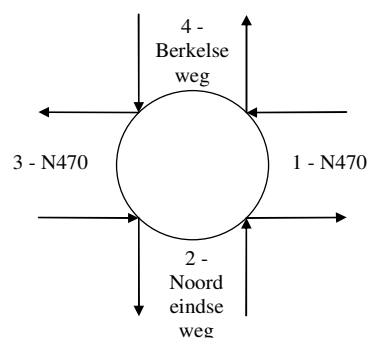
3. De resultaten

Referentiesituatie

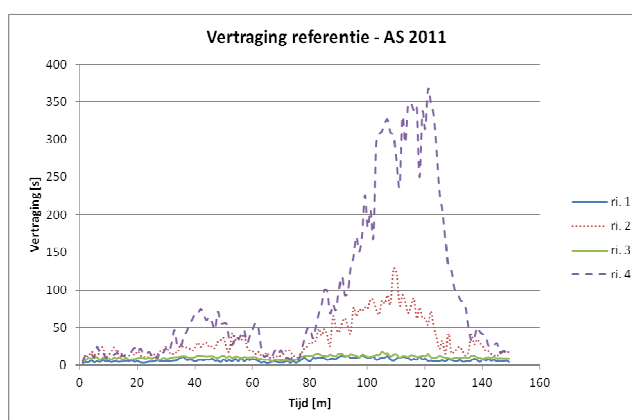
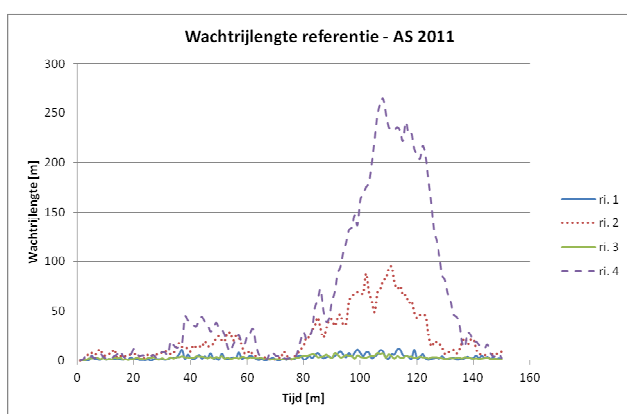
De beperking in de verkeersafwikkeling op de Berkelseweg in de referentiesituatie komt duidelijk naar voren. De gemiddelde verliestijd per voertuig en de totale verliestijd is fors: het relatief lage aantal voertuigen heeft een hoge gemiddelde verliestijd waardoor de totale verliestijd ook hoog is, met de avondspits als piek.

Tabel 1: Verliestijden per richting voor ochtend- en avondspits (gemiddeld per voertuig en totaal)

richting		1	2	3	4
Gemiddelde verliestijd per voertuig (s)	os	3,8	14,2	8,5	19,5
	as	6,7	37,8	10,7	109,1
Totale verliestijd (h)	os	2,4	5,3	4,8	3,0
	as	6,1	9,7	5,9	20,9



De opbouw van de wachtrij op de Berkelseweg ondersteunt deze bevindingen: op de piek is deze meer dan 250 meter. De wachtrij op de Noordeindseweg is maximaal 100 meter. De hoofdrichtingen (N470) hebben een nagenoeg ongehinderde verkeersafwikkeling. Het piekmoment in de opbouw van de wachtrij op de Berkelseweg in het tweede uur van de avondspitsperiode leidt tot een sterke toename van de verliestijden op de Berkelseweg. De piek ligt ruim boven de 300 seconden verliestijd (meer dan vier minuten). Op de Noordeindseweg is een maximale verliestijd van circa 120 seconden gemeten. De verkeersafwikkeling op de rotonde Berkelseweg stagneert vooral in de avondspits, waarbij het zwaartepunt in het tweede deel van de spitsperiode ligt. Het verkeersaanbod in deze periode is dusdanig hoog dat er op de Noordeindseweg en voornamelijk de Berkelseweg lange wachtrijen en grote verliestijden ontstaan (figuur 4). De verliestijden zijn groter dan wordt geaccepteerd (maximaal 2 minuten). De afwikkeling op de N470 verloopt goed.

