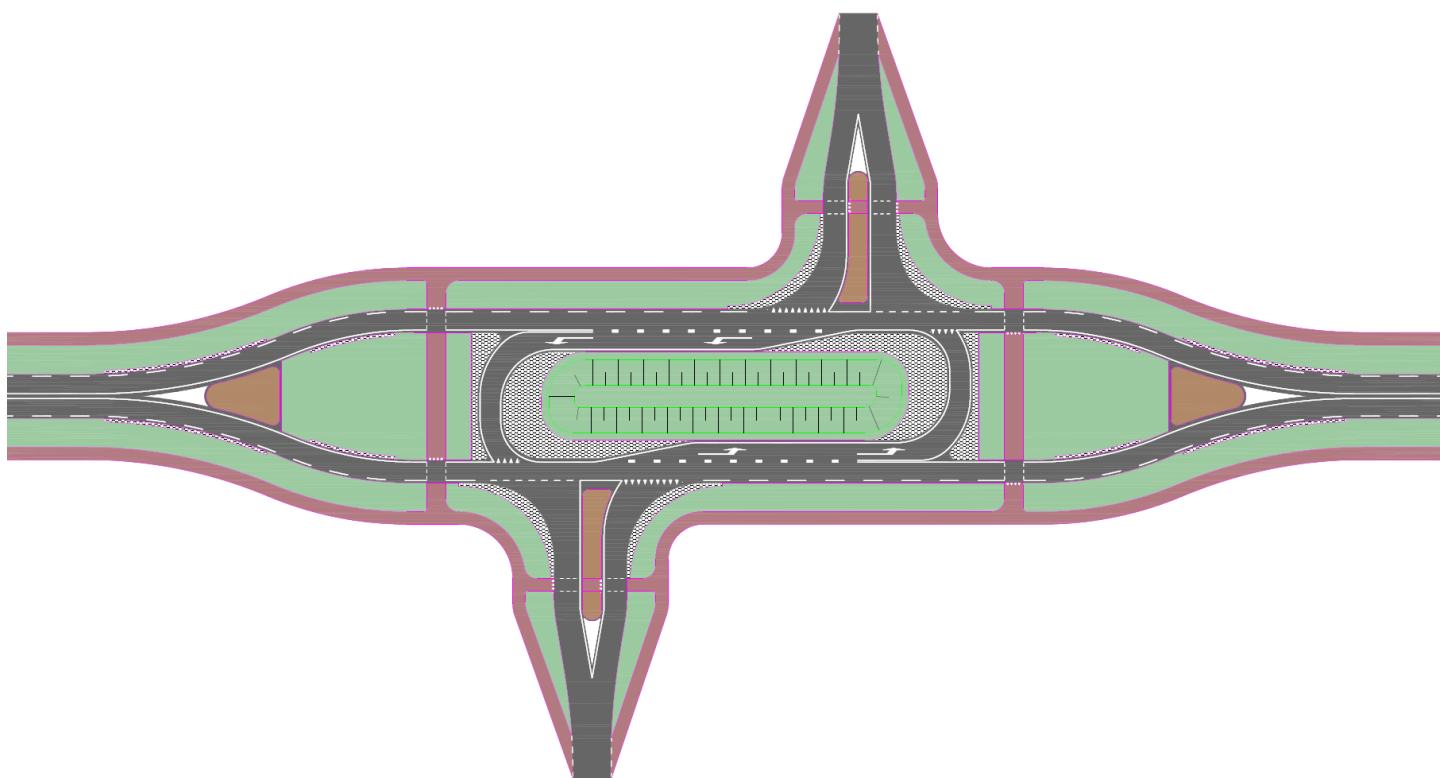




Bijlagenboek

Vorrangspleinen buiten de bebouwde kom

Onderzoek naar de effecten op verkeersveiligheid en doorstroming

Windesheim 

Auteurs:

Justin Reimink & Martin Wiersum

Datum:

31 mei 2018

Voorrangspelen buiten de bebouwde kom



Onderzoek naar de effecten op verkeersveiligheid en doorstroming

Bezoekadres

Dorpsstraat 20
7683 BJ Den Ham

Postadres

Postbus 12
7683 ZG Den Ham

T +31 (0) 546 67 88 88

F +31 (0) 546 67 28 25

E info@roelofsgroep.nl

Tevens vestigingen in

Sneek
Spijkenisse
Stadskanaal
Steenwijk
Veenendaal

Auteurs

Naam:	J. (Justin) Reimink	M. (Martin) Wiersum
LinkedIn:	Justin Reimink	Martin Wiersum

Onderwijsinstelling

Begeleider:	drs. ing. E.M. (Erwin) Bezembinder	e.bezembinder@windesheim.nl
2 ^e beoordelaar:	drs. ing. H. (Hugo) Kampen	h.kampen@windesheim.nl
Onderwijsinstelling:	Hogeschool Windesheim	

Afstudeerbedrijf

Bedrijfsbegeleider:	ing. C.T. (Tim) Adema
Emailadres:	t.adema@roelofsgroep.nl
Functie:	Hoofd kenniscluster en senior-adviseur Verkeer en Vervoer

Projectgegevens

Naam:	Voorrangspelen buiten de bebouwde kom
Status:	Definitief
Datum:	31 mei 2018

Deze publicatie valt onder een Creative Commons Naamsvermelding 4.0 – niet commercieel – Internationaal-licentie. Dit betekent dat de kennis uit deze publicatie hergebruikt mag worden als basis voor de ontwikkeling van nieuwe kennis mits de naam van de auteur(s) hierbij vermeld wordt en dit voor niet-commerciële doeleinden gebeurt. Bij twijfel, of commercieel hergebruik, kunt u contact opnemen met de auteur(s).

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	III
1 Observatieonderzoek	1
2 Interviews	3
2.1 Interviewverslag Wouter Moerland.....	4
2.2 Interviewverslag Rijkswaterstaat (interviewsessie)	7
2.3 Interviewverslag gemeente Ommen – Hardenberg	11
2.4 Interviewverslag gemeente Steenwijkerland	13
2.5 Interviewverslag provincie Friesland	15
2.6 Interviewverslag Jeroen Hendriks	18
2.7 Interviewverslag Arjan Peet	23
2.8 Interviewverslag Mark Jan Olijve	26
2.9 Interviewverslag Kim Ruijs	31
2.10 Interviewverslag Henk Tromp	34
2.11 Interviewverslag Atze Dijkstra	36
3 Ontwerpproces.....	41
3.1 Algemene ontwerpelementen	41
3.2 Linksaf opstelstrook: maatvoering	46
3.3 De uitbuiging: theoretisch en praktisch benaderd	47
3.4 Inrichtingselementen	51
3.5 Aandachtspunten.....	53
3.6 Rijcurven.....	55
3.7 Opbouw simulatie.....	59
4 Resultaten	61
4.1 Capaciteitsgrenzen	61
4.2 Gemiddelde verliestijden	64
4.3 Gemiddelde wachtrijslengte	65

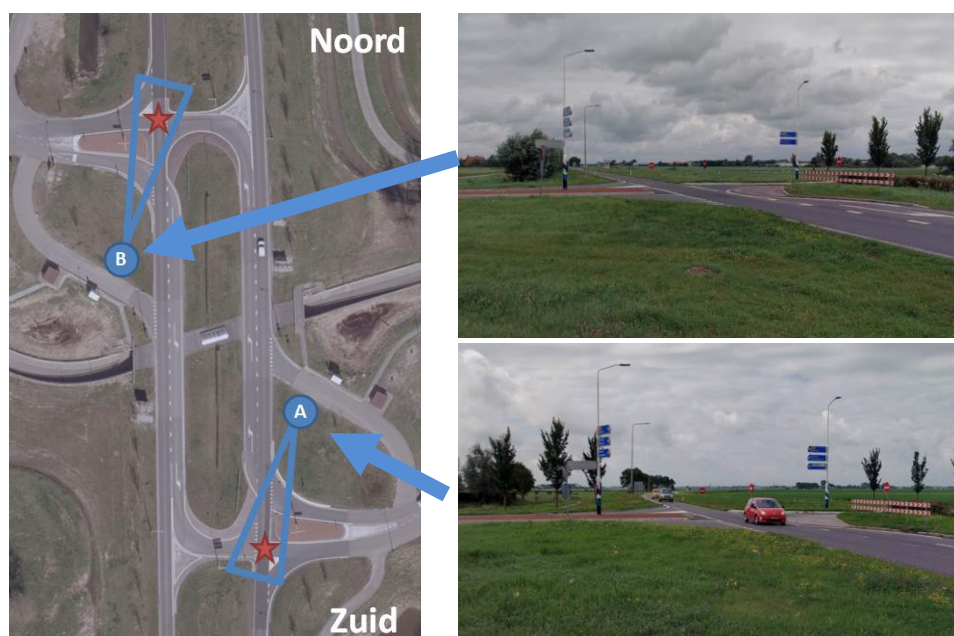
1 Observatieonderzoek

Het observatieonderzoek, op de locatie van het voorrangsplein te Wommels, wordt voornamelijk uitgevoerd om te dienen als input voor het scherpstellen van de uitgangspunten. Als tijdens de observatie blijkt dat bepaalde (bijzondere) waarnemingen te herleiden zijn tot specifieke inrichtingselementen worden deze ook meegenomen in de beantwoording van deelvraag 2. De uitwerking van deze onderzoeksmethode is opgesteld met behulp van het handboek verkeersonderzoek.

In het onderzoek van Inspec B.V. wordt vermeld dat er bij het voorrangsplein Wommels tijdens rustige (donkere) momenten sprake is van spookrijden als gevolg van de ombouw van de bajonetaansluiting. Deze constatering is gedaan op basis van geluiden en ervaringen uit de omgeving (Inspec Nederland BV, 2017). Met behulp van het observatieonderzoek wordt getracht de mate en ernst van het spookrijden vast te stellen. Aangezien er nog geen evaluatie heeft plaatsgevonden wordt ook de V85-snelheid op de doorgaande rijbaan gemeten. Met behulp van deze meting worden de effecten van de snelheidsremmende maatregelen geëvalueerd en vastgesteld wat de gereden snelheid ter hoogte van het eerste conflictpunt is. Daarnaast wordt tijdens de observatie gelet op opstelgedrag van motorvoertuigen en het optreden van (bijna)conflicten.

Snelheidsmeting

Het meten van de conflictsnelheden op het voorrangsplein Wommels wordt uitgevoerd in de week van 05-03 t/m 09-03 (2018). Deze periode valt buiten de vakantieperiode. Ook zijn de resultaten van een snelheidsmeting niet afhankelijk van een bepaalde dag. Dinsdag 06-03 geniet de voorkeur, de overige dagen worden gebruikt als reserveonderzoeksdagen. Bij langdurige natte en/of gladde weersomstandigheden wordt de onderzoeksdag verplaatst. De week van 12-03 t/m 16-03 geldt als reserveperiode. Figuur 1.1 weergeeft een overzicht van de locatie en de locatie van waarnemers.



Figuur 1.1 Overzicht locatie Wommels (Bron: CycloMedia)

De conflictsnelheid wordt gemeten via een puntwaarneming op zowel de noordelijke rijrichting als de zuidelijke rijrichting. Deze locatie wordt aangegeven door de rode ster. De waarnemers staan gepositioneerd op locatie A en B en meten gelijktijdig de snelheden met behulp van twee geijkte laserguns. Een lasergun kent een hoge nauwkeurigheid van 90% en betreft een makkelijke en goedkope meetmethode (CROW, 2008). De afstand tussen waarnemers en de voertuigen betreft ongeveer 50 meter. Ook staan de waarnemers 10 á 15 meter van de rijbaan. Zodoende worden de waarnemingen van de meting zo min mogelijk beïnvloedt en blijft de veiligheid van de waarnemers gewaarborgd.

De gegevensverzameling geschiedt als volgt:

Tijdstip meetperiode: Spits, 07:00-09:00 en 16:00-18:00 / Dal, 09:00-11:00 en 14:00-16:00;

Voertuigcategorieën: Licht verkeer en vrachtverkeer (zwaar/middelzwaar);

Aantal waarnemingen: 50 per categorie;

Aantal waarnemers: 4*.

**Bij ziekte van- of onvoldoende waarnemers wordt er gebruik gemaakt van audio opnames en zijn slechts twee waarnemers benodigd. Het nadeel van deze wijze is de langere data verwerking en de mogelijkheid van ruis op de opnamen.*

Eén waarnemer hanteert de lasergun, de tweede waarnemer noteert de waarnemingen. De meetgegevens worden genoteerd op een tellijst. Bij ongeveer 50 waarnemingen per voertuigcategorie ontstaat een acceptabel beeld van de snelheden (CROW, 2008). Tijdens de aangegeven perioden wordt doorgemeten tot het eindigen van de periode. Naderhand wordt met behulp van een steekproefcalculator de betrouwbaarheid van de steekproeven bepaald. Met de verzamelde meetgegevens wordt de V85-snelheid en de gemiddelde snelheid per- richting, dal/spitsperiode en voertuigklasse bepaald.

Observatie (afwijkend) verkeersgedrag

Tijdens de meetperioden waarin de snelheden worden gemeten wordt het verkeersgedrag ook geobserveerd. Naast deze meetperioden wordt er ook geobserveerd tijdens de avondperiode (19:00-23:00). De tweede waarnemer noteert het afwijkend verkeersgedrag op een notitieblok. Hierbij wordt specifiek gelet op het opstelgedrag van verschillende voertuigen, of en de mate waarin er sprake is van spookrijden en het optreden van bijna conflicten. Een bijna conflict wordt als volgt gedefinieerd: een ontmoeting van twee verschillende verkeersdeelnemers welke niet leidt tot een conflict (ongeval) door het afremmen of uitwijken van één (of beide) verkeersdeelnemers. Bij het noteren wordt onderscheid gemaakt in: vervoerswijzen, soort conflict (dwars- en weefconflicten), tijdstip/dagdeel.



De snelheidsmetingen zijn niet meegenomen in het onderzoek, omdat het voorrangsp plein bij Wommels (FR) op een stroomweg ligt in plaats van een gebiedsontsluitingsweg. Tevens beschikt dit voorrangsp plein niet over een uitbuiging.

2 Interviews

Tijdens het onderzoek zijn de volgende personen geïnterviewd.

- ✱ PTV Group
 - Wouter Moerland (simulatiedeskundige)
- ✱ Interviewsessie kennisgroep wegontwerp Rijkswaterstaat Oost – Nederland
 - Paul Bontje (senior adviseur wegontwerp)
 - Chris Bannink (adviseur verkeer en vervoer)
 - Jeroen Canten (technisch adviseur)
 - Nan Eelman (systems engineer)
 - Linda Kwakkel (adviseur verkeersveiligheid)
 - Raymond Vermijs (senior adviseur verkeer en vervoer)
 - Wilbert Wentink (adviseur verkeersveiligheid)
- ✱ Gemeente Steenwijkerland
 - Kor Venhuizen (beleidsmedewerker verkeer en vervoer)
- ✱ Provincie Friesland
 - Hendrik Jellema (beleidsmedewerker verkeer en vervoer)
 - Niels Joustra (ontwerpleider)
- ✱ Gemeente Ommen – Hardenberg
 - Sandro Vlug (beleidsmedewerker verkeer en vervoer)
 - Gerrit Dorgelo (verkeerskundig adviseur)
- ✱ BonoTraffics
 - Jeroen Hendriks (verkeerskundig adviseur en wegontwerper)
- ✱ Advin
 - Arjan Peet (voormalig onderzoeker voorrangspolein bubeko en verkeerskundig adviseur)
- ✱ Roelofs
 - Mark Jan Olijve (voormalig onderzoeker voorrangspolein bibeko, verkeerskundig adviseur en wegontwerper)
- ✱ XTNT
 - Kim Ruijs (verkeerspsycholoog)
- ✱ MOVE Mobility
 - Henk Tromp (één van de grondleggers Langzaam rijden gaat sneller en bedenker voorrangspolein)
- ✱ SWOV
 - Atze Dijkstra (verkeersveiligheidsdeskundige)

2.1 Interviewverslag Wouter Moerland

Wouter Moerland is Expert verkeersmodellen bij PTV Group (Benelux). Hij houdt zich onder andere bezig met de technische customer support, technische ondersteuning bij sales bijeenkomsten en verzorgt trainingen in de verschillende softwarepakketten van PTV Group voor externe partijen. Wouter is niet alleen specialist in het werken met micro- en macrosimulatiemodellen maar bezit ook een verkeerskundige achtergrond. Wouter is bekend met het voorrangsplein als kruispuntvorm en begrijpt de verkeerskundige werking hiervan.

Gedrag

1. Een geforceerde invoegbeweging is afhankelijk van de hiaatacceptatie en de wachttijden, is het mogelijk vanaf een bepaalde wachttijd de hiaatacceptatie te verkleinen/aan te passen en eventueel per weggebruiker?

In de huidige instellingen van het programma zullen weggebruikers zich altijd volledig aan de regels houden, de hiaatacceptatie welke staat ingesteld zal altijd worden gehandhaafd door de weggebruikers.

Door het aanpassen van scripts is het mogelijk om tijdens de simulatie bij verstrijken van een bepaalde wachttijd, de hiaatacceptatie van weggebruikers te veranderen. Deze scripts worden uitgevoerd in de COM Interface (Component Object Module interface) van de software. Het gebruik van de COM Interface wordt in VISSIM toegepast wanneer een standaard functionaliteit onvoldoende kan voorzien in het simuleren van de gewenste acties. Om dit toe te passen is programmeerervaring echter wel vereist, het betreffen geen simpele handelingen.

2. Is het volgedrag van weggebruikers in te stellen?

Bij het oversteekpunt kan je een detector plaatsen, wanneer deze detector wordt benut door een weggebruiker kan je doormiddel van een script in de COM interface bepalen dat de daaropvolgende weggebruiker volgedrag zal vertonen.

Betrouwbaarheid

1. Welke parameters zijn in een kruispuntsituatie buiten de bebouwde kom het meest van belang en invloedrijk op het simulatiemodel en de uitkomsten hiervan?

-Volgafstand/hiaattijden (deze bepaalt de capaciteit van je rijstrook), het voertuigvolgedrag kan worden ingesteld in hiaatseconden, hierin kan worden gevarieerd in de spreiding. In het voertuigvolgmodel van VISSIM zijn twee verschillende methodieken om het voertuigvolgedrag te simuleren: Wiedemann 74 of Wiedemann 99. Wiedemann 99 biedt meer mogelijkheden in parameterinstellingen en in deze methodiek kunnen de hiaattijden worden ingevoerd in seconden met een daarbij gewenste spreiding. Dit laatste wordt door VISSIM zelf bepaald in de Wiedemann 74 methodiek. De Wiedemann 99 is in onze situatie meer geschikt om toe te passen. [Martin vult aan: "misschien kunnen we tijdens de observatie van het voorrangsplein in Wommels de hiaatafstanden en de spreiding hierin meten en toepassen op het VISSIM model."]

-conflictarea's, zie praktische vraag 3.

-voertuigkarakteristieken, acceleratie en deceleratie gegevens, deze zouden we wellicht kunnen verifiëren met literatuur.

2. Hoe dienen deze parameters te worden ingesteld om een simulatiemodel zo goed mogelijk overeen te laten komen met een werkelijke situatie van een voorrangsplein buiten de bebouwde kom?

Deze worden afgestemd op bevindingen uit literatuur, zie ook overige vragen voor meer informatie.

3. Hoeveel (acceptabele) runs moeten worden gesimuleerd per model om een betrouwbare output te krijgen (statisch)?

Minimaal 10 of 15 met verschillende random seeds (het maakt niet uit welke, als deze maar variëren). Dit is ook afhankelijk van de spreiding in je resultaten. Bij een hoge spreiding in de resultaten is het noodzakelijk om meerdere runs uit te voeren en hiermee de spreiding te verkleinen.

4. Zou je een uitspraak kunnen doen over deze betrouwbaarheid?

Nee, Wouter is wel bereid om samen met ons de VISSIM modellen te controleren en eventueel te verbeteren. Op deze wijze proberen we de hoogst haalbare betrouwbaarheid te creëren.

5. Hoe kunnen wij statistisch gezien uitspraken doen over de betrouwbaarheid van het aantal runs en de juiste parameter instellingen?

Dit kan door de gegenereerde data output te toetsen op bijvoorbeeld de mate van spreiding.

Meetbaarheid

1. Is het mogelijk om het aantal geforceerde invoegbewegingen te meten en hoe kan dit worden gemeten?

Zie gedrag vraag 1, wanneer er een script wordt geschreven en uitgevoerd, is het mogelijk om een teller mee te laten lopen. Daarnaast is het ook mogelijk om een uitspraak te doen over de geforceerde invoegbewegingen door de hiaattijden van de voertuigen te meten.

2. Is het mogelijk om verschillende hiaatacceptaties in stellen voor fietsers en gemotoriseerd verkeer?

Ja, per voertuigcategorie instelbaar.

3. Op welke manieren zou jij verkeersveiligheid meten in een VISSIM

Hiaattijden;

Het vastslaan van de hoofdrijbaan, komt dit voor en hoe vaak?;

Conflictsnelheid;

Geforceerde invoegbewegingen;

Toevoeging, zichtbaarheid en zichtlijnen (dit is beperkt mee te nemen in een VISSIM simulatie, dit kan worden ingesteld in de conflict area. Dit is echter bedoeld om ontnomen zicht door bijvoorbeeld gebouwen te simuleren.)

4. Op welke manieren zou jij doorstroming meten in een VISSIM

Niet expliciet gevraagd.

5. Kunnen we de V85 snelheid op een locatie door VISSIM laten meten en berekenen, is dit dan ook een waarheidsgetrouwe waarneming of is dit afhankelijk van wat de instellingen zijn van het model?

Het is mogelijk om de snelheid te meten met behulp van de meetlus. Wanneer voertuigen ongestoord door kunnen rijden dan zal de gemeten snelheid één op één overeenkomen met de ingestelde snelheid. Wanneer voertuigen moeten afremmen door vertraagde voertuigen voor hen zal de snelheid worden aangepast. Door het toepassen van reduced speed area's en tussen deze twee area's de wenssnelheid niet aan te passen (door een desired speed area) zullen de voertuigen in VISSIM daar rekening mee houden en hun snelheid verhogen of vertragen. Volgens deze werkwijze is er een goede uitspraak te doen over de V85.

6. Zijn de hiaattijden te meten en zo ja hoe?

Deze resultaten zijn uit VISSIM te halen, een ander adviesbureau heeft door middel van de hiaattijden tussen voertuigen een uitspraak gedaan over de verkeersveiligheid. Via evaluation en direct output is het mogelijk om deze data per voertuig, per tijdstap in een database te genereren.

Met behulp van nodes is het mogelijk om gebieden af te bakenen en per gebied data output te genereren.

7. Is het mogelijk om de wachttijden van verschillende voertuigen (apart) meten?

Ja dit is mogelijk, door middel van het toepassen van een reistijdmeting en het in de data output te laten tonen per voertuigklasse. (Net voor de haaientanden twee korte meetlussen na elkaar in het netwerk toevoegen.)

8. Is het mogelijk om de wachttijden van alle voertuigen in klassen onder te verdelen?

Zie vraag 7, met de juiste instellingen in de data output: 'direct output > Raw data > write to file', deze kunnen in Excel onder worden verdeeld in klassen.

9. Hoe kan de gemiddelde reistijd van alle voertuigen van punt 'A' naar punt 'B' worden gemeten?

Met een data collection point, zie andere antwoorden voor de instellingen om de juiste ruwe data te genereren.

10. Is het mogelijk om bij het overschrijden van een vooraf ingestelde maximale wachttijd de simulatie af te breken?

Wellicht kan dit met de COM interface, zie vraag 12.

11. Is het mogelijk om bij een bepaalde vooraf ingestelde lengte van wachtrij de simulatie af te breken?

Wellicht kan dit met de COM interface, zie vraag 12.

12. Wanneer vragen 10 en 11 niet mogelijk zijn, is het dan wel mogelijk om te meten in welke mate deze gebeurtenissen plaatsvinden?

Het is mogelijk om een hele korte detectielus in het simulatiemodel te plaatsen. Deze detectielus neemt de wachttijd waar. Wanneer deze detectielus 'erg lang' bezet is, is het waarneembaar wanneer het kruispunt oververzadigd raakt.

2.2 Interviewverslag Rijkswaterstaat (interviewsessie)

Uitgangspunten en ontwerpelementen

De kennisgroep wegontwerp van Rijkswaterstaat Oost-Nederland bestaat uit een diverse groep deskundigen. Deze deskundigen zijn werkzaam binnen verschillende afdelingen van Rijkswaterstaat. De volgende mensen woonden de interviewsessie bij:

Datum: 12 maart 2018

Geïnterviewden:	Functie:	Afdeling:
Paul Bontje	senior adviseur wegontwerp,	Programma's Projecten en Onderhoud;
Chris Bannink	adviseur verkeer en vervoer,	Verkenningen en Planuitwerking;
Jeroen Canten	technisch adviseur,	Programma's Projecten en Onderhoud;
Nan Eelman	systems engineer,	Programma's Projecten en Onderhoud;
Linda Kwakkel	adviseur verkeer(sveiligheid),	Verkenningen en Planuitwerking;
Raymond Vermijs	senior adviseur verkeer en vervoer,	Verkenningen en Planuitwerking;
Wilbert Wentink	adviseur verkeer(sveiligheid),	Verkenningen en Planuitwerking.

De meningen van deze deskundigen over het voorrangspein zijn vrijwel allemaal positief, een enkeling is licht negatief of geeft aan geen mening te bezitten. Tijdens de interviewsessie is niet sterk gebleken dat een negatieve of positieve attitude jegens voorrangspeinen de beantwoording van de vragen beïnvloedde. Allen zijn bekend met de werking van het voorrangspein.

Uitgangspunten

Wat zijn naast verkeersveiligheid en doorstroming belangrijke afwegingscriteria voor de keuze in een kruispuntvorm?

Naast verkeersveiligheid en doorstroming zijn leefbaarheid, ruimtelijke inpasbaarheid, beheers- en onderhoudsvriendelijkheid, investeringskosten en beheers- en onderhoudskosten belangrijke afwegingscriteria voor de keuze in een kruispuntvorm.

Achter verkeersveiligheid en doorstroming hangen een veelheid aan belangrijke aspecten, dit zijn onder andere: wachttijden en oversteekbaarheid, barrièrewerking (in relatie tot de oversteekbaarheid van een kruispunt), human factors enzovoorts.

Welke prioriteiten worden gesteld binnen het verkeer- en vervoersbeleid van Rijkswaterstaat Oost-Nederland? Heeft doorstroming de hoogste prioriteit of gaat verkeersveiligheid boven doorstroming? Wellicht heeft een ander thema nog een hogere prioriteit?

Tijdens het beantwoorden van deze vraag ontstond een discussie: is verkeersveiligheid een randvoorwaarde of een doel op zich? De verschillende antwoorden en standpunten zijn samen te vatten in onderstaande uitwerking.

De prioriteit binnen deze verkeerskundige thema's is zeer locatieafhankelijk en projectgebonden. Hier is niet te allen tijden een bepaalde prioriteit aan een thema te onderkennen, beide thema's kennen altijd een bepaald gelijkgesteld basisbelang. Verkeersveiligheid en doorstroming dienen te worden gezien als samenhangende thema's van het verkeerskundig systeem. Hierbij dient het bevorderen van één thema geen afbreuk te doen aan het andere thema.

De vormgeving van een voorrangspein buiten de bebouwde kom is met name afhankelijk van de ontwerp/conflictsnelheid en het maatgevend normvoertuig.

Wat is de gewenste conflictsnelheid bij een voorrangsp plein buiten de bebouwde kom, en waarom?

De gebiedsontsluitingswegen binnen het areaal van Rijkswaterstaat Oost-Nederland worden gekenmerkt door hun stroomfunctie. Deze Rijkswegen, zoals de N35 en N18, kennen een dominante hoofdstroom en lage intensiteiten op de aansluitende zijwegen. Om de doorstroming op de hoofdrichting te faciliteren wordt bij bijvoorbeeld een bajonetkruispunt of een voorrangskruispunt de maximumsnelheid van 80 km/u gehanteerd. Bij lage intensiteiten afslaand verkeer of overstekend fietsverkeer is deze snelheid nog acceptabel. Echter zijn deze kruispuntsituaties wellicht (te) verkeersonveilig. De spreiding in snelheid tussen het verkeer op de doorgaande richting en het oprijdende/afslaande (landbouw)verkeer levert verkeersonveilige situaties op. Ook wordt een hoge conflictsnelheid in combinatie met een hoge intensiteit overstekend fietsverkeer onwenselijk geacht. Omwille van deze redenen is een lagere conflictsnelheid van 50 of 60 km/u wellicht een meer gewenste snelheid. De conflictsnelheid van 30 km/u wordt gezien als ongeloofwaardige snelheid en geniet dus zeker niet de voorkeur.

Er blijkt geen eenduidige gewenste conflictsnelheid. Deze snelheid is niet alleen afhankelijk van het aandeel afslaand/oprijdend verkeer maar ook van de intensiteit overstekend fietsverkeer en de beschikbare ruimte per locatie. Tijdens het interview wordt duidelijk dat men geïnteresseerd is in de effecten, en dus het nut en de noodzaak, van verschillende conflictsnelheden. Meerdere ontwerpvarianten in conflictsnelheden bieden ontwerpen in een aantal verschillende niveaus van verkeersveiligheid en doorstroming.

Tot slot wordt gesteld dat de conflictsnelheid zoveel mogelijk overeen dient te komen met de heersende wettelijk maximumsnelheid. De eventuele snelheidsreductie dient plaats te vinden op het linksaf vak en niet op de doorgaande rijbaan net daarvoor.

Op welk maatgevend ontwerpvoertuig dient een voorrangsp plein buiten de bebouwde kom te worden ontworpen, en waarom?

Het ontwerp dient altijd aangepast te worden aan locatie specifieke eisen en dus te worden afgestemd op de voertuigen die gebruik maken van het kruispunt op een specifieke locatie. In de basis geldt dat de zijweg zal worden gebruikt door: een trekker-oplegger combinatie, landbouwvoertuig met aanhanger en een vrachtauto met aanhanger. Voor de hoofdrijbaan geldt dat, naast bovengenoemde voertuigen, Langere Zwaardere Vrachtautocombinaties (LZV's) ook gebruik maken van deze wegen.

Door gebruik te maken van een bajonetaansluiting is het mogelijk om het middeneiland minder breed te dimensioneren en toch voldoende opstelruimte te bieden aan lange voertuigen. Het bieden van voldoende opstelruimte voor lange voertuigen is strikt noodzakelijk bij de vormgeving van voorrangsp leinen. Het blokkeren van de doorgaande rijrichting wordt onder geen beding geaccepteerd.

Welke overige aandachtspunten zijn van belang (voor Rijkswaterstaat Oost-Nederland) bij de ontwikkeling van een voorrangsplein buiten de bebouwde kom?

Onderstaande aandachtspunten zijn van belang bij de ontwikkeling van een voorrangsplein buiten de bebouwde kom, het belang van deze aandachtspunten is mede afhankelijk van het gekozen snelheidsregime.

Aansluiting

De bajonetaansluiting is aan te raden zodat het middeneiland minder breed hoeft worden vormgegeven. Daarnaast kent deze aansluiting betere zichtlijnen op de conflictvlakken.

Attentieniveau

De weggebruiker dient te begrijpen dat deze een kruispuntsituatie nadert en dat hiermee een ander weggedrag van de weggebruiker verlangd wordt.

Bewegwijzering

De markering dient het ontwerp te accentueren. De bebording kan de herkenbaarheid van het voorrangsplein als kruispuntvorm vergroten.

Fietsers

- Om fietsers te dwingen de gewenste rijrichting te volgen dienen de aansluitbogen van de fietsinfrastructuur op een dwingende wijze gedimensioneerd te worden.
- Een tweerichtingenfietspad op de hoofdrichting is wellicht een goede oplossing om het spookrijden van fietsverkeer tegen te gaan. Een tweerichtingen oversteek op de zijweg is onwenselijk.
- Om gehaaste oversteekbewegingen van (brom)fietsverkeer te bemoeilijken is een snelheidsreducerende maatregel voor fietsers op de hoofdrichting gewenst.

Juridisch aspect

Het overstekend verkeer maakt kort gebruik van de hoofdrijbaan. Een verbod voor landbouwvoertuigen en/of brommobielen is dan niet juridisch kloppend. Daarnaast blijft het gebruik van (juiste) bebording in het algemeen een aandachtspunt.

Middeneiland

Er dient een middeneiland aanwezig te zijn om de weggebruiker te attenderen op een verandering in het wegbeeld en zodoende invloed uit te oefenen op de gereden snelheid.

Oversteek

Het oversteken van de doorgaande rijbaan vanaf het linksaf vak mag niet in één rechte lijn geschieden vanwege de beperkte zichtlijnen.

Spookrijden

- Houd rekening met het splitsingspunt tussen de toeleidende wegen, deze dient asymmetrisch te worden vormgegeven om het onderscheid in richtingen te benadrukken en het risico van spookrijden te ondervangen.
- Het verhogen van de druppel op de zijwegen kan spookrijden tegen gaan.
- Bij het toepassen van de bajonetaansluiting dient rekening te worden gehouden met het aandeel afslaande bewegingen.

Snelheidsreductie en uitbuiging

Het attentieniveau van weggebruikers dient bij een voorrangspolein bubeko vooraf te worden verhoogd. Dit houdt in dat de snelheidsreductie vooraf kenbaar wordt gemaakt bij de weggebruikers. De vormgeving van het voorrangspolein en de (eventueel aanwezige) uitbuigende boog dient automatisch het juiste verkeersgedrag te bewerkstelligen en mag niet te dwingend zijn. Ook mag de uitbuiging de aandacht en/of het zicht niet afleiden van de conflictpunten op het kruispunt.

Volgens de deskundigen van Rijkswaterstaat Oost-Nederland is een uitbuiging ongewenst, zij verwachten namelijk dat weggebruikers door een (scherpe) boog van de weg raken. Weggebruikers remmen af doordat zij een conflictsituatie zien en niet door de fysieke snelheidsremming.

De vormgeving van het voorrangspolein bubeko moet aansluiten bij het verwachtingspatroon van weggebruikers. Weggebruikers dienen eerst te worden geattendeerd op een snelheidsreductie door middel van bebording, vervolgens mag pas een boog worden toegepast. Deze boog moet passen bij de snelheid van het aanrijdende verkeer. Wanneer dit niet mogelijk is dient er op het toeleidende wegvak geen uitbuiging te worden gepositioneerd.

Verlichting

Het aanbrengen van voldoende verlichting is noodzakelijk. Zodoende blijft de zichtbaarheid van het kruispunt gedurende nachtelijke uren geborgd.

Zichtbaarheid

De weggebruiker dient kruisend verkeer te kunnen waarnemen, hierbij ligt de nadruk op de juiste zichtlijnen ter hoogte van conflictpunten.

2.3 Interviewverslag gemeente Ommen – Hardenberg

Uitgangspunten en ontwerpelementen

Geïnterviewden:	Sandro Vlug	Gerrit Dorgelo
Functie:	Beleidsmedewerker verkeer	Adviseur verkeer
Datum:	13 maart 2018	

Beide heren hebben een verkeerskundige achtergrond en zijn bekend met het voorrangsplein.

Uitgangspunten

1. Wat zijn naast verkeersveiligheid en doorstroming belangrijke afwegingscriteria voor de keuze in een kruispuntvorm?

Bijkomende belangrijke afwegingscriteria voor de keuze in een kruispuntvorm zijn inpasbaarheid, draagvlak vanuit de samenleving en de kosten van aanleg en onderhoud.

Het is niet alleen belangrijk dat een kruispunt ruimtelijk inpasbaar is, maar het kruispunt moet ook passen binnen de omgeving. Zo kan een voorrangsplein wellicht interessant zijn voor een dorpsentree of een entree van een bedrijventerrein. Aangezien het voorrangsplein een relatief nieuwe kruispuntvorm is, is het essentieel om draagvlak bij de samenleving te creëren. Dit kan onder andere gedaan worden door omwonenden en belanghebbenden te laten meedenken over herin te richten situaties. Door op deze manier invulling te geven aan participatie kunnen niet alleen de voor- en nadelen van een bepaald type kruispuntvorm worden besproken, maar kan ook de begrijpelijkheid en draagvlak van een ontwerp vergroot worden. Sandro geeft aan dat wanneer een voorrangsplein buiten de bebouwde kom steeds vaker wordt toegepast, het draagvlak vanuit de samenleving en de begrijpbaarheid vanzelf toenemen. Eveneens een belangrijk punt zijn de kosten van aanleg en onderhoud. Zo liggen de onderhoudskosten van een verkeersregelininstallatie hoger dan dat van een rotonde. Hier wordt tijdens de afweging van een kruispuntvorm al rekening mee gehouden.

2. Welke prioriteiten worden gesteld binnen het verkeer- en vervoersbeleid van gemeente Hardenberg? Heeft doorstroming de hoogste prioriteit of gaat verkeersveiligheid boven doorstroming? Wellicht heeft een ander thema nog een hogere prioriteit?

Gemeente Hardenberg heeft in principe geen verkeer- en vervoersbeleid. De slogan van de gemeente is 'gewoon doen'. Door het niet hebben van een verkeer- en vervoersbeleid heeft de gemeente de vrijheid om maatregelen te nemen en te realiseren.

Binnen de gemeente is logistiek erg belangrijk. Dit komt met name, omdat de gemeente behoorlijk wat transportbedrijven en bedrijventerreinen kent die goed bereikbaar moeten zijn. De gemeente is erg gericht op de doorstroming van het gemotoriseerd verkeer en deze gaat in veel gevallen boven de doorstroming van het fietsverkeer.

De gemeente besteedt veel aandacht aan verkeersveiligheid door middel van educatie op basis- en voortgezet onderwijs. Op deze manier leren kinderen op een jonge leeftijd en spelenderwijs de gevaren inzien van bijvoorbeeld een landbouwvoertuig. Ook de dodehoek van een vrachtwagen wordt op deze manier bij kinderen duidelijk gemaakt.

Wanneer de gemeente bij een kruispuntafweging moet kiezen tussen een rotonde of een voorrangsplein, zal het zomaar eens kunnen zijn dat het voorrangsplein de voorkeur geniet, omdat de doorstroming op de hoofdrichting hoger ligt. Hier wordt dan in mindere mate gekeken naar de verkeersveiligheid, maar meer naar de voordelen op het gebied van doorstroming.

3. Wat is de gewenste conflictsnelheid bij een voorrangsplein buiten de bebouwde kom, en waarom?

Volgens beide heren is 80 km/u een te hoge conflictsnelheid en moet het voorrangsplein buiten de bebouwde kom op een lagere ontwerpsnelheid gedimensioneerd worden. Om het effect op de doorstroming te behouden is een conflictsnelheid lager dan 50 km/u niet gewenst. Sandro en Gerrit geven aan dat verlaging van de snelheid door middel van de inrichting van de weg afgedwongen moet worden. Uiteraard hoort hier ook bebording bij, maar alleen bebording is niet genoeg.

4. Wat zijn belangrijke aandachtspunten bij deze (verschillende) conflictsnelheid/conflictsnelheden?

Een voorrangsplein moet in de nachtelijke uren ook veilig en herkenbaar zijn. Aandachtspunten hierbij kunnen zijn de geleiding van de boogstralen door middel van ledverlichting, markering en het belemmeren van het zicht op het middeneiland.

5. Op welk maatgevend ontwerpvoertuig dient een voorrangsplein buiten de bebouwde kom te worden ontworpen, en waarom?

Het voorrangsplein dient ten minste ontworpen te worden op een trekker-oplegger combinatie. Hierbij moet het voorrangsplein ook berijdbaar zijn voor langere en zwaardere vrachtautocombinaties op de hoofdrichting. Per situatie moet worden gekeken naar de hoeveelheid vracht- en landbouwverkeer. Dit kan van invloed zijn op de gewenste afmetingen van het voorrangsplein.

6. Welke overige aandachtspunten zijn van belang (voor gemeente Hardenberg) bij de ontwikkeling van een voorrangsplein buiten de bebouwde kom?

Fietsers

Sandro en Gerrit geven aan dat het onwenselijk is om het fietspad in het midden van het voorrangsplein te positioneren. Volgens hen dient de fietsinfrastructuur aan de buitenzijde van het voorrangsplein te worden gerealiseerd. Weliswaar moet de fietser altijd in twee fasen kunnen oversteken.

Markering

De markering is belangrijk voor de geleiding van de uitbuiging.

Middeneiland

Door het verhogen van het middeneiland worden het doorzicht onderbroken. Door op deze manier het zicht te beperken gaat de snelheid van de weggebruiker omlaag en wordt het attentieniveau verhoogd.

Snelheidsreductie en uitbuiging

De snelheid moet volgens Sandro en Gerrit worden afgedwongen worden door middel van een fysieke uitbuiging. De uitbuiging moet zowel aan de voor- als achterkant van het voorrangsplein plaatsvinden, zodat de snelheid niet vroegtijdig weer omhoog gaat.

2.4 Interviewverslag gemeente Steenwijkerland

Uitgangspunten en ontwerpelementen

Naam: Kor Venhuizen
Functie: Verkeerskundige gemeente Steenwijkerland
Datum: 15 maart 2018

Kor is bekend met het voorrangsplein als kruispuntvorm en begrijpt de verkeerskundige werking hiervan.

Uitgangspunten

1. Wat zijn naast verkeersveiligheid en doorstroming belangrijke afwegingscriteria voor de keuze in een kruispuntvorm?

Kor geeft aan dat de oversteekbaarheid voor het langzame verkeer een belangrijk afwegingscriterium is. Het is niet de bedoeling dat de oversteekbaarheid een extra barrière vormt voor het langzame verkeer. Ook de hoeveelheid vrachtverkeer wordt gezien als een belangrijk criterium, omdat bepaalde kruispuntvormen minder gewenst zijn bij een hoog aanbod vrachtverkeer. Kor ziet het voorrangsplein als interessante kruispuntoplossing om de doorgaande richting te stimuleren.

2. Welke prioriteiten worden gesteld binnen het verkeer- en vervoersbeleid van gemeente Steenwijkerland? Heeft doorstroming de hoogste prioriteit of gaat verkeersveiligheid boven doorstroming? Wellicht heeft een ander thema nog een hogere prioriteit?

Binnen de gemeente Steenwijkerland is doorstroming vaak niet het grootste probleem. Om deze reden gaat een verkeersveilige oplossing boven een oplossing met meer doorstroming. Niet alleen moet rekening worden gehouden met de oversteekbaarheid voor langzaam verkeer, ook moet worden gekeken naar de oversteekbaarheid voor landbouwverkeer.

3. Wat is de gewenste conflictsnelheid bij een voorrangsplein buiten de bebouwde kom, en waarom?

Kor vindt het belangrijk dat de snelheid op de hoofdrichting wordt gereduceerd naar 50 of 60 km/u. Op deze manier ontstaat niet alleen ruimte voor het verkeer van de zijrichtingen om in te voegen, maar de afloop van een eventueel ongeval is ook minder ernstig. De wens voor een lagere snelheid op de hoofdrichting neemt toe naarmate de intensiteiten op de zijrichtingen toenemen.

4. Wat zijn belangrijke aandachtspunten bij deze (verschillende) conflictsnelheid/conflictsnelheden?

Om de gewenste conflictsnelheid af te dwingen is een fysieke uitbuiging noodzakelijk. Zowel de uitbuiging voor als na het voorrangsplein is wenselijk, omdat hierdoor de snelheid niet vroegtijdig weer omhoog gaat. Ook komt op deze manier de herkenbaarheid van het voorrangsplein beter overeen met bebouwd situaties.

5. Op welk maatgevend ontwerpvoertuig dient een voorrangsplein buiten de bebouwde kom te worden ontworpen, en waarom?

Het voorrangsplein moet minimaal gedimensioneerd worden op een trekker-oplegger combinatie. Eveneens moet rekening worden gehouden met langere combinaties. Deze mogen immers nooit de doorgaande rijrichting blokkeren. Het middeneiland moet genoeg ruimte bieden om het maatgevende ontwerpvoertuig te laten oversteken in twee fasen.

6. Welke overige aandachtspunten zijn van belang (voor gemeente Steenwijkerland) bij de ontwikkeling van een voorrangsplein buiten de bebouwde kom?

Aansluiting

De rechtse bajonetaansluiting heeft als voordeel dat het oversteken van de doorgaande rijbaan vanaf het linksaf vak in één rechte lijn kan. Op deze manier is de conflicttijd zo kort mogelijk. Bij een haakse aansluiting van de zijrichtingen is dit niet het geval. Hierbij moet het verkeer eerst met de hoofdrichting meerijden alvorens rechtsaf te kunnen slaan. Dit verlengt de conflicttijd.

Fietsers

Fietsers moeten bij een gelijkvloerse kruising te alle tijden het voorrangsplein in twee fasen kunnen oversteken. Ook is het gewenst om de fietsoversteek zo dicht mogelijk aan de buitenzijde van het voorrangsplein te realiseren, omdat weggebruikers het op dit punt verwachten.

Juridisch aspect

Het juridisch aspect bij het gebruik van bebording is een aandachtspunt. Ook is van belang om de hoeveelheid bebording te beperken.

Middeneiland

Het zicht op de conflictpunten mag niet belemmerd worden, omdat dit ten koste gaat van de verkeersveiligheid. Het doorzicht mag onderbroken worden door middel van een verhoging van het middeneiland. Op deze manier wordt het attentieniveau van de weggebruiker verhoogd.

Rabatstroken

Rabatstroken kunnen ervoor zorgen dat de inrichting van de weg smaller lijkt, maar het voorrangsplein nog wel berijdbaar is voor vrachtverkeer.

Spookrijden

De vormgeving van de aansluitingen moeten dusdanig worden ingericht dat spookrijden voorkomen wordt.

2.5 Interviewverslag provincie Friesland

Uitgangspunten, ontwerpelementen en ervaringen

Het interview is bijgewoond door twee deskundigen van de provincie Friesland, te weten:

Hendrik Jellema:	Verkeerskundige/beleidsmedewerker;
Niels Joustra:	Projectleider infrastructuur en verkeer.
Datum:	15 maart 2018

Uitgangspunten

Wat zijn naast verkeersveiligheid en doorstroming belangrijke afwegingscriteria voor de keuze in een kruispuntvorm?

Andere belangrijke afwegingscriteria zijn: de categorisering van wegen/functie van de weg, uniformiteit van kruispuntvormen op een tracé, belang van de verschillende kruispuntstromen, ruimtelijke inpasbaarheid, kosten, de aanwezigheid van kabels en leidingen en de aanwezigheid van bruggen en tunnels in de omgeving.