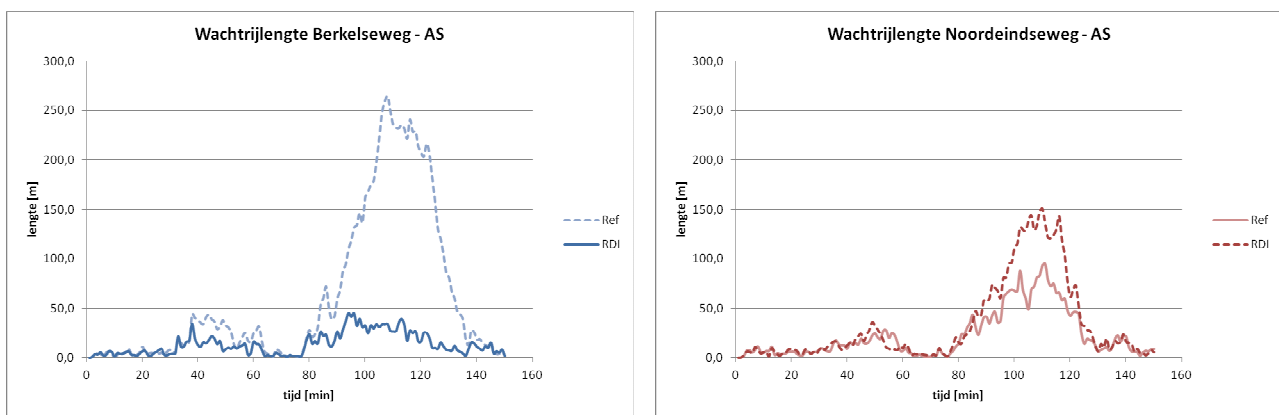


Figuur 4: Wachtrijlengte en vertragingstijden referentiesituatie

RDI

Op dezelfde wijze als bij de referentiesituatie is de verkeersafwikkeling bij de rotonde Berkelseweg gesimuleerd en zijn wachtrijlengten en verliestijden op de gedefinieerde trajecten gemeten. De focus bij de behandeling van de resultaten ligt in deze paragraaf bij de avondspits, omdat de problematiek hier groter is dan bij de ochtendspits.

De resultaten van de RDI laten zien, dat als gevolg van de ingrepen het verkeer op de Berkelseweg goed kan afwikkelen (figuur 4 links). Een neveneffect van het functioneren van de RDI is waarneembaar op de Noordeindseweg. Het verkeer vanaf de Berkelseweg is hoofdzakelijk georiënteerd op de A12. Dit verkeer gaat driekwart de rotonde rond en laat te beperkt hiaten vallen - er is immers sprake van een continue afwikkeling door de roodfase op de N470 - om het verkeer op de Noordeindseweg de gelegenheid te geven om in te voegen op de rotonde. Figuur 5 (rechts) laat zien dat het ingrijpen van de RDI leidt tot langere wachtrijen op de Noordeindseweg ten opzichte van de referentiesituatie.



Figuur 5: Wachtrijlengten Berkelseweg en Noordeindseweg met en zonder RDI

Naast de toename van de wachtrij ten opzichte van de referentiesituatie neemt de verliestijd op de Noordeindseweg toe. Deze komt tijdens de piek in de avondspits (tweede uur) gedurende een periode van ongeveer een kwartier boven de maximaal acceptabele waarde van 120 seconden uit. De maximale piek ligt op circa 180 seconden. De Berkelseweg kent als gevolg van de maatregel met de RDI nog een maximale piek in de verliestijd van net boven de 60 seconden. De hoofdrichtingen op de N470 blijven onder de waarde van 30 seconden en voldoet daarmee aan de voorwaarden.