Welke prioriteiten worden gesteld binnen het verkeer- en vervoersbeleid van de provincie Friesland? Heeft doorstroming de hoogste prioriteit of gaat verkeersveiligheid boven doorstroming? Wellicht heeft een ander thema nog een hogere prioriteit?

De prioritering in bovengenoemde thema's is altijd afhankelijk van het project of de specifieke locatie. Wel kent verkeersveiligheid een hogere prioriteit in het provinciaal verkeer- en vervoersbeleid. Dit komt vaak tot uiting in de meeste projecten.

De vormgeving van een voorrangsp plein buiten de bebouwde kom is met name afhankelijk van de ontwerp/conflictsnelheid en het maatgevend normvoertuig.

Wat is de gewenste conflictsnelheid bij een voorrangsp plein buiten de bebouwde kom, en waarom?

Om een bijdrage te leveren aan de verkeersveiligheid van voorrangsp leinen buiten de bebouwde kom is snelheidsreductie noodzakelijk. Dit heeft met name te maken met een verhoogde kans op dodelijk letsel bij flankongevallen met een hoge snelheid. De snelheidsreductie dient fysiek afgedwongen te worden, dit hoeft echter niet per sé te gebeuren door middel van een uitbuiging. De gewenste conflictsnelheid bij een voorrangsp plein buiten de bebouwde kom is 50 of 60 km/u. De snelheid van 50 km/u is wel veiliger dan een snelheid van bijvoorbeeld 60 km/u, maar deze snelheid dient wel afgedwongen te worden. Als het niet mogelijk is om deze snelheid af te dwingen is een rotonde een betere oplossing.

Op welk maatgevend ontwerpvoertuig dient een voorrangsp plein buiten de bebouwde kom te worden ontworpen, en waarom?

Het ontwerp moet getoetst worden op de verschillende soorten lange voertuigen en niet op het langste ontwerpvoertuig. De verschillende soorten voertuigen hebben namelijk andere sleeplijnen. Een landbouwvoertuig met aanhanger is vaak het maatgevend ontwerpvoertuig bij de ontwerpen van de provincie Friesland. Vaak is het zo dat wanneer dit ontwerpvoertuig het kruispunt kan berijden, dat ook geldt voor andere lange voertuigen.

Welke overige aandachtspunten zijn van belang voor de provincie Friesland bij de ontwikkeling van een voorrangsp plein buiten de bebouwde kom?

Aansluiting

- De bajonetaansluiting geniet de voorkeur. Zodoende ontstaat er meer ruimte voor het linksafvak en kan het middeneiland minder breed worden vormgegeven. Een nadeel van de bajonetaansluiting is dat deze aansluiting meer ruimte in beslag neemt.
- Er ontstaat een onduidelijke voorrangssituatie bij de rechtse bajonetaansluiting. Dit dient in een optimale vormgeving voorkomen te worden.

Fietsers

- De fietsvoorzieningen dienen om het voorrangsp plein heen te worden gerealiseerd, een fietsvoorziening over het midden van een voorrangsp plein is ten strengste af te raden in verband met de zichtlijnen/dode hoeken.
- De fietsoversteek moet net na de snelheidsreducerende maatregelen worden geplaatst, hier is namelijk de conflictsnelheid het laagst.
- Fietsers zullen altijd kiezen voor de kortste route, afhankelijk van de inrichting van de fietsinfrastructuur is het mogelijk dat fietsers zullen gaan spookrijden. Het spookrijden door fietsers is niet gewenst, maar ook niet onaanvaardbaar en niet altijd te voorkomen. Om spookrijden door fietsers te voorkomen dient de fietsinfrastructuur zo direct mogelijk te worden toegepast.
- Een tweerichtingenfietspad aan weerszijden van het voorrangsp plein biedt fietsers een zo direct mogelijke route. Echter stijgt hiermee de kans op afdekongevallen.

Rechtsafvak

Een rechtsafvak op een voorrangsp plein is ten strengste af te raden, dit werkt namelijk afdekongevallen in de hand.

Uitbuiging

De keuze in de uitbuigingsvormen is afhankelijk van het te bereiken doel, het bieden van een goede doorstroming of het bieden van een goede verkeersveiligheid. Om te voorzien in een verbeterde doorstroming voor het gemotoriseerd verkeer kan ervoor worden gekozen om geen uitbuiging te laten plaatsvinden na het voorrangsp plein. Bij een gelijkvloerse kruising met het fietsverkeer is een uitbuiging na het voorrangsp plein wel wenselijk. Hierdoor blijft de conflictsnelheid op het tweede conflictpunt acceptabel.

Ervaringen met het voorrangsplein Wommels

Het voorrangsplein is naar voren gekomen als snelle en goedkope maatregel om het bajonetkruispunt Wommels verkeersveiliger te maken. Deze maatregel was noodzakelijk aangezien in anderhalf jaar tijd 3 verkeersdoden waren te betreuren. Na de reconstructie tot voorrangsplein zijn er geen ernstige ongevallen meer gebeurd, de verkeersveiligheid is drastisch verbeterd. Na de ombouw van bajonetkruispunt tot voorrangsplein zijn er al een jaar of drie geen ernstige verkeersongevallen (met dodelijk letsel) gebeurd. Wel hebben er enkele kop-staart ongevallen plaatsgevonden.

Snelheid

De gemeten V85-snelheid is niet schrikbarend hoog, dit is vergelijkbaar met de snelheden op andere kruispunten op het tracé.

Snelheidsreductie

Weggebruikers klagen over de beschikbare ruimte waarop zij kunnen afremmen. Nu gebeurt dit al voordat zij op het linksafvak rijden en wordt het afremmende verkeer opgeduwd. Veel weggebruikers geven aan dit als onaangenaam te ervaren. Deze problematiek geldt voor al het afslaand verkeer.

Spookrijden

Door de positie van de bajonetaansluiting in Wommels wordt er nog regelmatig spookgereden (vanaf Wommels richting Bolsward). Het is mogelijk dat dit mede te wijten is door de ombouw van de bajonet of verouderde navigatie apparatuur. Het verhogen van het middeneiland of verhogen van de al bestaande haag, aanbrengen van dwingende wegmarkering of het uit het lood leggen van de bajonetaansluiting worden gezien als goede maatregelen om spookrijden tegen te gaan.

Informatie

Bij de realisatie van het voorrangsplein zijn omwonenden vooraf geïnformeerd over de werking van het plein. Na de realisatie zijn tijdelijke verkeersborden geplaatst om de kruispuntsituatie en de verandering hiervan te verduidelijken.

2.6 Interviewverslag Jeroen Hendriks

Ontwerpelementen

Naam: Jeroen Hendriks
Organisatie: Bonotraffics
Functie: Verkeerskundig ontwerper
Datum: 19-03-2018

Vooraf

Wat Jeroen veelal opviel tijdens het ontwerpen van voorrangspoleinen is dat het afwegingscriterium ruimtelijke inpassing één van de belangrijkste is, zeker voor bibeko situaties. bubeko heb je natuurlijk wel meer ruimte en dus is dit wat minder een probleem. Daarnaast ervaren sommige weggebruikers het voorrangspolein nog al eens als een rotonde en nemen de voorrang vanaf de keerlus. Het is dus van wezenlijk belang dat voldoende aandacht wordt geschonken aan de duidelijkheid van de weginrichting en voorrangssituatie van een voorrangspolein.

Uitgangspunten

Hoe vertalen deze gewenste conflictsnelheden zich tot twee logische, veilige en geloofwaardige ontwerpsnelheden? (één variant met matige snelheidsreductie en één variant met weinig tot geen snelheidsreductie)

De ontwerpsnelheid is mede afhankelijk van de beschikbare ruimte en intensiteiten van overstekend (fiets)verkeer. Jeroen vindt 50 km/u een logische veilige en geloofwaardige ontwerpsnelheid, deze ontwerpsnelheid geniet volgens hem de voorkeur ten opzichte van de 70 km/u variant. Jeroen is namelijk van mening dat de snelheid op het conflictpunt één 'trap' lager moet zijn dan de maximumsnelheid op de hoofdrichting. Bij een lage intensiteit fietsers of helemaal geen fietsers kan men gewoon de snelheid van 70/80 km/u handhaven. Echter op locaties waar verkeer elkaar kruist en moet samenvoegen is een verlaging van de maximumsnelheid op de hoofdrichting gewenst. Het wegontwerp dient vanzelf de gewenste snelheid te bewerkstelligen.

Bij de 70 km/u variant zal het afslaand verkeer waarschijnlijk al afremmen op de hoofdrijbaan, hierdoor wordt het achteroprijdend verkeer gedwongen om ook een lagere snelheid te voeren. Zodoende zal de werkelijke snelheid van het verkeer in de 70 km/u variant bij een grote hoeveelheid afslaand verkeer lager zijn dan de ontwerpsnelheid. Hierdoor ontstaat er een groter risico op kop-staart ongevallen. Daarom geniet de 50 km/u variant de voorkeur bij een groot aandeel afslaand verkeer.

Het 'self explaining road' principe geldt als uitgangspunt voor het ontwerpen van een voorrangspolein buiten de bebouwde kom. De snelheidsreductie dient te worden afgedwongen door het wegverloop en niet door het plaatsen van een snelheidsbeperking. Dit gebeurt namelijk ook bij rotondes. Bij rotondes staat nooit een snelheidsbeperking, maar hier zal men niet met 100 km/u overheen rijden.

Zijn dit de juist gekozen maatgevende ontwerpvoertuigen of ontbreken er nog voertuigen?

Het middeneiland dient dusdanig breed te zijn dat op zijn minst het maatgevend ontwerpvoertuig zich hier kan opstellen zonder de doorgaande richting te blokkeren. De genoemde maatgevende ontwerpvoertuigen zijn de juiste voor een algemene situatie. Bij specifieke situaties moet altijd worden gekeken naar afwijkende locatie specifieke eisen.

De lengte van het linksaf vak en daarmee dus ook de lengte van het voorrangspein is afhankelijk van de hoeveelheid afslaand verkeer en de hierdoor benodigde opstelcapaciteit. Het is irrelevant om een buitengewoon lang linksaf opstelvak te creëren. Wanneer de afslaande beweging dermate groot is dat hierdoor het opstelvak moet worden vergroot is een kruispunt met een verkeersregelininstallatie een betere kruispuntvorm.

Welke belangrijke inrichtingselementen en vormgevingsaspecten zien jullie in de basisvormgeving van een voorrangspein binnen de bebouwde kom? Hoe kunnen deze worden meegenomen naar de vormgeving van een voorrangspein buiten de bebouwde kom?

- De hoofdrichting is altijd in de voorrang, dit is een hard uitgangspunt. Wanneer de hoofdrichting niet in de voorrang is geplaatst is geen sprake van een voorrangspein;
- Het links afslaand verkeer rijdt om elkaar heen en kruist niet voor elkaar langs;
- In beide richtingen is er sprake van een uitbuiging, soms wordt hiervan afgeweken omwille van ruimtelijke inpassing;
- De fietsers steken in twee etappes het voorrangspein over;
- Bochtverbreding dient te worden toegepast door middel van rammelstroken. Door gebruik te maken van bochtverbreding kunnen de rijstroken eventueel smaller worden gedimensioneerd;

Verticale elementen, zoals lichtmasten en bewegwijzering, dienen het wegverloop te accentueren. De verticale elementen zorgen er onder andere voor dat weggebruikers begrijpen wat er van hen wordt verwacht.

Diverse vormgevingen

Welke inrichtingselementen en vormgevingsaspecten zijn jullie nog niet tegengekomen en missen jullie in de eerder getoonde varianten?

De combinatie met verkeerslichten, een oversteeklicht (of hiaatvergroter) kan worden toegepast om de capaciteit van het voorrangspein te rekken en fietsers een veilige oversteekmogelijkheid te bieden.

Het voorrangspein kan heel veel verkeer aan, alleen naarmate de intensiteiten stijgen wordt de wachttijd voor overstekend verkeer steeds hoger. Wanneer sprake is van een (te) hoge wachttijd is het mogelijk om met behulp van een oversteeklicht (ofwel hiaatmaker) hiaten te creëren in de verkeersstroom op de hoofdrijbaan. Zodoende kunnen fietsers veilig en comfortabel oversteken. Enkele nadelen van verkeerslichten zijn de roodlichtnegatie en (onderhouds)kosten. Bij hoge intensiteiten fietsverkeer is het dan ook raadzaam om fietsverkeer ongelijkvloers te ontsluiten.

Jeroen vraagt zich daarnaast af of een soort 'turbovoorrangspein', een voorrangspein met twee doorgaande rijstroken per richting, behoort tot de mogelijkheden. Er bestaan immers ook turbotondes.

Welke inrichtingselementen/vormgevingsaspecten van traditionele kruispuntvormen kunnen worden meegenomen in het voorlopig ontwerp van een voorrangspein bubeko?

Het verhogen van het middeneiland beperkt het doorzicht hierdoor zal dit het spookrijden tegen gaan. Dit is een goed element om mee te nemen naar het voorrangspein.

Aandachtspunten

Hoe dient de uitbuiging bij voorrangspoleinen BuBeko te worden vormgegeven?

De voorkeur van Jeroen gaat uit naar een tweezijdige uitbuiging, zowel voor als na het kruispunt. In principe is een enkelvoudige uitbuiging voldoende, maar vanuit landschappelijk/esthetisch oogpunt zou Jeroen de uitbuiging symmetrisch willen houden. Daarnaast voorziet een tweezijdige uitbuiging in snelheidsremming voor en na het kruispunt en is de aansluiting van de zijweg gemakkelijker inpasbaar.

Dient de uitbuiging dwingend of geleidelijk te worden ingepast?

De vormgeving en inpassing van de uitbuiging is afhankelijk van de beschikbare ruimte en de gewenste snelheidsreductie. Er zijn meerdere variaties in de uitbuiging mogelijk. Het is van belang om de voor- en nadelen van de verschillende uitbuigingen te onderzoeken en vervolgens een keuze te maken voor één type uitbuiging. Door te zorgen voor eenheid in de vorm van het voorrangspolein buiten de bebouwde kom wordt de herkenbaarheid van deze kruispuntvorm vergroot en wordt wildgroei tegen gegaan.

Het voordeel van een geleidelijke uitbuiging met twee gelijke bogen (gelijke en minder scherpe boogstralen) is dat het wegverloop niet verandert. Hierdoor kan de weggebruiker dezelfde snelheid handhaven en hoeft deze geen rare stuurbewegingen te maken.

Het is ook mogelijk om te verschillen in scherpthe van bogen (verschillende boogstralen). Het voordeel van een uitbuiging met eerst een minder scherpe boog en vervolgens een scherpe boog zorgt voor een gelijkmatige, maar meer dwingende, snelheidsreductie.

Verder voegt Jeroen toe dat bij samengestelde/gelijkgerichte bogen het toepassen van een steeds scherper wordende bocht (boogstraal) strikt onacceptabel is. Dit veroorzaakt namelijk een zogenoemd nabocht effect. Dit effect zorgt ervoor dat voertuigen van de weg raken.

Verkanting

Normaal gesproken dient de verkantingsovergang plaats te vinden in de overgangsboog, dit wordt voornamelijk toegepast bij bogen met een ontwerpsnelheid van 80 km/u. Bij een ontwerpsnelheid van 50 km/u is het toepassen van een overgangsboog niet noodzakelijk. Jeroen houdt zich hier normaal gesproken ook niet mee bezig. De manier waarop de verkantingsovergang wordt toegepast wordt namelijk uitgewerkt door een aannemer tijdens het verwerken van een voorlopig ontwerp naar een definitief ontwerp.

Is een korte rechtstand na de uitbuiging noodzakelijk?

Een korte rechtstand na de uitbuiging is niet altijd noodzakelijk, de functie van deze rechtstand is om de fietsoversteek hier te laten plaatsvinden. Bij een beperkte uitbuiging is de hoek voor het aansluiten veel minder scherp, ook dan is een korte rechtstand niet noodzakelijk.

Welke snelheidsreducerende maatregelen, naast de uitbuiging, zijn denkbaar en noodzakelijk bij de vormgeving van een voorrangspolein bubeko?

Andere snelheidsreducerende maatregelen zijn niet noodzakelijk. Attentieverhogende maatregelen, zoals het toepassen van bijvoorbeeld verticale elementen en geleidende markering, zijn wel aan te raden.

Om de zichtbaarheid van de kruispuntsituatie tijdens de nachtelijke periode te waarborgen is het van belang om voldoende lichtmasten toe te passen. Om de uitbuiging tijdens deze periode te accentueren en voldoende zichtbaar te houden is het van belang om reflectoren toe te passen.

Wat zijn aandachtspunten bij het toepassen van bochtverbreding?

De rammelstroken in de uitbuiging moeten ervoor zorgen dat de sleeplijnen van langere voertuigen worden opgevangen en hierbij het gebruik te ontmoedigen voor automobilisten. Deze moeten niet te hoog te worden. De rammelstroken op het middeneiland moet wel hoog zijn en een fysieke drempel vormen, zodat automobilisten zich hier niet opstellen

Het is omwille van esthetica en herkenbaarheid aan te raden om gebruik te maken van hetzelfde materiaal bij de rammelstroken.

Er zijn drie hoofdvormen om te voorzien in de aansluiting van de zijweg namelijk: een haakse aansluiting 'in het midden', een linkse bajonetaansluiting en een rechtse bajonetaansluiting. Binnen deze drie hoofdvormen zijn drie variaties mogelijk. Elk kent zijn voor- en nadelen, enkele voor- en nadelen zijn:

- Het creëren van een rustpunt en daarmee de weggebruiker verplichten om de hiaten in te schatten;
- Ruimtebeslag (en daarmee kosten);
- Het tegengaan van afdekongevallen;
- Het beperken van conflicten;
- Het voorkomen van een onduidelijke voorrangsregeling;
- Het creëren van het juiste opstelgedrag i.v.m. zichtlijnen;
- Het kleiner maken van het conflictpunt/ de conflicttijd;
- Het ontmoedigen van spookrijden;
- Het beperken van de benodigde opstelruimte.

Wat is de juiste manier om te voorzien in de aansluiting van de zijweg en waarom?

Vaak is sprake van haaks aansluitende zijwegen, een nadeel van de bajonetaansluiting is hierbij dat het ombouwen van deze aansluiting kostbaarder is dan het inpassen van de aansluiting in het midden. De voorkeur van Jeroen gaat dan ook uit naar de aansluiting van de zijweg in het midden van het voorrangsplein. De voorkeur in aansluiting blijft echter situatie afhankelijk. De rechtse bajonetaansluiting (uit het lood) kent ook veel voordelen en is dus ook een goede variant.

Verder voegt Jeroen toe dat de zichtlijnen, met name in verband met de uitbuiging voorafgaand aan het voorrangsplein, een belangrijk aandachtspunt blijven.

De voor- en nadelen van de verschillende varianten in aansluiting worden kort belicht.

De Haaks rechtse bajonetaansluiting

- Onduidelijke voorrangsregeling;
- Het recht/gehaast oversteken van het voorrangsplein naar de zijweg is onwenselijk;
- Bijzondere voorzieningen, zoals bijvoorbeeld bus infra zijn gemakkelijk inpasbaar;
- Beperkt de breedte van het middeneiland.

Rechtse bajonetaansluiting uit het lood

- het in één keer oversteken vanaf de linksaf opstelstrook wordt voorkomen;
- De onduidelijke voorrangsregeling wordt voorkomen;
- de as van de aansluitende zijweg verspringt, dit vermindert de inpasbaarheid van deze aansluiting;
- Bijzondere voorzieningen, zoals bijvoorbeeld bus infra zijn gemakkelijk inpasbaar;
- Bij fietsvoorzieningen aan weerszijden van het voorrangsplein zullen fietsers tegen de richting in gaan rijden om vervolgens over te steken;
- Beperkt de breedte van het middeneiland.

(haaks) Linkse bajonetaansluiting, *geniet absoluut niet de voorkeur*

- Het kruisen/oversteken van twee rijstroken is een groot nadeel;
- Het middeneiland moet breder worden gedimensioneerd om opstelruimte te bieden voor lange voertuigen;
- voertuigen kunnen zich naast elkaar opstellen op de linksaf opstelstrook, dit is strikt onwenselijk en leidt tot afdekongevallen.

Aansluiting in het midden

- gemakkelijker inpasbaar in bestaande situaties;
- Het is noodzakelijk dat het linksaf vak pas begint ter hoogte van de aansluiting zodat voorkomen wordt dat men twee rijstroken moet oversteken, dit is een nadeel bij deze aansluiting;
- Fietzers zullen minder geneigd zijn om te gaan spookrijden bij de aansluiting in het midden, hetgeen bij de rechtse bajonet wel het geval is.

Hoe dient de fietsinfrastructuur te worden ingepast in de optimale vormgeving van een voorrangspunt?

Bij de snelheid van 70 km/u is het ongewenst om fietsers ongeregeld gelijkvloers te laten kruisen met het gemotoriseerd verkeer, zeker bij hoge intensiteiten. Jeroen verwacht dat, zeker bij hoge intensiteiten, het merendeel van de fietsers de juiste rijrichting zullen volgen. Daarom acht hij het niet noodzakelijk om de fietsinfrastructuur in twee richtingen toe te passen. Mocht het alsnog gebeuren dat fietsers, bij fietsoversteken aan weerszijden van het voorrangspunt, gaan spookrijden dan ziet Jeroen dit niet als iets problematisch. Om de fietsers meer te verleiden dat zij de juiste rijrichting kiezen moeten de fietsers vanaf de zijweg vooraf naar een vrijliggend fietspad worden geleid. De voorkeur voor de voorrangssituatie van fietsers gaat uit naar fietsers uit de voorrang op de oversteek van de zijweg en in de voorrang op de oversteek van de hoofdrichting.

Is het noodzakelijk om het attentieniveau van weggebruikers te verhogen?

Ja dat is noodzakelijk, het is aan te raden om dit te bewerkstelligen door het toepassen van verticale elementen in het wegbeeld en bewegwijzering. Het is buiten de bebouwde kom niet aan te raden om verandering in materiaalgebruik of kleurgebruik toe te passen.

Welke maatregelen kunnen worden getroffen om het attentieniveau van weggebruikers te verhogen en het juiste gedrag af te bewerkstelligen?

Jeroen is een voorstander van zo min mogelijk bebording. Daarnaast vindt hij dat de vormgeving van het kruispunt en de uitbuiging het gewenste verkeersgedrag moeten afdwingen. Het toepassen van een snelheidsgebod of een adviesnelheid is dan ook niet gewenst. Dit wordt immers ook niet gedaan bij rotondes.

Het is wel mogelijk om een waarschuwingsbord voor een fietsoversteek toe te passen.

2.7 Interviewverslag Arjan Peet

Ontwerpelementen en ervaringen

Naam: Arjan Peet
Organisatie: Advin
Functie: Voormalig onderzoeker voorrangsp plein buiten de bebouwde kom
Datum: 23-03-2018

Uitgangspunten

De conflictsnelheden van 50/60/70 zijn bepaald als wenselijke conflictsnelheden bij de totstandkoming van een ontwerp voorrangsp plein bubeko. Deze zijn onder andere afhankelijk van de intensiteiten op verschillende richtingen, de intensiteiten overstekende fietsers en het aandeel afslaande bewegingen, zo is gebleken uit interviews met verschillende wegbeheerders en deels uit literatuur.

Hoe vertalen deze gewenste conflictsnelheden zich tot twee logische, veilige en geloofwaardige ontwerpsnelheden? (één variant met matige snelheidsreductie en één variant met weinig tot geen snelheidsreductie)

Arjan vindt dat een snelheid van 50 km/u een veilige en geloofwaardige ontwerpsnelheid is. Deze snelheid ligt tussen de ontwerpsnelheid van een rotonde en het voorrangskruispunt in. Het terugdringen van de snelheid is een belangrijk aandachtspunt en eveneens een grote uitdaging, omdat de snelheid met 30 km/u gereduceerd moet worden.

Met behulp van interviews zijn verschillende maatgevende ontwerpvoertuigen vastgesteld. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in de hoofd- en zijrichting. Deze maatgevende ontwerpvoertuigen zijn als volgt:

Hoofdrichting:

Trekker- opleggercombinatie (16.50m), Landbouwvoertuig met aanhanger (18m), Vrachtauto met aanhanger (19.25m) en Langere Zwaardere Vrachtautocombinaties (LZV's) (25,25m).

Zijrichting:

Trekker- opleggercombinatie (16,50m), Landbouwvoertuig met aanhanger (18m), Vrachtauto met aanhanger (19,25m)

Zijn dit de juist gekozen maatgevende ontwerpvoertuigen of ontbreken er nog voertuigen?

Het middeneiland dient dusdanig breed te zijn dat op zijn minst het maatgevend ontwerpvoertuig zich hier kan opstellen zonder de doorgaande rijrichting te blokkeren. Bij iedere locatie moet worden gekeken of uitzonderlijke voertuigen (in breedte en lengte) gebruik maken van het voorrangsp plein.

De lengte van het linksaf vak is afhankelijk van de hoeveelheid afslaand verkeer. De doorgaande rijrichting mag hierbij niet geblokkeerd worden.

Voor voorrangspoleinen bibeko wordt een standaardvormgeving geadviseerd. Om de herkenbaarheid van voorrangspoleinen te waarborgen proberen wij om de standaardvormgeving zoveel mogelijk te behouden.

Welke belangrijke inrichtingselementen en vormgevingsaspecten zien jullie in de basisvormgeving van een voorrangspolein binnen de bebouwde kom? Hoe kunnen deze worden meegenomen naar de vormgeving van een voorrangspolein buiten de bebouwde kom?

- De hoofdrichting is altijd in de voorrang, dit is een hard uitgangspunt. Wanneer de hoofdrichting niet in de voorrang ligt is er geen sprake van een voorrangspolein;
- Het linksaf slaand verkeer rijdt om elkaar heen en kruist niet voor elkaar langs;
- Bochtverbreding dient te worden toegepast door middel van rammelstroken. Door gebruik te maken van bochtverbreding kunnen de rijstroken eventueel smaller worden gedimensioneerd. Op deze manier blijft het voorrangspolein voor een vrachtwagen berijdbaar en tegelijkertijd geeft dit een vernauwend effect voor de automobilist;
- De uitbuiging moet vooraf plaatsvinden om de gewenste conflictsnelheid af te dwingen;
- De aanwezigheid van fietsverkeer is een belangrijk aandachtspunt, omdat fietsers zo min mogelijk willen omfietsen.

Diverse vormgevingen

Naast de basisvormgeving van een voorrangspolein bibeko zijn er andere vormgevingen toegepast of onderzocht.

4. Welke belangrijke inrichtingselementen en vormgevingsaspecten zien jullie in de vormgeving van het voorrangspolein Wommels en het voorlopig ontwerp van Inspec? Wat zijn de voor- en nadelen aan deze vormgevingen en wat dient meegenomen te worden naar de optimale vormgeving van een voorrangspolein buiten de bebouwde kom?

De lengte van het linksaf vak is belangrijk om voldoende te kunnen afremmen. Deze moet niet te kort worden gedimensioneerd, omdat hierdoor het risico op kop-staart aanrijdingen toeneemt. Het is belangrijk dat weggebruikers het voorrangspolein herkennen door middel van eigen herkenbaarheidspunten. De vormgeving van het voorrangspolein moet dan ook niet teveel lijken op dat van een rotonde. Een rechthoekig middeneiland kan bijdragen aan een betere herkenbaarheid. Op deze manier kan verwarring met de rotonde worden voorkomen. Bebording kan hierbij eveneens een belangrijke rol spelen.

5. Welke inrichtingselementen en vormgevingsaspecten zijn jullie nog niet tegengekomen en mist u in de eerder getoonde varianten?

De uitbuiging vooraf is één van de mogelijkheden om een snelheidsreductie af te dwingen. Wellicht dat het gebruik van plateaus ook een optie is. Op deze manier is de benodigde ruimte kleiner. De fietsoversteken dienen zo dicht mogelijk bij het voorrangspolein gefaciliteerd te worden, omdat hierdoor de conflictpunten dicht bij elkaar liggen en geen solitaire fietsoversteken ontstaan. Ook verwacht de weggebruiker het op dit punt. Het linksaf vak op de doorgaande rijstrook moet niet te vroeg beginnen om afdekongevallen te voorkomen. Wenselijk is om het linksaf vak te laten beginnen op het punt waar de zijweg gelijk het linksaf vak op kan rijden.

6. Welke inrichtingselementen/vormgevingsaspecten van traditionele kruispuntvormen kunnen worden meegenomen in het voorlopig ontwerp van een voorrangspolein bubeko?

Het verhogen van het middeneiland kan ervoor zorgen dat de zichtlijnen worden onderbroken. Eveneens kan op deze manier het spookrijden ontmoedigd worden.

Aandachtspunten

Een uitbuiging in de doorgaande rijrichting is noodzakelijk omwille van de volgende aspecten:

- Herkenbaarheid;
- Het voorzien in een fysieke snelheidsremming;
- Verandering in wegbeeld en zodoende bijdragen aan het verhogen van het attentieniveau;
- Het aansluiten van de toeleidende wegen (i.v.m. een breder middeneiland).

Er zijn verschillende mogelijkheden om deze uitbuiging vorm te geven.

7. Hoe dient de uitbuiging bij voorrangspoleinen BuBeko te worden vormgegeven?

Arjan geeft aan dat één uitbuiging vóór het voorrangspolein voldoende is om op deze manier de gewenste conflictsnelheid af te dwingen. Dat vervolgens de snelheid door de rechtstand weer iets omhoog gaat vindt Arjan geen probleem.

De boogstralen mogen krap zijn om zo de snelheidsreductie af te dwingen. Wel moet het berijdbaar blijven voor vrachtverkeer.

De vormgeving van de uitbuiging is afhankelijk van de beschikbare ruimte en de gewenste conflictsnelheid. Weliswaar is het belangrijk om te zorgen voor eenheid in het voorrangspolein. Op deze manier wordt de herkenbaarheid vergroot.

Bij een lage(re) ontwerpsnelheid is snelheidsreductie noodzakelijk, maar hoe dient deze snelheidsreductie te worden bewerkstelligd?

10. Welke snelheidsreducerende maatregelen, naast de uitbuiging, zijn denkbaar en noodzakelijk bij de vormgeving van een voorrangspolein bubeko?

- Optische versmalling door bijvoorbeeld kantopsluiting (vernauwend effect)
- Plateau;
- Markering (geleiding);
- Bebording (juridisch en attentie verhogend).

Om het gebruik van de rijbaan door fietsers te ontmoedigen dient een directe en logische fietsinfrastructuur te worden toegepast.

14. Hoe dient de fietsinfrastructuur te worden ingepast in de optimale vormgeving van een voorrangspolein bubeko?

De aanwezigheid van overstekend fietsverkeer is binnen de bebouwde kom essentieel. Buiten de bebouwde kom komt dit in mindere mate voor. Toch willen de fietsers binnen en buiten de bebouwde kom een zo direct mogelijke route fietsen. Omwille van de veiligheid is het onwenselijk om fietsers over het midden van het voorrangspolein te laten oversteken.

Weggebruikers worden geconfronteerd met een uitbuiging van de weg en vervolgens pas met het kruispunt. Het is mogelijk dat dit niet in overeenstemming is met het verwachtingspatroon van weggebruikers.

17. Welke maatregelen kunnen worden getroffen om het attentieniveau van weggebruikers te verhogen en het juiste gedrag af te bewerkstelligen?

Bijvoorbeeld een vooraankondigingsbord of een verkeersbord welke de adviessnelheid aangeeft of de maximumsnelheid verplicht.

2.8 Interviewverslag Mark Jan Olijve

Ontwerpelementen en ervaringen

Naam: Mark Jan Olijve
Organisatie: Roelofs
Functie: Verkeerskundig ontwerper
Datum: 26-03-2018

Vooraf

De keuze in vormgeving van het voorrangsplein is altijd locatie specifiek en afhankelijk van de eisen van de wegbeheerder. Het grote voordeel van voorrangspoleinen is dat het een kneedbaar kruispunttype is. Hierdoor is het voorrangsplein een gemakkelijk inpasbaar kruispunttype. Er bestaan verschillende voor- en nadelen in aansluitingsvormen, hierbij is niet één aansluitingsvorm altijd de beste. Dit is namelijk afhankelijk van de locatie specifieke eisen en kenmerken. Wel vindt Mark Jan het belangrijk om de herkenbaarheidskenmerken van voorrangspoleinen structureel toe te passen, deze dragen namelijk bij aan de uniformiteit, herkenbaarheid en begripbaarheid van het voorrangsplein.

Uitgangspunten

Hoe vertalen deze gewenste conflictsnelheden zich tot twee logische, veilige en geloofwaardige ontwerpsnelheden? (één variant met matige snelheidsreductie en één variant met weinig tot geen snelheidsreductie)

Bij een voorrangsplein buiten de bebouwde kom is een snelheidsreductie altijd noodzakelijk. Dit legt namelijk een accent op de kruispuntsituatie. Bij de variant met een hoge ontwerpsnelheid vertaalt zich dit tot de ontwerpsnelheid van 70 km/u.

Hoewel 60 km/u een logische ontwerpsnelheid is voor kruispuntsituaties buiten de bebouwde kom geniet een ontwerpsnelheid van 50 km/u de voorkeur. Naast het feit dat dit een positieve bijdrage levert aan de verkeersveiligheid ziet Mark Jan deze snelheid als een mooie balans tussen de ontwerpsnelheid van een rotonde en de ontwerpsnelheid van een voorrangskruispunt. Verder is hij nieuwsgierig naar de capaciteitsverschillen van de twee varianten. Als blijkt dat het verschil in capaciteit klein is geniet de lage ontwerpsnelheid (50 km/u) de voorkeur. Tot slot is de keuze in ontwerpsnelheid altijd locatie specifiek en afhankelijk van de wens van de wegbeheerder.

Zijn dit de juist gekozen maatgevende ontwerpvoertuigen of ontbreken er nog voertuigen?

De keuze in het maatgevend ontwerpvoertuig is altijd locatieafhankelijk. Voor de hoofdrichting geldt dat de uitbuiging door het maatgevend ontwerpvoertuig moet kunnen worden bereden. Voor de zijrichting geldt dat het maatgevend ontwerpvoertuig invloed uitoefent op de breedte van het middeneiland, deze dient voldoende opstelruimte te bieden aan het langste maatgevend ontwerpvoertuig. De vastgestelde ontwerpvoertuigen (zie uitwerking vragen) zijn volgens Mark Jan de juiste ontwerpvoertuigen.

Welke belangrijke inrichtingselementen en vormgevingsaspecten zien jullie in de basisvormgeving van een voorrangsplein binnen de bebouwde kom? Hoe kunnen deze worden meegenomen naar de vormgeving van een voorrangsplein buiten de bebouwde kom?

Het is volgens Mark Jan niet noodzakelijk om op basis van ontwerpsnelheden het voorrangsplein in een vaste vorm te gieten. Het grote voordeel van een voorrangsplein is namelijk de kneedbaarheid van het kruispunttype. De kneedbaarheid van het voorrangsplein maakt dat deze gemakkelijk inpasbaar blijft in een veelheid aan specifieke locaties. De rechthoekige vorm van een voorrangsplein is het meest belangrijke aspect, dit levert een positief effect op de herkenbaarheid van voorrangspleinen. Omwille van uniformiteit en herkenbaarheid in voorrangspleinen is het aan te raden om de acht herkenbaarheidskenmerken mee te nemen naar het ontwerp van voorrangspleinen buiten de bebouwde kom.

Diverse vormgevingen

Welke belangrijke inrichtingselementen en vormgevingsaspecten zien jullie in de vormgeving van het voorrangsplein Wommels en het voorlopig ontwerp van Inspec? Wat zijn de voor- en nadelen aan deze vormgevingen en wat dient meegenomen te worden naar de optimale vormgeving van een voorrangsplein buiten de bebouwde kom?

De belangrijke aspecten van bovengenoemde ontwerpen zijn verwerkt in de uitwerking van de andere vragen in dit interview.

Welke inrichtingselementen/vormgevingsaspecten van traditionele kruispuntvormen kunnen worden meegenomen in het voorlopig ontwerp van een voorrangsplein bubeko?

Het middeneiland

Het positieve aspect van een verhoogd middeneiland is dat dit ervoor zorgt dat het verkeer op de hoofdrichting en zijrichting wordt benadrukt dat zij een kruispuntsituatie naderen. Daarnaast kan verkeer vanaf de zijrichting niet zien wat er van de andere kant komt, hierdoor kunnen zij de focus leggen op het voor hun belangrijke conflictpunt. Als laatste is het effect van een verhoogd middeneiland dat men niet kan zien of er verkeer van de andere kant nadert. Dit zorgt ervoor dat spookrijden wordt tegengegaan. Wanneer het middeneiland rechthoekig wordt vormgegeven dan benadrukt dit wederom de rechthoekige vorm van het voorrangsplein.

Aandachtspunten

Hoe dient de uitbuiging bij voorrangspleinen BuBeko te worden vormgegeven?

Het toepassen van een uitbuiging is haast onvermijdelijk. Vrijwel altijd is sprake van een breedteverschil tussen het middeneiland en de aansluitende rijbaan. Dit breedteverschil dient te worden opgevangen in de uitbuiging. Hoe deze uitbuiging dan moet worden vormgegeven, dat is afhankelijk van de gewenste snelheidsreductie. Snelheidsreductie op een voorrangsplein is cruciaal en dan ook de tweede reden om een uitbuiging toe te passen. Mark Jan is van mening dat een uitbuiging de beste manier is om te zorgen voor een natuurlijke snelheidsreductie. Ook zorgt de uitbuiging ervoor dat de weggebruiker geattendeerd wordt op een kruispuntsituatie door de verandering in het wegbeeld. Tot slot verbetert de uitbuiging de zichtbaarheid van het (naderende) fietsverkeer, allereerst rijdt het gemotoriseerd verkeer 'op de fietser af' waarna deze eromheen wordt geleid.

Omdat de snelheid op een voorrangsplein na de uitbuiging het laagst is, is het wellicht verstandiger om de aansluiting van de zijweg zo kort mogelijk na de uitbuiging te realiseren. Hierdoor is de snelheid het laagst op het conflictpunt.

De tweevoudige uitbuiging heeft de absolute voorkeur, tenzij fietsers ongelijkvloers oversteken. Bij een enkelvoudige uitbuiging gaat na de uitbuiging het gas erop waardoor de snelheid aan het einde van het voorrangspein hoog ligt. De symmetrie in de uitbuiging en keuze in de uitbuiging zowel voor als na het voorrangspein is een belangrijk aspect welke bijdraagt aan de herkenbaarheid van voorrangspeinen.

Dient de uitbuiging dwingend of geleidelijk te worden ingepast?

Een inleidende bocht en vervolgens een remmende bocht ziet Mark Jan als een groot voordeel. Weggebruikers worden eerst geattendeerd op het feit dat zij hun snelheid moeten verlagen en dit wordt hen vervolgens afgedwongen.

Wat zijn aandachtspunten bij het toepassen van bochtverbreding/rammelstrook?

De rammelstrook moet alleen door vrachtverkeer gebruikt worden. Deze moet zo (oncomfortabel) worden uitgevoerd dat automobilisten niet gebruik maken van de rammelstrook. Het is immers onwenselijk dat weggebruikers naast elkaar gaan opstellen (i.v.m. afdekconflicten) of de rammelstroken gebruiken om de bogen in het voorrangspein met hogere snelheid te berijden. Bij de vormgeving van rammelstroken zijn de volgende aspecten van belang: ruimte bieden voor de sleeplijnen van lange voertuigen, het benadrukken van de rechthoekige vorm van het voorrangspein, esthetisch oogpunt en technische uitvoerbaarheid.

Linksaf opstelstrook

Voor de lengte van de linksaf opstelstrook is in principe de benodigde opstelruimte maatgevend, maar de linksaf opstelstrook moet ook ruimte bieden waar het afslaand verkeer kan afremmen, vooral bij de 70 km/u variant. Bij hogere snelheden op het voorrangspein buiten de bebouwde kom is een (voldoende lang) linksaf opstelstrook noodzakelijk.

Wat is de juiste manier om te voorzien in de aansluiting van de zijweg, en waarom?

"Elke variant heeft zo zijn voor- en nadelen". Alle varianten zijn inpasbaar, behalve de haaks aansluitende bajonetvormgeving. De bajonetvormgeving moet altijd uit het lood worden geplaatst. Het is namelijk strikt onwenselijk om vanuit een rechtstand over te steken naar de linksaf opstelstrook. De keuze in de vormgeving van de aansluiting is afhankelijk van de inpasbaarheid, de aansluiting van de zijwegen is in iedere situatie namelijk verschillend. Dit bevestigt de kneedbaarheid van het voorrangspein als kruispuntvorm.

De rechtse bajonetaansluiting uit het lood is de meest logische en begrijpbare vormgeving. Door de rechtse bajonetaansluiting wordt het mogelijk dat lange voertuigen optimaal gebruik kunnen maken van de (opstel)ruimte van de linksaf opstelstrook. Hierdoor kan de breedte van het voorrangspein geknepen worden. De haakse aansluitingen van de zijwegen zijn onwenselijk.

Enkele voor- en nadelen worden hieronder opgesomd:

Linkse bajonet (haaks)

- Minder opstelruimte;
- Lastiger berijdbaar voor lange voertuigen;
- Extra conflictpunt door locatie waar verkeer voorsorteer vak oprijdt.

Rechtse bajonet (haaks)

- Geen rechtstreekse aansluiting, niet aan te bevelen door kans op spookrijden;
- + Optimaal gebruik voorsorteer vak vanuit zijrichting.

Aansluiting in het midden

- Geleidelijke aansluiting met linksaf opstelstrook is noodzakelijk, hierdoor wordt het voorrangsp plein langer of de opstelstrook korter;
- +Directer en logischer voor fietsverkeer dan de rechtse bajonet, minder omrijd afstand
- +gemakkelijk inpasbaar;

Rechtse bajonet uit het lood

- Wel langere conflict tijd maar hierdoor ook weer een minder grote kans dat een auto hem er voor langs gooit haastig oversteek/invoeggedrag is onwenselijk;
- minder logische/directe vormgeving voor fietsers;
- +meer opstelruimte voor langer verkeer/ middeneiland kan worden geknepen.

Hoe dient de fietsinfrastructuur te worden ingepast in de optimale vormgeving van een voorrangsp plein bubeko?

De keuze van de voorrangregeling voor fietsers is niet gemakkelijk. Er zijn namelijk verschillende argumenten voor- en tegen het in de voorrang plaatsen van fietsers op de oversteek over de aansluitende zijweg(en). Dat fietsers op de doorgaande rijbaan voorrangsgerechtigd zijn staat wel vast. Mark Jan is in tweestrijd over het wel of niet in de voorrang plaatsen van fietsers op de zijweg.

Enerzijds is het uit de voorrang houden van fietsers verkeersveiliger, kent het een hogere doorstroming voor het gemotoriseerd verkeer en komt het overeen met de voorrangssituatie op rotondes buiten de bebouwde kom. Anderzijds is het in de voorrang plaatsen van fietsers positief voor de doorstroming van fietsers, komt de voorrangssituatie overeen met dat van een voorrangskruispunt bubeko en met dat van voorrangsp leinen bibeko (herkenbaarheid).

De effecten op de doorstroming en verkeersveiligheid zijn onder andere afhankelijk van de hoeveelheid overstekende fietsers en de hoeveelheid afslaand verkeer. Bij de uiteindelijke keuze tussen verkeersveiligheid, herkenbaarheid en doorstroming vindt Mark Jan de verkeersveiligheid toch het meest belangrijk. Daarom kiest hij uiteindelijk voor fietsers uit de voorrang, maar dan wel met een middengeleider zodat zij ook in twee fasen de zijweg over kunnen steken. Hierbij is het aantal fietsers bubeko – dat vaak kleiner is dan bibeko – ook van belang.

Tot slot vindt Mark Jan het van belang om bij de totstandkoming van een 'nieuwe kruispuntvorm' één concrete keuze te maken in de voorrangssituatie van fietsers en daaraan vast te blijven houden (herkenbaarheid en verwachting weggebruikers).

De fietsinfrastructuur rondom het voorrangsp lein moet zo 'kort' mogelijk worden ontworpen. Dit komt de directheid en comfort voor fietsers ten goede en zal de behoefte om te gaan spookrijden verminderen. Daarnaast moet de fietser vanaf de zijweg vooraf via een vrijliggend fietspad naar het voorrangsp lein worden geleid.

Hoewel een tweerichtingen fietsoversteek op het voorrangsp lein een risico op afdekongevallen vormt, kiest Mark Jan toch liever voor deze vormgeving. Hij heeft geen moeite met een tweerichtingen fietsoversteek op de hoofdrichting, het is immers haast onmogelijk om spookrijdgedrag te voorkomen. Daarnaast zal, anders dan in bibeko situaties, in bubeko situaties weinig sprake zijn van fietsinfrastructuur op alle richtingen van het voorrangsp lein.

De keuze in voorzieningen voor fietsers is afhankelijk van de intensiteit van fietsverkeer, bij hogere intensiteiten beveelt Mark Jan aan om fietsers ongelijkvloers te ontsluiten.

Om te voorkomen dat de sleeplijn van langere voertuigen op het fietspad ligt, waardoor de veiligheid van fietsers in het gedrang komt, kan gebruik worden gemaakt van een korte rechtstand na de uitbuiging. Bijkomend voordeel is dat fietsers hierbij niet in een boog moeten oversteken, waardoor de focus beter op overstekend fietsverkeer komt te liggen.

De lengte van het voorrangspein is van invloed op de gereden snelheid op het kruispunt. Hoe langer het voorrangspein hoe hoger waarschijnlijk de snelheid op de rechtstand tussen de uitbuigingen. Daarom is het van belang om de fietsoversteek in de buurt van de uitbuiging te plaatsen.

Tot slot is het absoluut onwenselijk om de fietsinfrastructuur recht over het middeneiland te realiseren. Dit levert namelijk onduidelijke conflictpunten tussen fiets en gemotoriseerd verkeer op.

Is het noodzakelijk om het attentieniveau van weggebruikers te verhogen?

Verhogen van attentieniveau, accentueren van de uitbuiging is gewenst. Maatregelen om dit te bewerkstelligen zijn bijvoorbeeld beplanting, de plaatsing van lichtmasten op de juiste locatie. Bewegwijzeringsbord vindt Mark Jan minder noodzakelijk, wel kan het bijdragen aan de herkenbaarheid. Uitgangspunt moet zijn dat de weg zichzelf uitlegt volgend op het self explaining road principe. Als sprake is van een self explaining road is een extra bord niet noodzakelijk. Extra snelheidsbebording is niet noodzakelijk, Mark Jan laat dit het liefst over aan de wegbeheerder.