Conclusie RDI

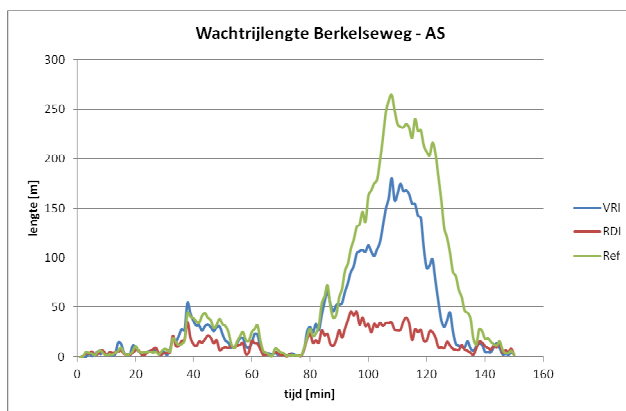
De inzet van de RDI als benuttingsmaatregel voor het bevorderen van de totale verkeersafwikkeling op de rotonde Berkelseweg sorteert een positief effect voor de verliestijd en wachtrijvorming op de Berkelseweg. De maximale wachtrijlengte neemt af met meer dan 200 meter naar 50 meter en de verliestijd bedraagt gemiddeld maximaal 60 seconden. Echter, er is sprake van een wisselwerking met de Noordeindseweg, die als gevolg van de ingreep van de RDI het verkeer slechter afwikkelt en niet voldoet aan de gestelde waarden. De RDI in zijn huidige vormgeving voldoet dus niet aan de gestelde eisen.

VRI Scheglaan als RDI

Op circa 700 meter van de rotonde ligt de kruising met VRI van de N470 met de Scheglaan. Een mogelijkheid die is onderzocht, is het inzetten van de VRI voor het creëren van hiaten in het peloton voertuigen dat richting de rotonde Berkelseweg rijdt. De VRI wordt op dezelfde wijze aangestuurd als de RDI. Dit betekent dat dezelfde parameters zijn gehanteerd voor het inschakelen van de VRI als RDI. Het is echter van belang om geen afbreuk te doen aan de functie van de VRI. Het plaatsen van een RDI bij de rotonde geeft de weggebruiker nog zicht op de afwikkeling van de rotonde, waardoor de reden voor het rode licht duidelijk wordt. De afstand van de VRI tot de rotonde is echter dusdanig groot dat de weggebruiker geen directe link legt tussen een roodfase en de afwikkeling op de rotonde. De weggebruiker kijkt bij de VRI naar de conflicterende richtingen. Wanneer de VRI rood geeft en geen conflicterend verkeer aanwezig is, dan komt het functioneren van de VRI voor de weggebruiker ter discussie te staan. Dit kan tot ongewenst en onveilig gedrag leiden (roodlichtnegatie). Om deze reden is er voor gekozen een roodlichtfase en het signaal vanuit de aansturing van de RDI te combineren en het rode licht voor de doorgaande richting te fixeren (verlengen van de roodtijd met enkele seconden). Hierdoor ontstaan (theoretisch) grotere hiaten op de N470 waardoor het verkeer op de Berkelseweg beter kan afwikkelen.

Conclusie VRI

De VRI Scheglaan laten functioneren als RDI heeft, zo laten de modelresultaten zien, een beperkt effect op de verkeersafwikkeling van de Berkelseweg en leidt daardoor niet tot voldoende winst. (figuur 6). Verder komt de verkeersafwikkeling op de Noordeindseweg als gevolg van de maatregel te veel onder druk te staan. Daarbij ondervindt het verkeer bij de VRI Scheglaan extra hinder van de fixatie van het roodlicht. Het geschetste beeld op de rotonde wordt daardoor meer positief weergegeven dan feitelijk het gevolg is van de maatregel. Enkel kijkend naar de Berkelseweg en Noordeindseweg, wordt gesteld dat de benuttingsmaatregel in de huidige vormgeving niet voldoet.