Ervaringen

Wat zijn belangrijke aandachtspunten om de concurrentiepositie van het voorrangspein ten opzichte van traditionele kruispuntvormen te verhogen?

De verschillende kruispunten hoeven niet te concurreren, van belang is dat per locatie wordt gekozen voor de juiste kruispuntvorm welke de daar optimale bijdrage levert aan verkeersveiligheid, doorstroming en andere verkeerskundige aspecten.

Aanbeveling

Doe ervaring op met het voorrangspein buiten de bebouwde kom, monitor die situaties, bekijk de effecten op de doorstroming en verkeersveiligheid en de effecten van verschillende typen ontwerpelementen. Zodoende wordt duidelijk hoe het voorrangspein buiten de bebouwde kom situaties daadwerkelijk functioneert en kan het Vissim model worden gekalibreerd.

Ga in het vervolgproces van DO op zoek naar de technische uitvoerbaarheid van het voorrangspein. Mark Jan heeft in de ontwerppraktijk geleerd dat de technische uitvoerbaarheid van een kruispuntvorm/ontwerpelementen zeer belangrijk is. Deze zaken kosten soms veel geld en zijn misschien helemaal niet zo noodzakelijk of niet eens ruimtelijk inpasbaar.

2.9 Interviewverslag Kim Ruijs

Het voorrangsplein bubeko door de ogen van de weggebruiker

Naam: Kim Ruijs
Organisatie: XTNT
Functie: Verkeerspsycholoog
Datum: 05-04-2018

Vooraf

De voorkeur van Kim gaat uit naar de rechtse bajonet aansluiting, dit is immers de meest logische en begrijpbare vormgeving voor de weggebruiker. Kim vindt het gemaakte ontwerp van het voorrangsplein bubeko een heel mooi ontwerp, alleen de snelheidsremming in de uitbuiging mag nog sterker.

Tijdens interviews in voorgaande onderzoeksfases zijn ontwerpers van voorrangspoleinen en wegbeheerders gevraagd naar belangrijke ontwerpelementen, vormgevingsaspecten en andere aandachtspunten. Deze zijn zo goed mogelijk verwerkt tot twee varianten voorrangspoleinen buiten de bebouwde kom. Verschillende vormgevingen zijn in dit interview getoond. Tal van (gedrags)aspecten spelen een rol bij een goed functionerend ontwerp van een voorrangsplein buiten de bebouwde kom, dit zijn:

Herkenbaarheid

Op de vraag: 'is het duidelijk dat het een voorrangsplein is?' is het antwoord: 'ja'. Door het logische en begrijpbare ontwerp weet de weggebruiker dat deze op een andere kruispuntvorm rijdt dan op een rotonde. Om het juiste verkeersgedrag van weggebruikers te bewerkstelligen is het niet noodzakelijk dat de weggebruiker het voorrangsplein als kruispunt herkent, de vormgeving van het voorrangsplein dient zo logisch en begrijpelijk te zijn dat de weggebruiker hierdoor het gewenste gedrag vertoont. Dat is het geval bij het getoonde ontwerp.

Bij een rotonde wordt de zichtlijn geblokkeerd door het middeneiland, het voorrangsplein bubeko is zo vormgegeven dat het duidelijk is dat men 'ongehinderd' rechtdoor kan rijden. Volgens Kim is het voorrangsplein hierdoor al voldoende onderscheidend met een rotonde.

Om herkenbaarheid tussen voorrangspoleinen bibeko en bubeko voor de weggebruiker te behouden is het van belang dat de vorm, de voorrangregeling voor gemotoriseerd verkeer en het achter elkaar langsrijden (in plaats van voor elkaar langs) hetzelfde blijft. De voorrangregeling voor fietsers mogen in bubeko situaties verschillen van bibeko.

Aansluiting

Het grote voordeel van de bajonetaansluiting uit het lood (gecombineerd met het middeneiland) ziet Kim in het feit dat de zijweg wordt onttrokken aan het gezichtsveld van de weggebruiker. Dit maakt het voor de weggebruiker overduidelijk dat de doorgaande rijrichting moet worden gevolgd alvorens linksaf wordt geslagen. Deze vormgeving zal voorkomen dat de weggebruiker ervoor kiest om de eerste mogelijkheid linksaf te slaan en dus te gaan spookrijden. Bij een aansluiting van de linkse bajonet (uit het lood) verdwijnt dit voordeel, deze vormgeving zal spookrijden in de hand werken. Doordat het middeneiland het zicht op de afslag ontnemt is het belangrijk dat er duidelijke bewegwijzering geplaatst wordt. Hierdoor wordt voorkomen dat weggebruikers welke onbekend zijn met de situatie de afslag missen en hierdoor onwenselijk gedrag (gevaarlijke keer acties) gaan vertonen.

De midden aansluiting heeft volgens kim niet de voorkeur boven de rechtse bajonet uit het lood aansluiting. De rechtse bajonetaansluiting uit het lood stuurt de weggebruiker op een meer natuurlijke wijze naar de juiste afslag. De rechtse bajonetaansluiting is een voor de weggebruikers meer logische en begrijpelijke vormgeving. Een ander voordeel is dat deze vormgeving het taak niveau opdeelt in behapbare stukken. Hierdoor zal het optreden van overload (meer) worden voorkomen.

Routekeuze

Vooraf aan de kruispuntsituatie moet de weggebruiker worden geïnformeerd hoe de (nieuwe!?) situatie is vormgegeven en hoe zij hun route kunnen kiezen. Dit zorgt ervoor dat weggebruikers vooraf hun routekeuze kunnen maken en weten dat zij af moeten slaan. Wanneer dit pas duidelijk wordt op het kruispunt zelf dan is er sprake van een veelheid aan prikkels en leidt dit tot een zogenoemde 'overload'. Bij het optreden van een overload, is een weggebruiker minder goed in staat om goede beslissingen te nemen waardoor er een grotere kans is op onveilig gedrag.

Uitbuiging

De getoonde uitbuiging tijdens het interview is onvoldoende scherp deze mag nog scherper en dwingender worden gedimensioneerd (volgens een collega verkeerskundige van Kim). Kim voegt hieraan toe dat de weggebruiker voldoende in staat is om de boog in te schatten en de snelheid hierop aan te passen, zolang de (scherpte van de) boog maar voldoende zichtbaar is. Kim raadt niet aan om een bord met een snelheidsgebot te plaatsen, de weggebruiker schat immers zijn eigen snelheid in. Een suggestiebord zou kunnen. Kim verwacht niet dat er een sterk kantelgevaar voor vrachtverkeer zal optreden. Vrachtautochauffeurs zitten immers hoger boven de weg waardoor zij de situatie beter kunnen inschatten. Ook geldt dat weggebruikers een meer voorzichtig snelheidsgedrag zullen vertonen op nieuwe locaties waar zij niet bekend zijn met de vormgeving. Belangrijk bij een veilige, dwingende snelheidsreductie is het tijdig informeren (vooral bij een nieuwe situatie), zichtbaarheid van de uitbuiging en geleidende maatregelen.

Het ontbreken van een snelheidsreductie aan de achterzijde van het voorrangsplein is een nadeel (in verband met fietsers). Het voordeel van de tweevoudige uitbuiging is dat deze hierin voorziet, maar de uitbuiging van het (tijdens het interview) getoonde ontwerp moet dan wel scherper worden gedimensioneerd.

Volgens Kim bestaat er geen balans tussen een geleidelijke vormgeving en een dwingende vormgeving. "Je kiest of voor snelheid of voor verkeersveiligheid". Als snelheidsreductie noodzakelijk is moet de uitbuiging scherp worden uitgevoerd en niet dwingend. Weggebruikers passen zich immers aan de situatie aan en zullen vanzelf het gewenste gedrag vertonen (mits de weginrichting voldoende duidelijk en zichtbaar is). Daarbij komt ook het feit dat een geleidelijke uitbuiging juist kan veroorzaken dat weggebruikers uit de bocht vliegen. Als zij door het soepele uiterlijk de boog onderschatten zullen zij het gedrag niet aanpassen en juist té hard door de uitbuiging rijden.

Fietsers

De inrichting van de fietsinfrastructuur is maatwerk, per situatie moet worden gekeken naar de intensiteiten fietsverkeer en de hierbij noodzakelijke fietsinfrastructuur. Bij een enkelvoudige uitbuiging bestaat de kans dat het gemotoriseerd verkeer de fietsoversteek aan het einde niet verwacht. Omdat automobilisten de 'daadwerkelijke kruispuntsituatie' al gepasseerd zijn zal de snelheid omhoog gaan aangezien dit niet wordt afgedwongen. Om dit effect te verminderen kunnen attentie verhogende maatregelen t.h.v. de fietsoversteek na het voorrangspein worden gepleegd. De fietsinfrastructuur moet logisch, direct en comfortabel worden gerealiseerd om het gewenste (rij)gedrag van fietsers af te dwingen.

-Objectieve veiligheid en subjectieve veiligheid zijn twee verschillende dingen, mensen kunnen misschien wel op een veilige wijze het voorrangspein oversteken (dat wil zeggen: er gebeuren geen ongelukken), maar dit als onveilig ervaren door als met hoge snelheden wordt gereden.

Attentieniveau

Het is niet noodzakelijk om weggebruikers extra te attenderen op het feit dat zij een voorrangspein naderen. Wel kunnen verticale inrichtingselementen bijvoorbeeld de uitbuiging en de fietsoversteek accentueren. Hetgeen de verkeersveiligheid van het voorrangspein verbetert. Daarnaast kan met behulp van bebording en geleidende markering het kruispunt worden ingeleid en verduidelijkt. Kim raadt aan om een suggestiebord te plaatsen en geen maximumsnelheidsbord.

Bebording

Een bewegwijzeringsbord met daarop de contouren van het voorrangspein en de verschillende richtingen draagt bij aan de begrijpbaarheid van het voorrangspein. In een permanente situatie waar veel buitenlokaal verkeer gebruik maakt van het kruispunt is aan te raden om gebruik te maken van een dergelijk bewegwijzeringsbord. In een permanente situatie waar slechts lokaal verkeer gebruik maakt van het kruispunt en er geen sprake is van belangrijke hoofdverbindingen is een bewegwijzeringsbord niet noodzakelijk.

Na de realisatie of ombouw van een voorrangspein is het belangrijk om de nieuwe situatie kenbaar te maken en uit te leggen aan deze lokale weggebruikers. Dit kan bijvoorbeeld door middel van een tijdelijk (bewegwijzerings)bord, met behulp van een tekstkar, bewonersbrieven social media enzovoort.

Beleving van weggebruikers

De doorstroming op de hoofdrichting is natuurlijk veel beter dan andere kruispunten, deze ligt immers in de voorrang. De wachtrijen op de zijwegen zullen hierbij waarschijnlijk ook wel mee vallen. De kruispuntsituatie is overzichtelijk, duidelijk en opgeknipt in verschillende richtingen (middeneiland scheidt hoofdrichting, de bajonetaansluiting scheidt de zijrichting). Weggebruikers zullen het voorrangspein volgens Kim ervaren als een prettige kruispuntvorm.

2.10 Interviewverslag Henk Tromp

Vorrangspoleinen bubeko volgens de grondlegger

Naam: Henk Tromp
Organisatie: Move Mobility
Functie: Grondlegger vorrangspoleinen
Datum: 09-04-2018

Vooraf

Henk heeft een eigen kijk op de verkeerskunde, hij stelt voortdurend dingen ter discussie. Hij vindt het belangrijk om tot een antwoord te komen op de 'waarom-vraag' en vervolgens doelmatig te handelen.

Henk ziet het vorrangspolein als een simpele kruispuntoplossing, de elementen die bij een vorrangspolein gebruikt worden zijn allang bekend in de verkeerskundige wereld, zoals bijvoorbeeld haaiantanden en een middeneiland. Eigenlijk is een vorrangspolein een eenvoudige kruispuntoplossing welke, mits goed ontworpen, logisch en begrijpbaar is voor weggebruikers. De eenvoud van de kruispuntvorm vertaalt zich naar de toenmalige naam van het vorrangspolein, simpelweg: langzaam rijden gaat sneller.

Snelheid

Henk vindt het heel belangrijk dat het vorrangspolein is voorzien van voldoende snelheidsreductie. Hij vraagt zich af hoe het ontwerp van vorrangspoleinen bubeko¹ hierin in voorziet: "Als ik naar jullie ontwerp kijk dan vraag ik me af, hoe hebben jullie nou de snelheid gereduceerd?" Volgens Henk wordt de snelheid nog onvoldoende afgedwongen door de uitbuiging.

Volgens Henk moet een vorrangspolein absoluut niet worden ontworpen op een ontwerpsnelheid van 70 km/u, een lage snelheid op vorrangspoleinen is cruciaal voor de verkeersveiligheid.

Uitbuiging

Henk vindt het onder een hoek plaatsen van het vorrangspolein, waardoor een meer scherpe uitbuiging kan worden gecreëerd, een briljante oplossing. Het grote nadeel van deze uitbuiging is dat er geen tot weinig snelheidsremming na het vorrangspolein is. Dit is niet wenselijk omdat aan de achterzijde nog een fietsoversteek is geplaatst.

Doorstroming

Henk denkt dat in de praktijk de doorstroming van de 70 km/u variant lager zal zijn dan dat van de 50 km/u variant. Dit heeft te maken met de risico-acceptatie van de hiaten. Bij een hoge(re) snelheid is het voor weggebruikers lastiger om de benodigde hiaten juist in te schatten. Weggebruikers zullen bij een hogere snelheid in de praktijk een groter hiaat benodigd zijn omdat zij bij deze hoge snelheid minder risico durven nemen.

Linksaf opstelstrook

De linksaf opstelstrook is volgens Henk riant gedimensioneerd, ook in de 50 km/u variant. Het ontwerp moet namelijk afhankelijk zijn van de behoefte aan opstelruimte, niet aan de snelheidsreductie op de linksaf opstelstrook. Volgens hem is het niet erg dat het links afslaand verkeer wat afremt op de hoofdrichting, dit houdt namelijk de snelheid van het overige verkeer in het gareel. Bij de 50 km/u variant is de opstellengte maatgevend en niet de benodigde ruimte voor de snelheidsreductie.

¹ Destijds is een andere vorm/ontwerp getoond dan het uiteindelijke ontwerp.

Bajonet aansluiting

De redenering dat de rechtse bajonetaansluiting de breedte van het middeneiland kan knippen vind Henk een heldere ontwerpkeuze. Daarnaast begrijpt hij ook de voordelen van de rechtse bajonet ten opzichte van de andere vormgevingen. Wel is het zo dat de aansluiting in het midden in de praktijk het meest gemakkelijk te realiseren is. Henk vindt het belangrijk om geen voorkeursvariant uit te spreken, hierdoor lijkt het alsof de andere varianten niet toepasbaar en per definitie slecht zijn. Henk vindt niet dat de rechtse bajonetaansluiting de enige goede aansluiting is. Daarbij is het ook van belang dat de maatvoering van verschillende ontwerpelementen, zoals de linksaf opstelstrook niet vaststaat. Deze kan namelijk best minder lang worden vormgegeven als de huidige situatie in de praktijk daarom vraagt. Henk is niet tegen de bajonet maar blijf wel transparant en objectief.

Milieu leefbaarheid

De uitstoot van schadelijke stoffen zal bij een voorrangsp plein minder zijn doordat vooral het verkeer op de hoofdrichting minder moet afremmen/stoppen.

Fietsers

Henk vindt het goed om de fietsers op een voorrangsp plein uit de voorrang te plaatsen. Fietsers claimen vaak de voorrang wanneer zij voorrangsgerechtigd zijn, dit levert onveilige situaties op. Als fietsers niet voorrangsgerechtigd zijn maar wel voorrang krijgen van een automobilist is dit geen probleem, de automobilist heeft de fietser immers gezien.

De fietsinfrastructuur moet direct en comfortabel worden toegepast in het ontwerp. Buiten de bebouwde kom is het onwenselijk om op een voorrangsp plein fietsers mee te laten rijden met het gemotoriseerd verkeer. Een fietsoversteek voor twee richtingen aan één zijde van het voorrangsp plein is dan het meest logisch. Verder vindt hij dat fietsers bij een voorrangsp plein (50 km/u) gewoon gelijkvloers kunnen kruisen op de voorwaarde dat de snelheid echt wordt gereduceerd naar 50 km/u. Als de snelheidsreductie van 50 km/u daadwerkelijk wordt behaald ziet Henk geen enkele reden om fietsers niet gelijkvloers te laten oversteken.

Afwegingskader

Belangrijke criteria voor een functioneel afwegingskader zijn volgens Henk niet anders dan de drie verkeerskundige thema's: Verkeersveiligheid, Doorstroming en Leefbaarheid.

Tot slot

Hoewel Henk doorlopend kritische vragen blijft stellen welke betrekking hebben op het ontwerp geeft hij ook aan dat hij goede elementen terug ziet. Deze had hij nog niet eerder toegepast gezien. De bajonetaansluiting, de as verdraaiing van het voorrangsp plein en het verhoogd middeneiland zijn volgens Henk mooie oplossingen en aanvullingen.

Henk is duidelijk geen voorstander van een snelheidsvariant met de snelheid van 70 km/u. Hierdoor neemt immers de doorstroming niet toe en de verkeersveiligheid verslechtert ernstig.

Het voorrangsp plein heeft ook buiten de bebouwde kom potentie. Hoewel een rotonde verkeersveiliger is belemmert deze de verkeersafwikkeling (voornamelijk op de hoofdrichting). Daarnaast is het voorrangsp plein altijd verkeersveiliger dan een voorrangskruispunt (met VRI).

De keuze van de juiste kruispuntvorm is altijd afhankelijk van de intensiteiten op het kruispunt.

2.11 Interviewverslag Atze Dijkstra

Verkeersveiligheid en het voorrangsplein bubeko

Naam: Atze Dijkstra
Organisatie: SWOV
Functie: Verkeersveiligheidsdeskundige
Datum: 11-04-2018

Uitbuiging, stappentheorie en snelheidsreductie

Eigenlijk wil je met een voorrangsplein de verkeersveiligheid van de rotonde behouden en de doorstroming meer faciliteren. Dit gaat natuurlijk nooit op, het verbeteren van de doorstroming én de verkeersveiligheid tegelijkertijd is eigenlijk niet nodig. Aan beide kanten moet je water bij de wijn doen, dus iets minder verkeersveiligheid dan een rotonde maar een betere verkeersafwikkeling op de hoofdrichting.

Buiten de bebouwde kom zijn de ongevallen vaak veel ernstiger, dit wordt grotendeels veroorzaakt door de hogere snelheid. De snelheidsreductie is cruciaal om ongevallen en ernstig letsel te voorkomen of beperken. Het bezwaar tegen het voorrangsplein is dat ten opzichte van een rotonde minder snelheidsreductie op het kruispunt is. De rotonde is altijd veiliger door deze lagere snelheid.

De stappentheorie is eigenlijk ontwikkeld voor een geleidelijke snelheidsreductie op stroomwegen. Het is een goed principe om toe te passen op de uitbuiging van het voorrangsplein. Daarentegen doen we daar ook niet moeilijk over bij rotondes, als je de stappentheorie zou toepassen bij rotondes dan kan je simpelweg geen rotonde ontwerpen. Het is juist de bedoeling (bij rotondes) om te voorzien in een abrupte afdwinging van een lage snelheid.

De gelijkmatige snelheidsremming op het voorrangsplein met de ruime boogstralen is eigenlijk een beetje te lief voor de weggebruiker. De getoonde uitbuiging bij dit interview kan veel scherper worden gedimensioneerd. Mensen krijgen namelijk wel gekkere dingen voor hun neus op een 80-weg. De stappentheorie is een prima principe om toe te passen maar als je een snelheidsreductie van 80 naar 50 wil moet je echt een drastische maatregel treffen. De uitbuiging moet écht dwingend zijn.

Je hoeft niet bang te zijn dat mensen uit de bocht vliegen, dit zou dan bij een haakse bocht moeten gebeuren zoals bij bijvoorbeeld een rotonde. Bij rotondes vliegen automobilisten ook niet uit de bocht. Daarom kan bij een voorrangsplein prima gebruik worden gemaakt van scherpe boogstralen/bochten zoals die van een rotonde. Bij een rotonde wordt de snelheid extreem sterk afgedwongen, bij een voorrangsplein zou Atze een iets minder lage snelheid afdwingen. Toch moet de snelheid(reductie) zeker niet te 'lief' zijn op een voorrangsplein. Het ontwerpprincipes van een rotonde is een goede methode om de gewenste snelheid af te dwingen op voorrangsplassen.

De bewegwijzering geeft aan dat weggebruikers een kruispunt naderen en verhoogt het attentieniveau. Hierdoor verwacht Atze niet dat weggebruikers zullen worden verrast door het voorrangsplein. Extra bebording kan altijd, maar je moet uitkijken dat het niet teveel wordt. Buiten de bewegwijzering hoeft er geen speciaal bord voor het voorrangsplein te komen of om te waarschuwen voor de uitbuiging voorafgaand aan het voorrangsplein. Wanneer sprake is van een nieuwe situatie zou je extra attentieniveau verhogende maatregelen toe kunnen passen. Nadat de weggebruiker bekend is met de situatie is dit niet meer nodig. Het kan zijn dat er door een hoog aandeel afslaand verkeer op een voorrangsplein een hoge snelheidsreductie is doordat het achteroprijdende verkeer moet afremmen voor het afslaand verkeer. De snelheid moet niet worden afgedwongen door het afslaand verkeer maar door het ontwerp. Bij de enkelvoudige uitbuiging zal het 'knikje' na het voorrangsplein niet voorzien in snelheidsreductie.

Uniformiteit

Uniformiteit in kruispunten is zeer belangrijk, bij rotondes is het een soort van gelukt.. ze zijn namelijk allemaal rond. Maar als je kijkt naar alle variaties binnen turborotondes dan toont het aan dat uniformiteit in kruispunten best moeilijk te behalen is. Het is van belang om kruispunten zo uniform mogelijk te houden in vormgeving. Weggebruikers moeten weten dat het voorrangsplein wat anders is dan andere kruispunten. De rechthoekigheid het middeneiland op een voorrangsplein kan hierbij een rol spelen. De rechthoekigheid onderscheidt het voorrangsplein van een rotonde.

Aansluiting

Atze is de voorkeur voor de bajonetaansluiting op voorrangspijnen nog niet eerder in de literatuur tegengekomen. Vaak wordt de aansluiting in het midden toegepast. In veel bestaande situaties sluiten de erftoegangswegen recht aan op het kruispunt, hierdoor is het lastiger om een bajonet in te passen.

Het belangrijkste bij een bajonetaansluiting is dat de weggebruiker schuin opstelt en het voorrangsplein niet in een keer over kan steken. Hierdoor worden de ernstigste dwarsconflicten vermeden. Het schuin opstellen van auto's op de keerlus zorgt ervoor dat als zij in conflict komen met verkeer op de hoofdrijbaan dat dit meer een langsconflict is dan een dwarsconflict. (dwarsconflicten zijn onveiliger) Atze ziet nergens in de literatuur bevestigd welke aansluitingsvorm de voorkeur heeft, vaak wordt de middenaansluiting toegepast.

Ongevallenstudies

Ongevallenstudies naar voorrangspijnen heeft de SWOV nog niet kunnen doen, dit omdat de ongevallenregistratie de laatste jaren zo slecht is. De SWOV zou dolgraag nog een keer een ongevallenstudie naar het voorrangsplein doen.

Zolang er geen ongevallenstudies naar het voorrangsplein zijn gedaan, is het nog niet mogelijk om representatieve en betrouwbare uitspraken te doen over de verkeersveiligheid van een voorrangsplein.

Hetzelfde geldt voor de uitbuiging, de juiste maatvoering van de uitbuiging (is hij dwingend genoeg of te dwingend?) zal pas blijken na realisatie. Dit is theoretisch haast niet perfect vast te stellen.

Linksaf opstelstrook

De linksaf opstelstrook moet niet te kort zijn anders heb je er niks aan. Bij voorrangspijnen buiten de bebouwde kom vindt Atze de linksaf opstelstrook een absolute must! Daarbij moet hij van voldoende lengte zijn om de benodigde snelheidsreductie plaats te laten vinden. Anders is het mogelijk dat achteropkomend verkeer en links afslaand verkeer in (langs)conflict komen.

Middeneiland

Het verhogen van het middeneiland is volgens Atze een prima manier om het doorzicht te beperken en de weggebruiker erop te attenderen dat deze een kruispuntsituatie nadert. Dit werpt immers op rotondes ook zijn vruchten af.

Fietsers

De fietsproblematiek is binnenstedelijk veel groter dan buiten stedelijk. Daarom is dit een minder belangrijk aspect dan bij voorrangspoleinen binnen de bebouwde kom. Het bezwaar bij voorrangspoleinen is dat fietsers een indirecte route hebben op het voorrangspolein. Bij een turbotonde is het min of meer een must om fietsers ongelijkvloers te ontsluiten, maar ook daar gebeurt het niet altijd.

Een fietsoversteek aan twee zijden van de weg is in een bubeko situatie wel heel bijzonder, meestal is namelijk sprake van maar één (tweerichtingen) fietsoversteek. Het beperken van het kleine risico op afdekconflicten van fietsers is daarbij een klein aandachtspunt. Het is beter om één tweerichtingen oversteek te realiseren, er zal immers geen enkele fietser zijn die zal gaan omrijden.

De fietser weet dat hij buiten de bebouwde kom (altijd)voorrang moet verlenen op kruispunten. Dit is een belangrijke reden om fietsers op alle richtingen uit de voorrang te plaatsen. Omwille van uniformiteit is het noodzakelijk om fietsers uit de voorrang te houden op alle richtingen.

Atze vindt het voorrangspolein voor fietsers verkeersveiliger dan rotondes. Bij rotondes (met fietsers in de voorrang) moeten auto's fietsers voorrang verlenen, maar dit lukt niet altijd. Als de automobilist de fietser niet waarneemt en de fietser wel zijn voorrang neemt dan ontstaat er een conflict. Dit is niet het geval bij voorrangspoleinen, hier zijn fietsers namelijk niet voorrangsgerechtigd (op de oversteeken op de hoofdrichting). Dit betekent dat buiten de bebouwde kom het verkeersveiliger is om fietsers uit de voorrang te plaatsen.

De opkomst van Rotondes

De opkomst van de rotonde is aangejaagd doordat het in die tijd een soort van mode was om rotondes aan te leggen. Zonder dat je er moeite voor hoefde te doen werden ze gewoon aangelegd.

De kruispuntvorm is overgewaaid vanuit Frankrijk. Men ging hier op vakantie en ervoeren de voordelen van de rotonde. Daarnaast was er destijds een goede ongevallenregistratie. Waardoor gemakkelijk evaluatiestudies konden worden gedaan welke aantoonde dat een rotonde écht veel veiliger was dan andere kruispuntvormen.

De ervaring met voorrangspoleinen op grote schaal ontbreekt, in het buitenland worden ze ook niet toegepast. Daarnaast is het zeer lastig om een goede evaluatiestudies te doen van voorrangspoleinen door de slechte ongevallenregistratie.

Onderzoek

Om een ongevallenanalyse te kunnen doen van een kruispuntvorm moet deze kruispuntvorm meerdere jaren bestaan en in 'grote getallen'. Als dit het geval is zijn er voldoende ongevallen op deze kruispunten om hier statistisch gezien een betrouwbare analyse van te doen. Dit is bij voorrangspoleinen niet het geval, onvoldoende ongevallendata is bekend van deze kruispunttypen en hierdoor kan op deze manier geen betrouwbare uitspraak worden gedaan over de verkeersveiligheid van dit kruispunt. Hier komt ook nog bij dat de laatste jaren de ongevallenregistratie zeer beperkt is. Als ongevallen (op voorrangspoleinen) al worden geregistreerd ontbreekt het vaak aan voldoende uitgebreide ongevallengegevens. Op deze manier kan geen verantwoorde uitspraak worden gedaan op basis van deze analyse.

Een goede manier om de verkeersveiligheid van voorrangspoleinen te onderzoeken is een (theoretisch) onderzoek naar: snelheid(sveranderingen), voorrangsgedrag, manoeuvres die plaatsvinden/conflictypen.

Veilige snelheden

De veilige snelheid is een snelheid waarbij geen ernstig letsel optreedt. Een auto is zo ontworpen dat de inzittenden bij een botsing beschermd worden door de kooiconstructie, gordels en airbags. De bescherming is bij een zijdelingse botsing moeilijker te realiseren dan bij een frontale botsing. Daarom is bij een frontale botsing de veilige snelheid hoger dan bij een zijdelingse botsing. Op een locatie met verschillende soorten botsingsmogelijkheden geldt als veilige snelheid de snelheid die past bij het ongunstigste botsingstype: op een kruispunt is dat de zijdelingse botsing, dus de veilige snelheid is daar 50 km/h. De snelheid van 30 km/u is een veilige snelheid voor conflicten tussen fietsers en auto's. Een snelheid van 50 kilometer per uur bij gemotoriseerd verkeer en fietsers is geen veilige botssnelheid en is dus niet gewenst. Echter doordat fietsers uit de voorrang worden geplaatst wordt dit risico een beetje gecompenseerd. Een Frontale botsing blijft een hevig soort botsing. Dus bij hogere snelheid dan 70 km/h loopt het meestal slecht af, ondanks de bescherming door het voertuig. Tevens maakt het uit of beide voertuigen snel rijden of maar een van de twee: het snelheidsverschil is namelijk ook erg bepalend voor de afloop. In 2000 waren voertuigen minder botsveilig dan nu. Daarom is destijds de veilige snelheid voor frontale botsingen verlaagd van 80 naar 70 km/h.

Beoordeling voorkeursvariant/voorrangsp plein

De snelheidsremming op een voorrangsp plein, getrapte manier waarop het links afslaan gebeurt, het voorkomen dat in één keer de hoofdweg wordt overgestoken en het verhoogd middeneiland, zijn volgens Atze voordelen van het voorrangsp plein. Een nadeel van de getoonde varianten is de indirecte ontsluiting van fietsverkeer.

Natuurlijk zijn er wat verschillen in verkeersveiligheid door een andere aansluiting, maar de verschillen tussen de verschillende vormgevingsvarianten zijn volgens Atze marginaal. Hij ziet dit als volgt: Als je de verschillende vormgevingen met elkaar vergelijkt dan zal ongetwijfeld de rechtse bajonetaansluiting de meeste voordelen kennen. Echter wanneer je de verschillende varianten vergelijkt met andere kruispuntvormen dan zijn de verschillen gering.

De rechtse bajonetaansluiting hoeft niet koste wat het kost altijd gerealiseerd te worden. Als de aansluiting in het midden van oudsher al op die wijze is aangesloten en de rechtse bajonetaansluiting niet kan worden aangepast is de aansluiting in het midden ook een acceptabele/ juiste vormgeving. De verschillen tussen de verschillende vormgevingen zijn stevig onderbouwd, Atze vindt dat de ontwerpen goed doordacht zijn.

Conflictpunten

Er zijn diverse conflicten mogelijk op het voorrangsp plein, het wel of niet samennemen van de conflictpunten is een dilemma. Eén ding is zeker, het voorrangsp plein kent minder conflictpunten dan een rotonde en meer conflictpunten dan een voorrangsp plein. De twee conflicten die eigenlijk niet op kunnen treden (in het rapport zachte conflictpunten genoemd) bestempelt Atze niet als conflict. Bij de aansluiting in het midden en de linkse bajonetaansluiting treden de 'extra' conflictpunten op de linksaf opstelstrook wél op. Het verkeer rijdt hier immers al eerder op dan bij de rechtse bajonetaansluiting.

Verder is het relevant welk type conflict er kan optreden.

Echte 'harde' dwarsconflicten treden niet op bij het voorrangsp plein. De voertuigen vanaf de zijweg of linksaf opstelstrook staan zo opgesteld dat zij meer convergeren, hierdoor zullen zij niet volledig in dwarsconflict komen met andere weggebruikers. Bij rotondes is dit nog meer het geval.

Het frontale conflict wordt vermeden op voorrangsp leinen doordat het verkeer op het voorrangsp plein om elkaar heen rijdt. Het invoegen wordt op een zachte manier gedaan, dit is de meest veilige manoeuvre.

Verschillende kruispuntvormen

De rotonde staat op het gebied van verkeersveiligheid met stipt op nummer 1. Daarna volgt het voorrangsplein, zo verwacht Atze. Daarna volgt het voorrangskruispunt zonder verkeerslichten en het bajonetkruispunt. Voorrangskruispunten met verkeerslichten zijn absoluut het meest onveilig. Wanneer een ongevallenstudie wordt uitgevoerd dan kan deze veronderstelling definitief worden bevestigd.

Afwegingskader

De weging van de verschillende criteria staat voorop, wat vindt de wegbeheerder belangrijk?

Intensiteitspatronen op een kruispunt staat voorop. Dit verhoudt zich met het criterium 'capaciteit/doorstroming'. Het kruispunt moet voldoende verkeer kunnen verwerken om te kunnen functioneren. Bij een enkelstrooksrotonde is de capaciteit vaak een beperking. Vervolgens is verkeersveiligheid een zeer belangrijk criterium. Ruimtegebruik is ook niet onbelangrijk, bij beperkte ruimte is het immers niet mogelijk om bepaalde kruispuntvormen toe te passen. Tot slot zijn kosten en milieu/leefbaarheid belangrijke afwegingscriteria.

De rotonde scoort minder goed op het criterium leefbaarheid. Bij een rotonde moet het verkeer op alle richtingen altijd sterk afremmen. Dit komt het beperken van de uitstoot van schadelijke stoffen niet ten goede.

3 Ontwerpproces

3.1 Algemene ontwerpelementen

In deze paragraaf wordt per ontwerpelement verduidelijkt welke verkeerskundige functie deze kent en welke variaties in vormgeving bestaan. De ontwerpelementen worden op alfabetische volgorde beschreven.

Ieder (vergelijkbaar) kruispunttype kent ontwerpelementen welke standaard worden toegepast. Deze ontwerpelementen kennen wel degelijk een belangrijke verkeerskundige functie maar dit zijn geen unieke of fundamentele ontwerpelementen van een voorrangsp plein bubeko. In deze paragraaf worden alle algemene ontwerpelementen met hun functie op alfabetische volgorde kort toegelicht. De dimensies van deze elementen zijn gebaseerd op de (standaard) richtlijnen van het CROW. Voor de maatvoering van deze elementen wordt verwezen naar de volgende publicaties:

Wegontwerp bubeko met HWO:

- Handboek wegontwerp 2013 – Basiscriteria (CROW, 2013);
- Handboek wegontwerp 2013 – Erftoegangswegen (CROW, 2013);
- Handboek wegontwerp 2013 – Gebiedsontsluitingswegen (CROW, 2013);
- Turborotondes (CROW, 2008).

Algemeen:

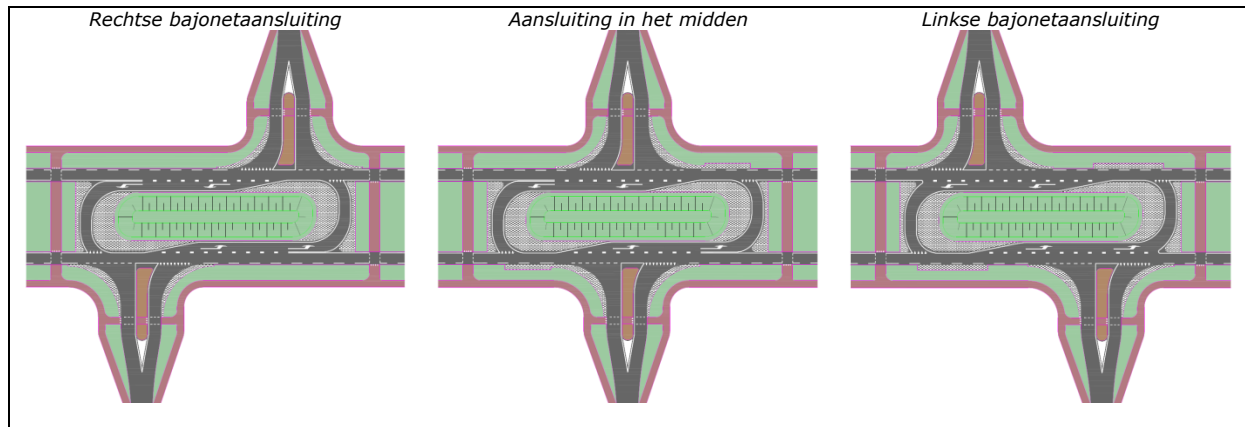
- Richtlijnen voor de bebakening en markering van wegen 2015 (CROW, 2015);
- Ontwerpwijzer fietsverkeer (CROW 2016).

Wegontwerp bibeko (enkel als maatvoeringen niet voorhanden zijn in HWO bubeko):

- ASVV 2012 (CROW, 2012);
- Eenheid in rotondes (CROW, 2012).

Aansluiting (zijwegen)

De aansluiting van zijwegen met de gebiedsontsluitingswegen maakt uitwisseling van verkeer op de ondergeschikte zijrichting met de dominante hoofdstroom mogelijk. De zijweg dient bij voorkeur haaks aangesloten te worden op de kruisende gebiedsontsluitingsweg. Een aansluiting in het midden van het kruispunt is in de praktijk de meest gangbare vorm. Naast de aansluiting in het midden zijn twee andere aansluitingsvormen mogelijk, te weten: de rechtse bajonetaansluiting en de linkse bajonetaansluiting. Beide bajonet aansluitingen worden niet recht tegenover de opstelstrook gerealiseerd maar 'uit het lood'. Figuur 3.1 toont de verschillende aansluitingsvormen.



Figuur 3.1 Verschillende aansluitingsvormen

Berm

Binnen het vakgebied wegontwerp bestaan drie soorten bermen: de middenberm, tussenberm en buitenberm. Deze kennen allen een overeenkomende verkeerskundige functie. De berm biedt een veilige ruimte aan uit koersgeraakte voertuigen. Doordat uit koersgeraakte voertuigen in de berm ruimte vinden om te corrigeren of tot stilstand te komen wordt het risico op ongevallen in de dwars- of langsrichting verkleind. Ook kent de berm een constructieve functie, de berm wordt namelijk ook gebruikt voor het plaatsen van lichtmasten, bebakening en bebording. Hierbij is een belangrijk aandachtspunt dat deze constructieve elementen het zicht niet dienen te belemmeren en zich niet mogen bevinden in de obstakelvrije ruimte. De obstakelvrije ruimte is het gebied langs de rijbaan waarin geen obstakels (zoals bomen en wegmeubilair) mogen voorkomen. De maatvoering van de berm is afhankelijk van de benodigde obstakelvrije ruimte. Tot slot heeft de berm een landschappelijke/esthetische functie en voorziet de berm in waterhuishouding.

Boogstraal

De straal van de horizontale boog wordt uitgedrukt in radius (r). Deze maat staat in relatie met de ontwerpssnelheid en verkantingswaarde. Verder hangt de juiste straal van een boog samen met: de berijdbaarheid van de boog, zichtlijnen en ruimtelijke inpassing. De snelheidsreductie wordt bewerkstelligd door de scherpste van de bocht ofwel de krapte van de boogstralen. In dit onderzoek wordt afgeweken van de geldende richtlijnen. De onderbouwing van de boogstralen wordt uiteengezet in de theoretische en praktische benadering. Dit wordt toegelicht in paragraaf 3.3.

Fietsinfrastructuur

De fietsinfrastructuur voorziet in een vlotte afwikkeling van het (brom)fietsverkeer. Binnen het ontwerp kan gevarieerd worden in: de plaats van het fietspad, het aantal richtingen, de locatie van de fietsoversteek, de voorrangregeling en de uitbuiging van het fietspad. De vormgeving is afhankelijk van de intensiteit fietsverkeer, de aanwezigheid van fietsinfrastructuur in de huidige situatie en wensen van de wegbeheerder. Belangrijke aandachtspunten bij dit ontwerpelement zijn het waarborgen van de directheid, het comfort en de verkeersveiligheid.

In kruispuntsituaties bubeko is vaak sprake van maar één (tweerichtingen) fietsoversteek, een tweerichtingenfietspad aan één zijde van de weg of parallelvoorzieningen. In het ontwerpproces van dit onderzoek is besloten om gebruik te maken van fietsinfrastructuur in alle richtingen. Hoewel de praktische relevantie hiervan te betwijfelen is draagt deze werkwijze het best bij aan het inzichtelijk verkrijgen van belangrijke aandachtspunten voor het fietsverkeer.

Voorrangssituatie

In het ontwerp voorrangspoleinen bubeko zijn fietsers op alle richtingen uit de voorrang geplaatst. De belangrijkste onderbouwing voor deze keuze is om te voorzien in uniformiteit in voorrangregeling tussen rotondes bubeko en voorrangspoleinen bubeko. Weggebruikers verwarren het voorrangspolein namelijk nogal eens met een 'langwerpige rotonde'. De gekozen voorrangregeling valt binnen het verwachtingspatroon van zowel de fietser als de gemotoriseerde weggebruiker en zorgt voor duidelijkheid.

Een andere reden voor het uit de voorrang plaatsen van fietsverkeer is dat kruispuntsituaties bubeko over het algemeen een lage intensiteit fietsverkeer kennen. De ondergeschikte positie van de fietser in intensiteit aan het gemotoriseerd verkeer zorgt ervoor dat het belang van de doorstroming van gemotoriseerd verkeer boven de doorstroming van het fietsverkeer wordt geplaatst. Tevens bestaat het risico dat overstekend fietsverkeer over het hoofd wordt gezien door automobilisten. Aangezien de fietser niet prominent in aantallen aanwezig is in bubeko situaties wordt de automobilist verrast met een overstekende fietser welke niet wordt verwacht. Het in de voorrang plaatsen van fietsers zal in dit geval alleen schijnveiligheid creëren.

De uitbuiging van het fietspad in de hoofdrichting bij fietsers uit de voorrang moet volgens de richtlijnen 5 meter of meer bedragen (CROW, 2013). In dit ontwerp is gekozen voor een uitbuiging van 15 meter. Deze maatvoering is gekozen om te voorkomen dat fietsers zich opstellen binnen de sleeplijn van vrachtverkeer.

Barrièrewerking

Fietsers in de hoofdrichting kunnen door de toepassing van een middeneiland in twee fasen oversteken. Door de middengeleider op de zijweg te verlengen wordt een rustpunt voor fietsers op de zijrichting gecreëerd. De toepassing van een twee fasen oversteek op beide oversteekrichtingen beperkt de barrièrewerking en zorgt voor een betere oversteekbaarheid voor fietsverkeer.

Hiaatmaker

Uit onderzoek van (Bout & Olijve, 2015) blijkt dat de capaciteit van een voorrangspolein bibeko kan worden gerekt door hiaatmakers toe te passen. Een Hiaatmaker is een doseerlicht welke bij hoge intensiteiten hiaten creëert in de verkeersstroom op de hoofdrichting van het voorrangspolein. Zodoende krijgt het verkeer op de aansluitende zijwegen de mogelijkheid om het voorrangspolein over te steken of in te voegen, en worden de wachttijden op de zijwegen verminderd. De verkeersafwikkeling op de hoofdrichting wordt belemmerd door het toepassen van hiaatmakers. Hetgeen zal leiden tot ongunstige effecten op de verkeersveiligheid en doorstroming van gebiedsontsluitingswegen bubeko. Een voorbeeld hiervan is terugslag op een naburig kruispunt. Daarom wordt aanbevolen om bij voorrangspoleinen bubeko géén hiaatmakers toe te passen.

Markering

De op het wegdek aangebrachte markeringen in de vorm van strepen, pijlen en symbolen dienen ter regeling, waarschuwing en geleiding van het verkeer. In het ontwerp voortvloeiend uit dit onderzoek kent de markering een gebiedende, geleidende en informatieve functie.

Overgangsbog

Overgangsbogen worden in het algemeen toegepast tussen rechtstanden en bogen en tussen bogen onderling om te zorgen voor een geleidelijke overgang. Hierdoor worden knikken in het wegbeeld vermeden en kan een geleidelijke stuurverdraaiing plaatsvinden. Verder bieden overgangsbogen ruimte voor bochtverbreding en verkantingsovergang. Overgangsbogen worden in dit onderzoek niet toegepast, omdat het dwingende karakter van de S-boog hierdoor teniet wordt gedaan. Daarnaast worden overgangsbogen in de praktijk vaak niet toegepast bij ontwerpsnelheden lager dan 80 km/u.

Rechtsaf vak

Net als de linksaf opstelstrook biedt het rechtsaf vak het verkeer de ruimte om veilig en comfortabel af te remmen. Hierdoor neemt de kans op kop-staart ongevallen op de doorgaande rijstrook af. Echter kent het rechtsaf vak een sterk nadeel op de verkeersveiligheid. Het verkeer op de doorgaande rijstrook wordt namelijk aan het zicht van het verkeer op de zijrichting onttrokken. Hierdoor neemt het verkeer op de zijrichting het doorgaand verkeer op de hoofdrichting niet waar en ontstaan zogenoemde afdekongevallen. Aangezien het risico op en de ernst van afdekongevallen groter is dan het risico op en de ernst van kop-staart ongevallen, worden rechtsaf vakken niet toegepast.

Rechtstand

Een korte rechtstand na de uitbuiging kan worden toegepast. De belangrijkste functie van de rechtstand is dat de fietsoversteek kan aldaar kan worden toegepast. Zodoende conflicteren de sleeplijnen van lange voertuigen niet met opgestelde fietsers. Daarnaast verbetert een korte rechtstand het (oprij)zicht van voertuigen, welke staan opgesteld op de linksaf opstelstrook, op de aanrijdende voertuigen welke zich op de S-boog(uitbuiging) bevinden. Hierdoor worden voertuigen niet aan het zicht onttrokken. De aanwezigheid en maatvoering van een korte rechtstand is per situatie afhankelijk.

Redresseerstrook

Als onderdeel van de rijbaan wordt een redresseerstrook aan de bermzijde van een rijstrook toegepast. De redresseerstrook biedt weggebruikers de ruimte om kleine koersafwijkingen op te vangen. Zodoende draagt dit ontwerpelement bij aan de vergevingsgezindheid van het kruispunt. De maatvoering van de redresseerstrook is afhankelijk van de ontwerpsnelheid.