Figuur 6: Wachtrijlengte Berkelseweg uitgezet tegen de tijd (avondspits)

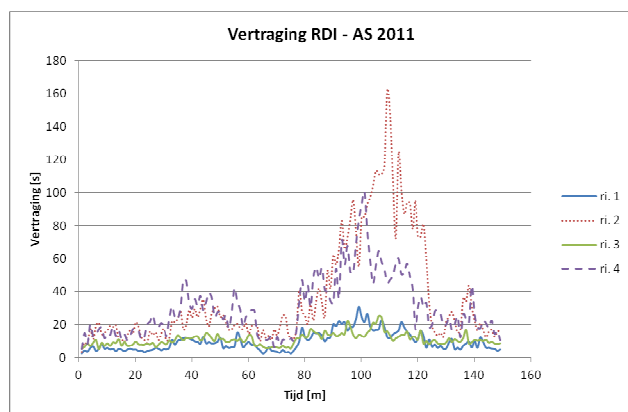
Optimalisatie van de RDI

De resultaten van de RDI als de VRI voldoen niet aan de gestelde criteria ten aanzien van de maximaal acceptabele gemiddelde verliestijden voor de zijrichtingen. Dit komt doordat het verbeteren van de verkeersafwikkeling op de Berkelseweg leidt tot een verminderde afwikkeling op de Noordeindseweg. De invloed op de hoofdstromen is relatief beperkt. De inzet van een RDI (op locatie of i.c.m. VRI Scheglaan) kan succesvol zijn wanneer een goede afstemming plaats vindt tussen de afwikkeling van verkeer op de Berkelseweg en de Noordeindseweg.

Een optimalisatie van de RDI biedt hierin de grootste kansen. Uit de modelanalyses blijkt dat weliswaar de Noordeindseweg een sterke toename kent van de verliestijden, echter de Berkelseweg zit ver onder de acceptabele waarde van 2 minuten. Kortom, door het verkeer op de Berkelseweg kortere hiaten te geven, kan het verkeer op de Noordeindseweg hiervan profiteren. Bij de VRI lijkt deze optimalisatie niet mogelijk, omdat de Berkelseweg in de piek al een verliestijd van 2 minuten kent en de Noordeindseweg een verliestijd van circa 3 minuten heeft; er is dus geen regelruimte voor het ‘herverdelen’ van de verliestijden. De VRI heeft door de afstand tot de rotonde een indirecter effect op de verkeersafwikkeling. Dit vanwege het dicht-rijden van de hiaten door het autoverkeer. Bovendien is de VRI afhankelijk van aanmeldingen op conflicterende signaalgroepen en is daarmee geen direct sturingsinstrument voor de rotonde.

Het verkennen van de optimalisatie is gedaan door enkele vingeroefeningen in de aansturing van de RDI door te voeren: de maximale roodtijd van verkeer op de N470 is met 10 seconden teruggebracht en de garantiegroentijd met 10 seconden verlengd. Op deze wijze wordt voorkomen dat RDI korter maar wel vaker ingrijpt (en dus een onrustiger verkeersbeeld ontstaat).

De resultaten van deze verkenning zijn positief. Als gevolg van de meer beperkte ingreep in de verkeersafwikkeling, neemt (logischerwijs) de verliestijd en wachtrijlengte op de Berkelseweg toe, maar daar staat de afname van verliestijd en wachtrijlengte op de Noordeindseweg tegenover. Voor de afwikkeling van verkeer op de N470 geldt dat deze aan de gestelde eisen blijft voldoen. Door de optimalisatie zakt de gemiddelde verliestijd voor de Noordeindseweg grotendeels onder de twee minuten met een kleine piek richting drie minuten. De verliestijden op de Berkelseweg blijven onder de twee minuten. Er is daardoor nog regelruimte aanwezig voor een verdere optimalisatie, waardoor alle richtingen aan de eisen kunnen gaan voldoen. De verliestijden op de N470 (richting A13) blijven onder de 30 seconden, richting 1, de N470 richting de A13, kruipt wel richting deze grens (figuur 7).