Rijstrook

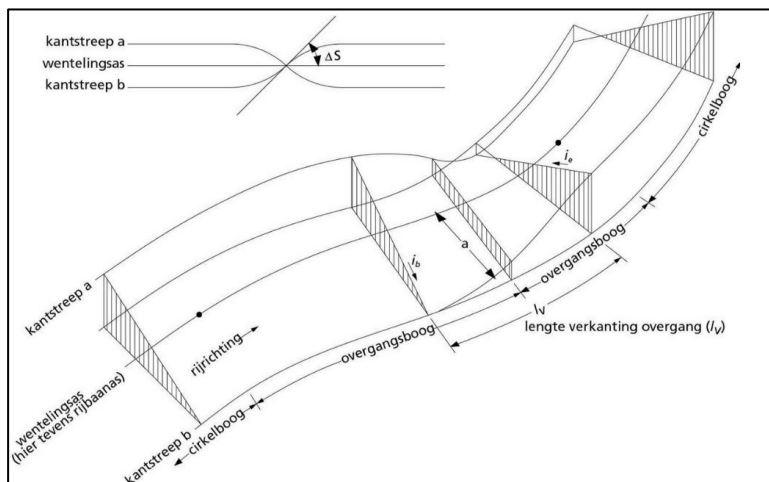
De rijstrook biedt ruimte voor het afwikkelen van het verkeer. Een belangrijk kenmerk van de doorgaande rijstrook is dat deze altijd de voorrang geniet ten opzichte van het verkeer op de ondergeschikte zijrichting. Er is altijd sprake van één enkele doorgaande rijstrook. De maatvoering van de doorgaande rijstrook is afhankelijk van de benodigde verkeersruimte van het maatgevend ontwerpvoertuig. De verkeersruimte bestaat uit de breedte van het maatgevend ontwerpvoertuig en de grootte van de vetergang. Op de ondergeschikte zijrichting is geen sprake van een onderverdeling in richtingen en/of rijstroken, maar van één rijloper. Een rijloper biedt verkeersruimte voor het verkeer in beide richtingen.

Verkanting

De dwarshelling in wegen wordt verkanting genoemd. Verkanting wordt toegepast om zijdelingse krachten (middelpuntvliedende kracht) welke op het voertuig werken op te vangen. Hierdoor wordt het comfort en daarmee de berijdbaarheid van bogen vergroot. De verkanting kent ook een constructieve functie, namelijk het voorzien in een goede afwatering van wegen. Er bestaan twee soorten verkanting: negatieve en positieve verkanting. Bij een sterke(re) positieve verkanting zijn krappere boogstralen bij eenzelfde ontwerpsnelheid mogelijk. De uiterste waarden van verkanting op gebiedsontsluitingswegen zijn -2,5% en (+)5%. Doorgaans wordt een standaardwaarde van 2,5% op gebiedsontsluitingswegen (dakprofiel) gehanteerd. In dit onderzoek is de waarde van 2,5% aangehouden. Reden hiertoe is dat verkantingsovergang tussen rechtstand en boog hierdoor niet noodzakelijk is. Aanbevolen wordt om geen negatieve verkanting toe te passen in verband met het voorkomen van het kantelen van vrachtauto's.

Verkantingsovergang

Het verschil in (positieve en negatieve) verkanting wordt vloeiend opgevangen in een verkantingsovergang. De verkantingsovergang vindt normaal gesproken plaats in de overgangsboog. Aangezien de overgangsboog niet wordt toegepast wordt de verkantingsovergang geleidelijk toegepast aan het einde van de eerste boog en het begin van de tweede boog. In Figuur 3.2 is het principe van de verkantingsovergang weergegeven.



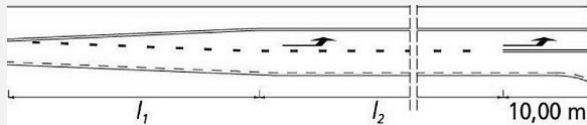
Figuur 3.2 Principe van de verkantingsovergang

3.2 Linksaf opstelstrook: maatvoering



Berekening linksaf opstelstrook

De linksaf opstelstrook bestaat uit drie onderdelen (zie Figuur 3.3): 'de kop' (L_1), de deceleratieafstand (L_2/L_d) en 'de staart' (L_3).



Figuur 3.3 Onderdelen linksaf opstelstrook

L_1 : Om te voorzien in een geleidelijke maar korte overgang wordt de verhouding 1:5 toegepast;

L_2/L_d : De deceleratieafstand wordt berekend met onderstaande formule, deze is gebaseerd op (Richtlijn Ontwerp Autosnelwegen (ROA) 2017 en Handboek wegontwerp 2013);

L_3 : Voor de staart van de linksaf opstelstrook wordt de standaardwaarde van 10 meter volgens richtlijnen toegepast (Handboek wegontwerp 2013).

$$L_d = \left(\frac{V_o^2 - V_a^2}{256 \cdot \left(\frac{d}{g} + \frac{p}{100} \right)} \right)$$

L_d	=	deceleratietafstand (m);
V_o	=	ontwerpsnelheid (personenauto's) van doorgaande rijstrook na uitbuiging (km/u);
V_a	=	ontwerpsnelheid (personenauto's) linksaf boog (km/u);
d	=	remvertraging (4 m/s)
g	=	zwaartekrachtversnelling (9,81 m/s)
p	=	hellingspercentage van de weg (0%)

De waarde van L_d V50 is 25 meter, de waarde van L_d V70 is 45 meter. Voor overige maatvoeringen zoals de breedte van de strook wordt verwezen naar het Handboek wegontwerp (CROW, 2013).

3.3 De uitbuiging: theoretisch en praktisch benaderd

Aan de hand van uitgangspunten is vastgesteld dat de snelheidsreducerende S-boog (uitbuiging) moet worden gedimensioneerd op een ontwerpsnelheid van 50 km/u en 70 km/u. Bij de vormgeving van de S-boog zijn de volgende technische elementen van belang: boogstraal van de boog, overgangsbogen, verkanting en verkantingsovergang (zie bijlage 3.1). De S-boog wordt vormgegeven volgens de zogenoemde stappentheorie.

Aangezien wordt afgeweken van geldende richtlijnen wordt de onderbouwing hiervoor toegelicht in een theoretische- en praktische benadering. Belangrijke aandachtspunten bij horizontale bogen zijn boogdetectie en zichtafstanden.

Een belangrijke kanttekening bij de interpretatie van de uitgewerkte waarden en maatvoering is dat deze aan de hand van uitgangspunten van dit onderzoek zijn vastgesteld. Aanbevolen wordt om volgens deze ontwerpfilosofie de maatvoering voor specifieke situaties te bepalen, echter is dit niet bindend. Het is mogelijk om te variëren in onder andere de maatvoering, boogstralen en verkantingsovergangen.

Allereerst wordt de stappentheorie toegelicht. Daarna volgt het een uiteenzetting van het proces waarbij wordt toegelicht hoe van theoretische benadering naar praktische benadering is gekomen. En hoe dit zich vertaalt naar de gehanteerde boogstralen in de verschillende ontwerpvarianten.

Stappentheorie:

De snelheidsreductie van de S-boog bedraagt in de v50 variant 30 km/u. Om te voorkomen dat een abrupt verschil in ontwerpsnelheid leidt tot een verkeersveiligheidsrisico (uit koers rakende voertuigen) wordt de snelheid geleidelijk afgebouwd. Deze geleidelijke snelheidsafbouw is gebaseerd op de 'stappentheorie'. Deze theorie wordt oorspronkelijk toegepast om te voorzien in een comfortabele en veilige snelheidsafbouw op afritten van stroomwegen. De ontwerpsnelheid in de horizontale S-boog v50 wordt in stappen gereduceerd van 80 km/u naar 65 km/u (eerste boog) tot 50 km/u (tweede boog). De eerste boog kent een geleidend en attentieverhogende functie, de tweede boog zorgt voor een gedwongen snelheidsreductie.

De theoretische benadering:

Doorgaans wordt bij het dimensioneren van horizontale bogen het handboek wegonwerp gebiedsontsluitingswegen (HWO-GOW) geraadpleegd (CROW, 2013). Volgend op deze richtlijnen dienen boogstralen bij ontwerpsnelheden v_{50} en v_{70} (bij standaardwaarde verkanting 2,5%) niet kleiner dan $r=95$ en $r=210$ te worden toegepast. De hierin geldende richtlijnen schrijven op basis van het 'slipcriterium' per ontwerpsnelheid wat veilige en comfortabele boogstralen en verkantingswaarden zijn. Twee andere belangrijke 'theoretische' criteria welke aan horizontale boogstralen en verkanting worden gesteld zijn: het 'kantelcriterium' en het 'comfortcriterium' (Broeren, 2013).



De drie theoretische criteria

Slipcriterium

Bij het bereiken van deze grens raakt een voertuig uit koers of zelfs van de weg. Het slipcriterium wordt bepaald aan de hand van de dwarsstroefheid van het wegdek en de wrijvingsweerstand van de band (de wrijvingscoëfficiënt) (Broeren, 2013).

Kantelcriterium

Wanneer deze grens bereikt wordt zal een vrachtvoertuig kantelen of scharen. Bij deze grens is de op het voertuigwerkende centrifugaal kracht van een maatgevend vrachtvoertuig bepalend (Tromp J. , 1997).

Comfortcriterium

Het comfortcriterium heeft betrekking op het door de weggebruiker ervaren comfortniveau in horizontale bogen. Bij een hoge snelheid in een krappe boogstralen ervaart een weggebruiker discomfort en zal deze de snelheid minderen. De in dwarsrichting werkende krachten zijn bepalend voor het comfortcriterium (Broeren, 2013).

De waarden welke ten grondslag liggen aan de drie bovengenoemde criteria zijn gebaseerd op meetwaarden uit de jaren '70. Door ontwikkelingen op het gebied van voertuigtechniek, banden en wegverharding zijn de gedateerde meetwaarden achterhaald en onderwerp van discussie. In opdracht van Rijkswaterstaat is verkennend onderzoek uitgevoerd naar de actualisatie van de theorieën en ontwerprichtlijnen. Uit het onderzoek blijkt dat niet het slipcriterium maar vooral het kantelcriterium mogelijk maatgevend kan zijn bij de veilige dimensionering van kleinere boogstralen. Momenteel loopt een onderzoeksprogramma binnen Rijkswaterstaat om de juiste waarden voor dwarsstroefheid te bepalen (Broeren, 2013).

De praktische benadering:

De ingewikkelde materie van de theoretische benadering leidt niet tot ruimtelijk inpasbare en dwingende boogstralen van een snelheidsreducerende S-boog. Naast het feit dat de onderliggende grenswaarden ter discussie staan bestaat nog een beperking in de bruikbaarheid van de theoretische benadering. Werkelijk gereden snelheden in bogen in de praktijk zijn vaak hoger dan de (theoretisch bepaalde) ontwerpsnelheden. Uit onderzoek naar snelheidsprofielen op verbindingbogen van stroomwegen blijkt dat de gereden snelheden circa 15-25 km/u hoger zijn dan de ontwerpsnelheid (De Jong & Broeren, 2016). Gegevens van snelheidsprofielen op gebiedsontsluitingswegen zijn niet beschikbaar, maar aangenomen mag worden dat dit effect ook van toepassing is op gebiedsontsluitingswegen, hetzij in mindere mate. De ontwerpfilosofie van horizontale bogen in stroomwegen en gebiedsontsluitingswegen is immers overeenkomstig.

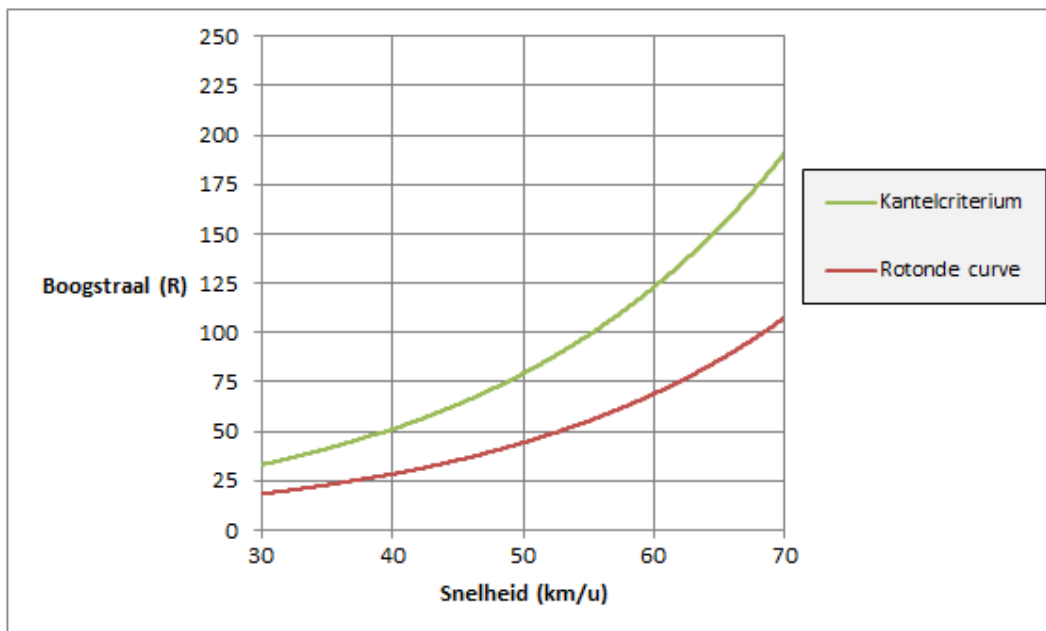
Deskundigen met verschillende achtergronden bevestigen de relevantie van de praktische benadering. De volgende onderbouwingen zijn hiervoor genoemd:

-  *Om te voorkomen dat grote snelheidsverschillen op het voorrangspein optreden is de praktische benadering - gebaseerd op werkelijk gereden snelheden - in dit onderzoek bruikbaar dan de theoretische benadering (fictieve snelheden) (senior adviseur Arcadis: P. Broeren, persoonlijke communicatie, 27-03-2018).*
-  *Een boogstraal van $r=50$ is toepasbaar in de S-boog van voorrangspeinen. Bij rotondes wordt de snelheid immers ook afgedwongen door krappe aansluitende boogstralen zonder dat dit leidt tot verkeersonveilige situaties (verkeerskundig ontwerper Roelofs: M.J. Olijve, persoonlijke communicatie, 27-03-2018).*
-  *Uit het interview met een gedragsdeskundige blijkt dat weggebruikers voldoende in staat zijn om de scherppte van de S-boog in te schatten en de snelheid hierop aan te passen (Ruijs, 2018).*
-  *Een aandachtspunt bij een scherpe S-boog blijft wel dat attentie verhogende maatregelen noodzakelijk zijn om weggebruikers te attenderen op de verandering in het wegbeeld. (Hendriks, 2018).*

In het ontwerp voorrangspoleinen bubeko is de ontwerpfilosofie voor rotondes toegepast. Dit blijkt namelijk een doeltreffende methode om te komen tot dwingende boogstralen. De passeersnelheid en de relatie tot de boogstraal van de rotondecurve wordt bepaald met de volgende formule: $V = 7,4 \cdot \sqrt{R}$, hierbij is V de snelheid welke door de boogstraal (r) wordt afgedwongen (CROW, 2014).

Een belangrijke kanttekening bij deze methode is dat het vrachtverkeer niet met eenzelfde snelheid de krappe boogstralen kan berijden. In het onderzoek van Inspec wordt gesteld dat hierdoor het risico ontstaat dat bestuurders van vrachtvoertuigen onbewust zijn van de benodigde snelheidsreductie (Inspec Nederland B.V., 2017). Deze stelling wordt al eerder in dit onderzoek ontkracht. Naast het feit dat weggebruikers wel degelijk in staat zijn de S-boog in te schatten, zitten vrachtautochauffeurs hoger in het voertuig waardoor zij een beter zicht hebben op het wegverloop. Tot slot kennen weggebruikers in nieuwe, voor hen onbekende situaties een voorzichtiger rijgedrag (Ruijs, 2018).

De relatie tussen snelheid en boogstraal wordt weergegeven in Figuur 3.4. In deze figuur worden de exponentiële trendlijn van de formules van het kantelcriterium (snelheid vrachtverkeer) en de rotonde curve (snelheid autoverkeer) getoond.



Figuur 3.4 Relatie tussen en boogstraal

De boogstralen in de S-bogen bij ontwerpssnelheden $v=50$ en $v=70$ dienen de snelheden van 70 km/u, 65 km/u en 50 km/u af te dwingen. Om dit te bewerkstelligen worden respectievelijk de stralen $r=90$, $r=80$ en $r=50$ geselecteerd. De grafiek toont de snelheidsgrenzen voor vrachtverkeer bij deze boogstralen. De snelheidsgrenzen van het vrachtverkeer zijn respectievelijk (bij benadering): 55 km/u, 50 km/u en 40 km/u.

3.4 Inrichtingselementen

Uit de gehouden interviews komt naar voren dat het toepassen van juiste inrichtingselementen, zoals geleidende of attentie verhogende maatregelen, een het ontwerp van een kruispunt versterken. Verscheidene deskundigen hebben aangegeven dat het voorrangsp plein niet alleen voorzien moet zijn van de noodzakelijke B6 en D2 bebording (Figuur 3.5), maar ook van voldoende verlichting voor in de nachtelijke uren en geleiding van de scherpe bogen. Deze paragraaf beschrijft een kleine greep uit de grote hoeveelheid voorbeelden van geleidende en attentie verhogende maatregelen. Per locatie verschilt het of en welke maatregelen noodzakelijk zijn. Een wegontwerper is vrij om hiervan af te wijken of andere inrichtingselementen toe te passen.

Enkele voorbeelden van geleidende of attentie verhogende maatregelen zijn:

- Bewegwijzering;
- Bochtreflectorpalen;
- Lichtmasten;
- Markering;
- Reflectoren in het wegdek;
- Verticale elementen fietsoversteek.

Bewegwijzering

Niet alleen is de bewegwijzering op het voorrangsp plein van belang, ook bewegwijzering voorafgaand aan het voorrangsp plein is erg belangrijk. Een zogenaamde voorwegwijzer is een attentie verhogende maatregel waarop voorafgaand aan een kruispunt de verschillende richtingen worden aangegeven, zoals afgebeeld in Figuur 3.5. Het doel van deze voorwegwijzer is dat weggebruikers vroegtijdig worden geïnformeerd op het naderende kruispunt en hier op kunnen anticiperen. Hierdoor hoeven weggebruikers hun routekeuze niet (pas) op het voorrangsp plein te bepalen, maar vooraf.



Figuur 3.5 Bewegwijzering ter illustratie (Bron: Eigen foto en informatiebord.nl)

De bewegwijzering op het voorrangsp plein moet op voorhand niet worden gepositioneerd op het middeneiland, omdat een weggebruiker op deze manier het naderende voorrangsp plein kan associëren met een rotonde (Ruijs, 2018).

Bochtreflectorpaal

Om het verloop van de bocht te accentueren kunnen aan de buitenzijde van de bocht extra attentie verhogende maatregelen worden getroffen. Dit kan bijvoorbeeld gedaan worden door bochtreflectorpalen te plaatsen, zoals is weergegeven in Figuur 3.6.



Figuur 3.6 Bochtreflectorpaaltjes (Bron: Pol.nl)

Lichtmasten

De visuele waarneming van een kruispunt is voor weggebruikers van groot belang en kan in donkere omstandigheden onder andere gefaciliteerd worden door verlichting. De lichtmasten kunnen ook lichte omstandigheden zorgen voor een geleiding van het wegverloop.

Markering

Markeringen die op de rijbaan staan aangegeven geleiden de weggebruiker door middel van visuele informatie. De markering kan eveneens ervoor zorgen dat de weggebruiker zijn snelheid aanpast door de rijstrook visueel te versmallen.

Reflectoren in het wegdek

Wanneer lichtmasten in de uitbuiging van het voorrangsplein om wat voor reden dan ook ongewenst zijn, kunnen alternatieve maatregelen toegepast worden. Een voorbeeld hiervan is het toepassen van reflectoren of ledverlichting in het wegdek, zoals is weergegeven in Figuur 3.7. Deze geleidende en attentie verhogende maatregel draagt bij aan de zichtbaarheid van (het verloop) van de weg tijdens nachtelijke uren en verslechterde weersomstandigheden.



Figuur 3.7 Reflectoren in het wegdek (Bron: Platformlichthinder.com)

Verticale elementen fietsoversteek

Wanneer fietsoversteeken op het voorrangsplein aanwezig zijn, wordt het aangeraden om deze extra te accentueren. Helemaal wanneer gebruik gemaakt wordt van een enkele uitbuiging voorafgaand aan het voorrangsplein. Om de weggebruiker erop te attenderen dat hij een fietsoversteek nadert en hij zijn snelheid hierop dient aan te passen, kunnen bijvoorbeeld extra eilandjes aangelegd worden, zoals is weergegeven in Figuur 3.8. Deze maatregel zorgt ervoor dat het wegverloop een vernauwend effect krijgt, waardoor de weggebruiker zijn snelheid zal aanpassen.



Figuur 3.8 Attentie verhogende maatregelen (Bron: Google Street View)

3.5 Aandachtspunten

Boogherkenning

De weggebruiker zal enkel in staat zijn om het snelheidsgedrag aan te passen naar het gewenste niveau wanneer deze de boog als zodanig herkent. Om hieraan te voldoen wordt een minimale booglengte aanbevolen op basis van 3 rijseconden. Met de volgende formule wordt de minimale booglengte vastgesteld:

 **Minimale booglengte**

$$L_{\text{boog}} \sim \left(\frac{V_{\text{ontwerp}}}{3.6} \right) \cdot 3$$

L_{boog}	=	minimale booglengte (m)
V_{ontwerp}	=	ontwerpsnelheid (km/u)

De aanbevolen minimale booglengte bedraagt 65 meter.

Rijzicht horizontale boog

Het rijzicht voorafgaand aan de horizontale boog zorgt voor een tijdige waarneming het kruispunt. Binnen de rijzichtsafstand van 200 meter dienen zich geen zicht belemmerende objecten te bevinden. Het benodigde rijzicht wordt als volgt vastgesteld:

 **Benodigde rijzicht**

$$Rijzicht = \left(\frac{V_{\text{ontwerp}}}{3.6} \right) \cdot 9.$$

L_{boog}	=	minimale booglengte (m)
V_{ontwerp}	=	ontwerpsnelheid (km/u)

Voldoende rijzicht bij nadering van een horizontale boog is noodzakelijk om veilig en comfortabel een horizontale boog in te gaan. Deze zichtafstand is opgebouwd uit de perceptie-reactieafstand en de herkenningslengte van de boog. De benodigde rijzichtsafstand bij nadering van een horizontale boog bedraagt 105 meter bij een perceptie-reactietijd (PRT) van 1,75 seconde². Deze zichtafstand wordt berekend met de volgende formule:

$$Zichtafstand \text{ nadering horizontale boog} = \left(\frac{V_{\text{ontwerp}}}{3.6} \right) \cdot prt + \left(\frac{V_{\text{ontwerp}}}{3.6} \right) \cdot 3.$$

Het rijzicht bij nadering van een horizontale boog is bij dit ontwerp maatgevend.

² Bij de aanwezigheid van attentie verhogende maatregelen mag de waarde van 1 seconde PRT gehanteerd worden

Stopzicht in horizontale boog

"De bestuurder moet in staat zijn zijn voertuig tot stilstand te brengen binnen de afstand waarover hij de weg kan overzien en waarover deze vrij is" (RVV 1990, artikel 19). Om tijdens het berijden van de horizontale boog het voertuig tijdig te kunnen stoppen is het van belang dat weggebruikers voldoende zicht hebben op gebeurtenissen (stremmingen) stroomafwaarts.