Figuur 7: Vertragingen per richting na optimalisatie uitgezet tegen de tijd (avondspits)

4. Conclusie

De resultaten van de verschillende scenario's staan in de onderstaande tabellen (gemiddelde verliestijd en totale verliestijd) opgenomen. Dit laat zien dat het inzetten van de RDI en VRI voor het doseren van het verkeer leidt tot een toename van de gemiddelde verliestijden op de N470. De procentueel grote toename kan worden verklaard doordat in de huidige situatie deze verkeersstromen dusdanig dominant zijn dat bijna sprake is van ongehinderde doorstroming (bij lage getallen leidt een geringe toename tot procentueel grote verschuivingen). De toename van de totale verliestijd op de N470 wordt verklaard doordat het absolute aantal voertuigen groot is (kleine toename verliestijd x groot aantal voertuigen = toename totale verliestijd).

Daarnaast wordt in de tabellen duidelijk dat zowel de RDI als de VRI zorgen voor een betere afwikkeling op de Berkelseweg (absolute en relatief grote afname verliestijden, zowel gemiddeld als totaal). Ook het effect op de Noordeindseweg is goed zichtbaar. Voor alle richtingen geldt dat de (grote) effecten hoofdzakelijk in de avondspits optreden.

Gelet op de totale verliestijden bij de rotonde lijkt de fixatie van de VRI Scheglaan een positiever effect te hebben op de totale verkeersafwikkeling dan de RDI. Dit beeld is enigszins vertekend doordat de extra verliestijd ter hoogte van de VRI Scheglaan niet in de berekeningen zijn opgenomen.

Tabel 2: Verliestijden per richting voor ochtend- en avondspits (gemiddeld per voertuig en totaal)

Gemiddelde verliestijd [s]	ri 1	ri 2	ri 3	ri 4
Ref OS	3,8	14,2	8,5	19,5
Ref AS	6,7	37,8	10,7	109,1
RDI OS	4,6 21%	16,0 13%	9,0 6%	17,1 -12%
RDI AS	10,5 57%	51,7 37%	11,8 10%	32,1 -71%
Fixatie VRI OS	3,9 3%	16,1 13%	8,9 5%	19,5 0%
Fixatie VRI AS	7,9 18%	43,8 16%	11,7 9%	10,5 -90%

Totale verliestijd [h]	ri 1	ri 2	ri 3	ri 4	som
Ref OS	2,44	5,32	4,82	2,96	15,55
Ref AS	6,09	9,73	5,9	20,89	42,61
RDI OS	2,97 22%	5,98 12%	5,13 6%	2,6 -12%	16,68
RDI AS	9,33 53%	13,33 37%	6,52 11%	6,13 -71%	35,31
Fixatie VRI OS	2,47 1%	6,04 14%	5,05 5%	2,95 -0,3%	16,51
Fixatie VRI AS	6,79 11%	12,34 27%	6,57 11%	9,41 -55%	35,11

Op basis van het uitgevoerde onderzoek kan worden geconcludeerd dat de RDI leidt tot een verbeterde verkeersafwikkeling van het verkeer op de Berkelseweg. De afwikkeling van verkeer op de N470 ondervindt uiteraard hinder van de ingreep van de RDI, maar de gemiddelde verliestijd per voertuig blijft onder de dertig seconden. Het grootste effect van de ingreep wordt waargenomen op de Noordeindseweg, waar de wachtrijlengten en verliestijden toenemen tot boven de acceptabele waarde van twee minuten. Door optimalisatie is het naar verwachting mogelijk de benuttingsmaatregel effectiever in te zetten en naar verwachting alle richtingen aan de gestelde criteria te laten voldoen.

Belangrijke vraag is hoe de weggebruiker op de maatregel gaat reageren, omdat een RDI (nog) nergens op deze wijze wordt toegepast.

Aandachtspunten zijn bij de toepassing van een RDI zijn:

- roodlichtnegatie en eventuele handhaving (vergelijk een TDI);
- onverwacht handelen bij ‘plotseling’ roodlicht (men verwacht geen verkeerslicht bij een rotonde) met kop-staartaanrijdingen tot gevolg;
- bij het doven van roodlicht bestaat het risico dat men de verwachting heeft dat men de rotonde vrij kan oprijden (men dient echter nog steeds voorrang te verlenen aan verkeer op de rotonde).