Het stopzicht wordt bepaald door de relatie tussen PRT, ontwerpsnelheid, de wrijvingscoëfficiënt (in langsricting), zwaartekrachtsversnelling en het hellingspercentage van de weg (in langsricting). Dit leidt tot de onderstaande formule:

$$L_{\text{stop}} = \text{prt} \left(\frac{V_{\text{ontwerp}}}{3,6} \right) + \left(\frac{V_{\text{ontwerp}}}{3,6} \right)^2 \cdot \frac{1}{(2 \cdot g)(f_{lg} \pm p \div 100)}$$

Bij een ontwerpsnelheid van 65 km/u (snelheid in eerste boog) en een PRT van 2 seconden is een stopzichtafstand van ≈ 75 m benodigd.

$l_{\text{stop}} = \text{prt} \frac{v_o}{3,6} + \left(\frac{v_o}{3,6} \right)^2 \cdot \frac{1}{2g(f_{lg} \pm p \div 100)}$	
l_{stop}	= stopzicht (m)
v_o	= V_{ontwerp} = ontwerpsnelheid (km/h)
prt	= perceptie-reactietijd (s)
f_{lg}	= gemiddelde wrijvingscoëfficiënt in langsricting behorend bij een gekozen V_{ontwerp}
g	= versnelling door de zwaartekracht (9,81 m/s ²)
p	= hellingspercentage (%)

Figuur 3.9 Formule stopzicht

Oprijzicht

Het verkeer dat vanaf de zijweg en de linksaf opstelstrook het voorrangsp plein wil oprijden of oversteken, moet voldoende (oprij)zicht hebben om de aanwezigheid en snelheid van het naderende verkeer op de hoofdri cting te kunnen waarnemen.

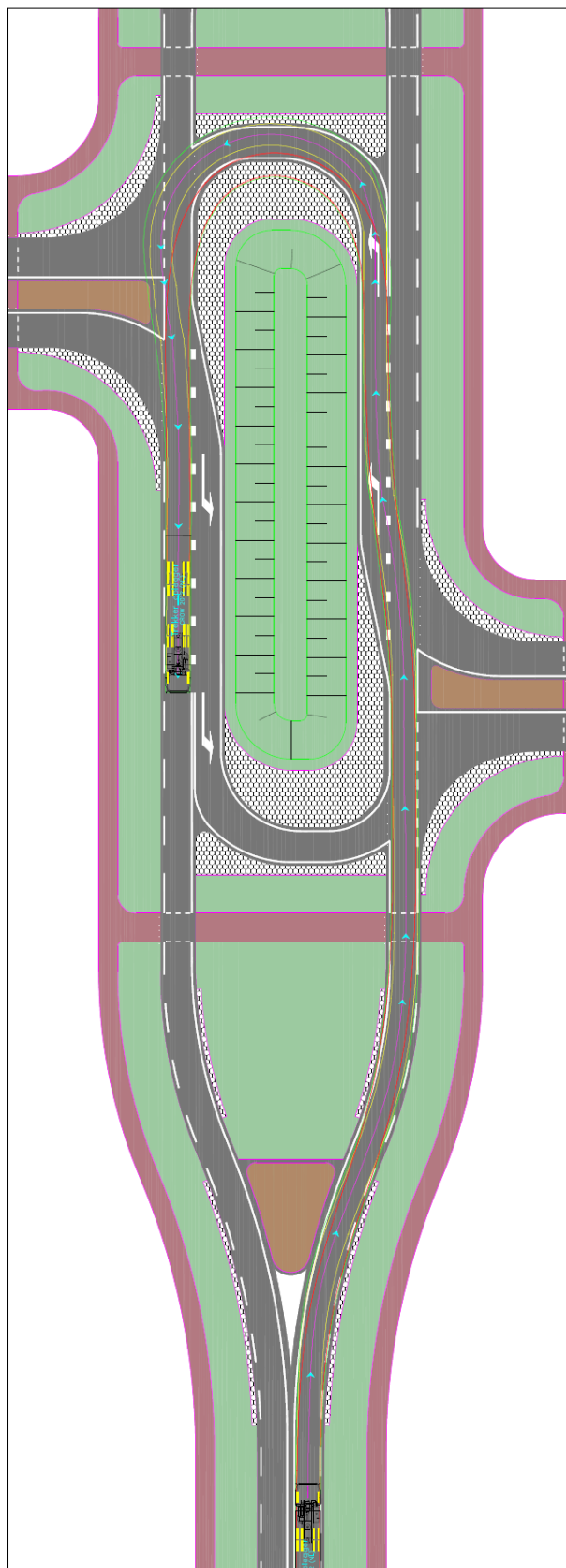
Zodoende kan men inschatten of zij de gewenste manoeuvre veilig kunnen uitvoeren zonder het naderende verkeer te hinderen. Het oprijzicht is afhankelijk van de naderingssnelheid van het verkeer op de hoofdri cting en de tijd welke het voorrangsplichtige verkeer nodig is om de gewenste manoeuvre uit te kunnen voeren (kritische hiaattijd). Dit vertaalt zich naar de onderstaande formule:

$$L_{\text{oprij}} = \left(\frac{V_{\text{nadering}}}{3,6} \right) \cdot T_{\text{kritisch}}$$

Deze formule is gebaseerd op de formule voor oprijzicht bij voorrangskruispunten. Aangezien de uit te voeren manoeuvres op voorrangsp leinen minder complex zijn en de naderingssnelheid geleidelijk wordt gereduceerd, wordt het oprijzicht van 125 meter als maximale waarde beschouwd. Een minder lange oprijzichtlengte lijkt hierdoor ook hanteerbaar.

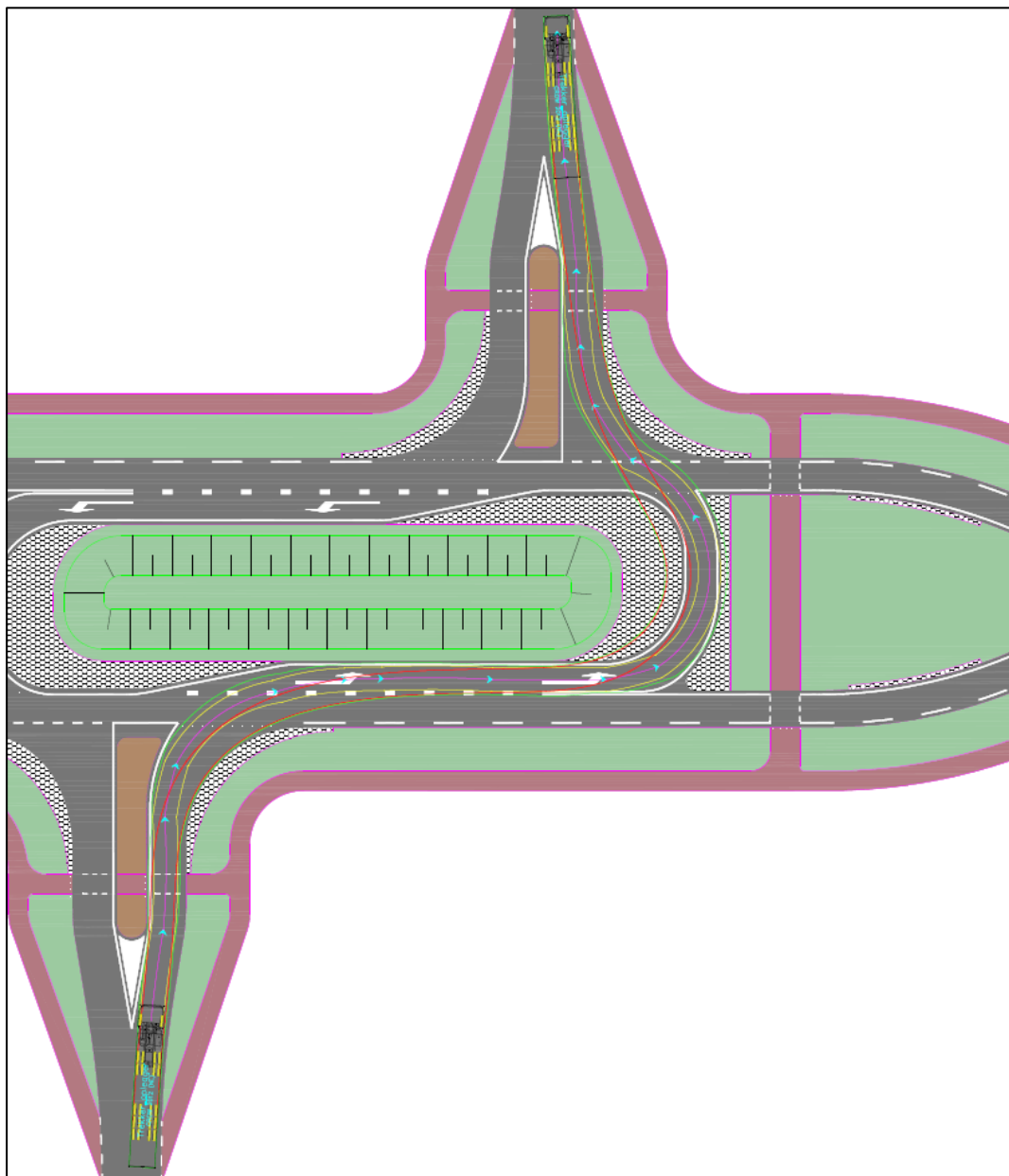
3.6 Rijcurven

3.6.1 Rechtse bajonetaansluiting hoofdweg



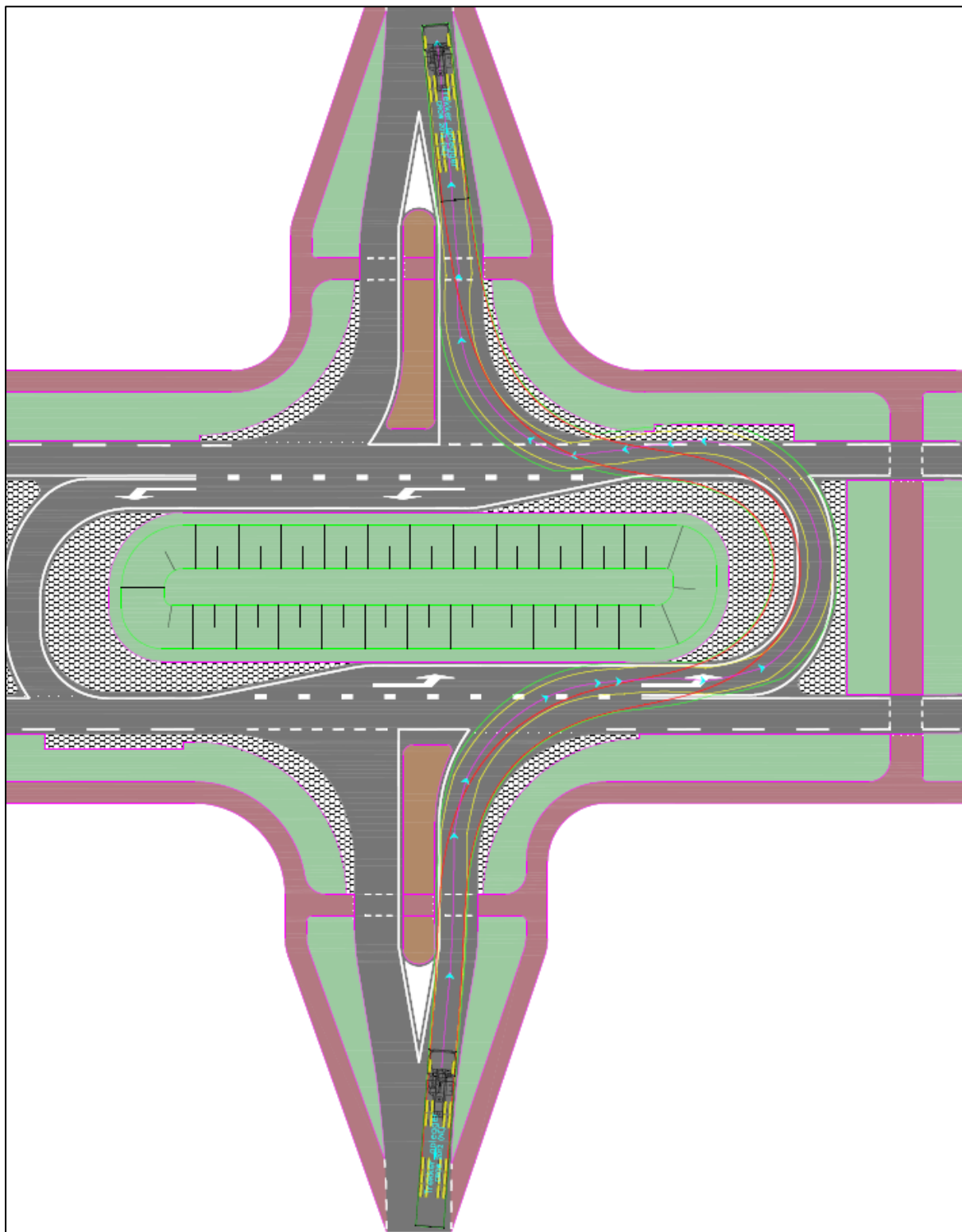
Figuur 3.10 Rijcurve toets hoofdrichtnig

3.6.2 Rechtse bajonetaansluiting zijweg



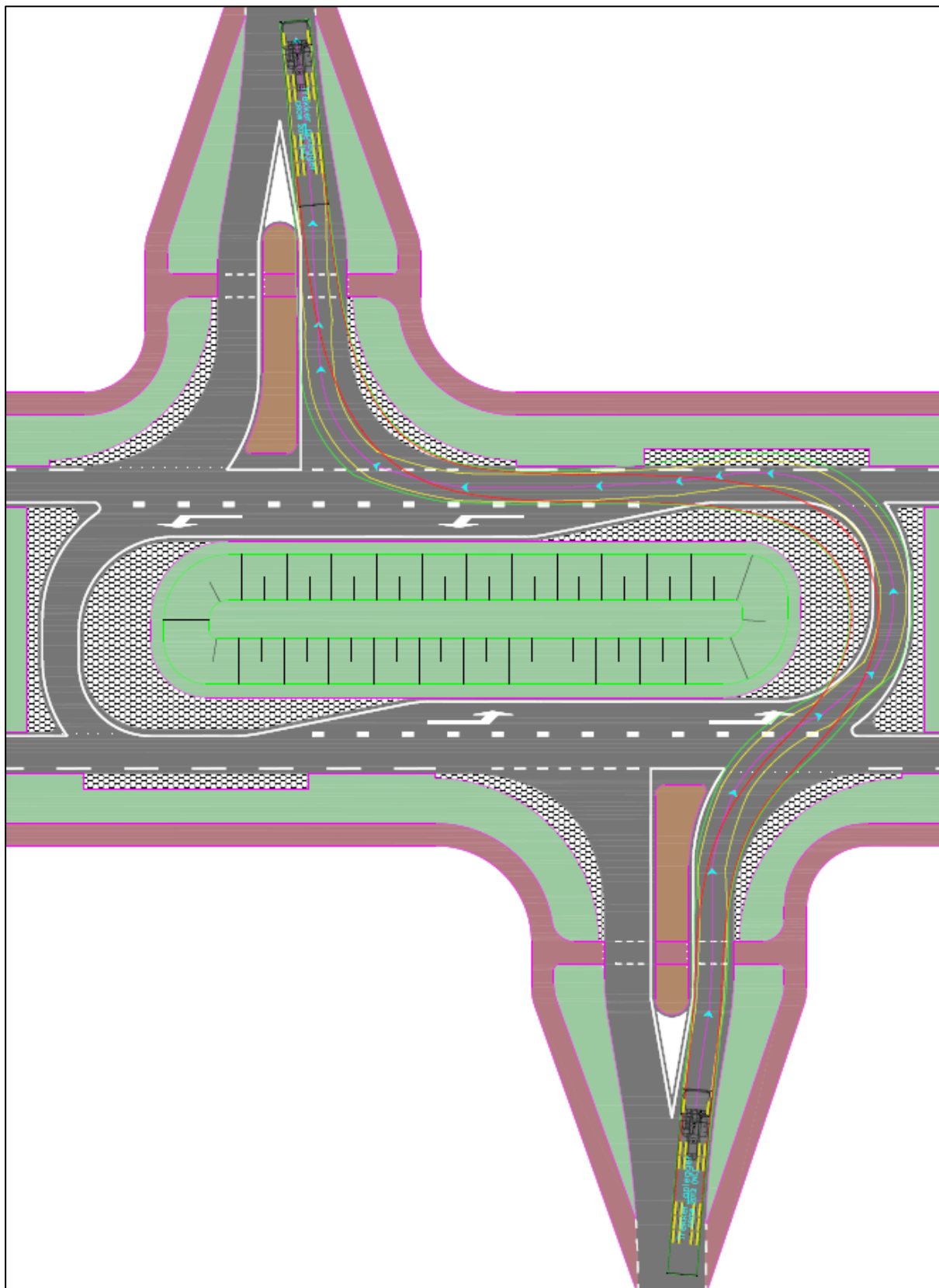
Figuur 3.11 Rijcurve toets rechtse bajonetaansluiting

3.6.3 Aansluiting in het midden



Figuur 3.12 Rijcurve toets aansluiting in het midden

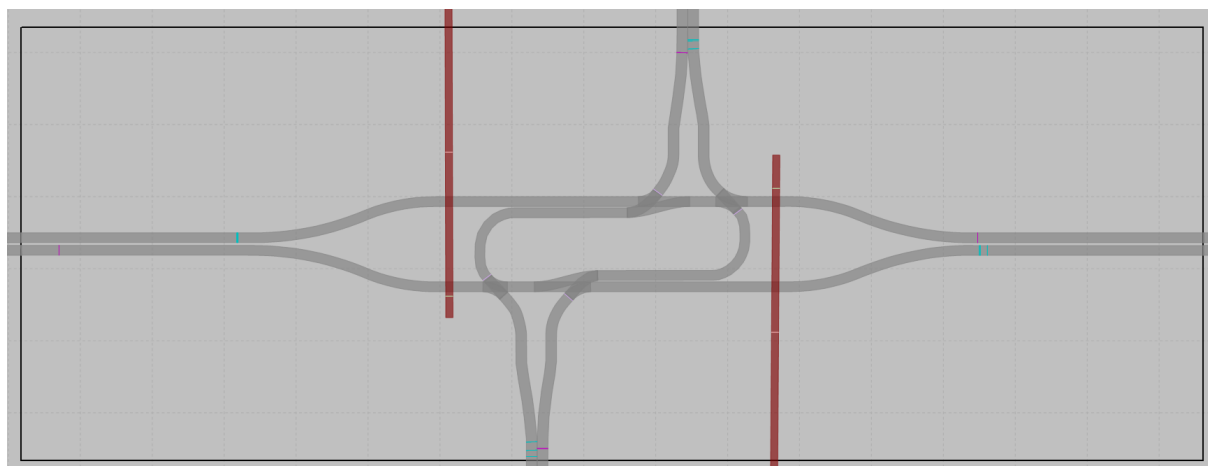
3.6.4 Linkse bajonetaansluiting



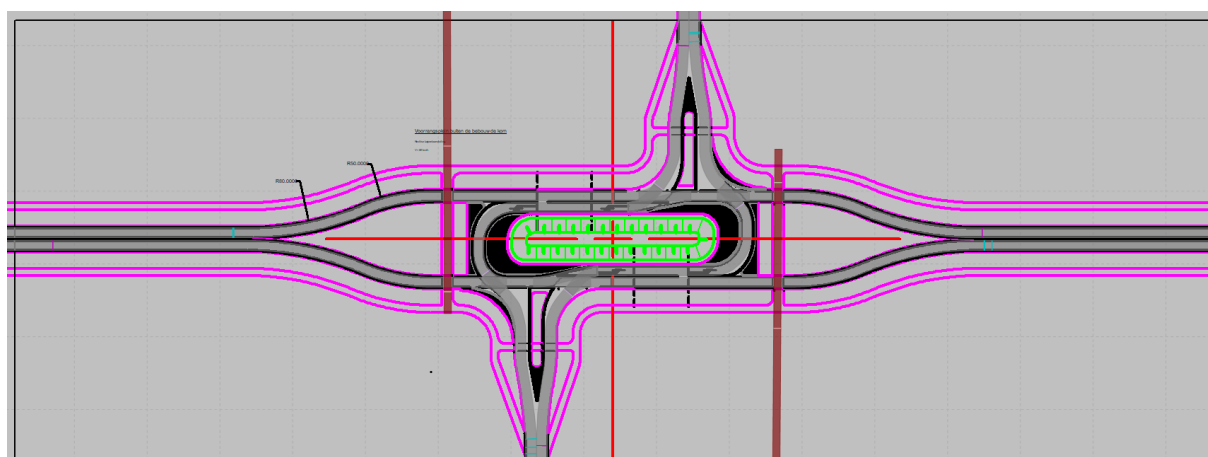
Figuur 3.13 Rijcurve toets linkse bajonetaansluiting

3.7 Opbouw simulatie

Onderstaande afbeeldingen geven de rechtse bajonetaansluiting in Vissim weer.



Figuur 3.14 Bovenaanzicht Vissimmodel zonder ondergrond

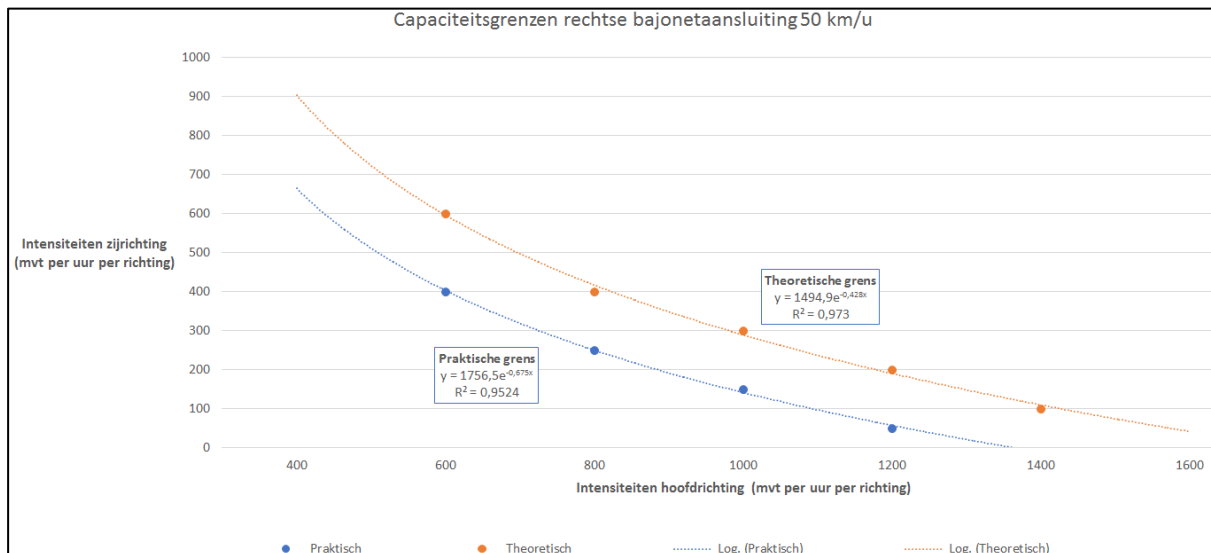


Figuur 3.15 Bovenaanzicht Vissimmodel met ondergrond

4 Resultaten

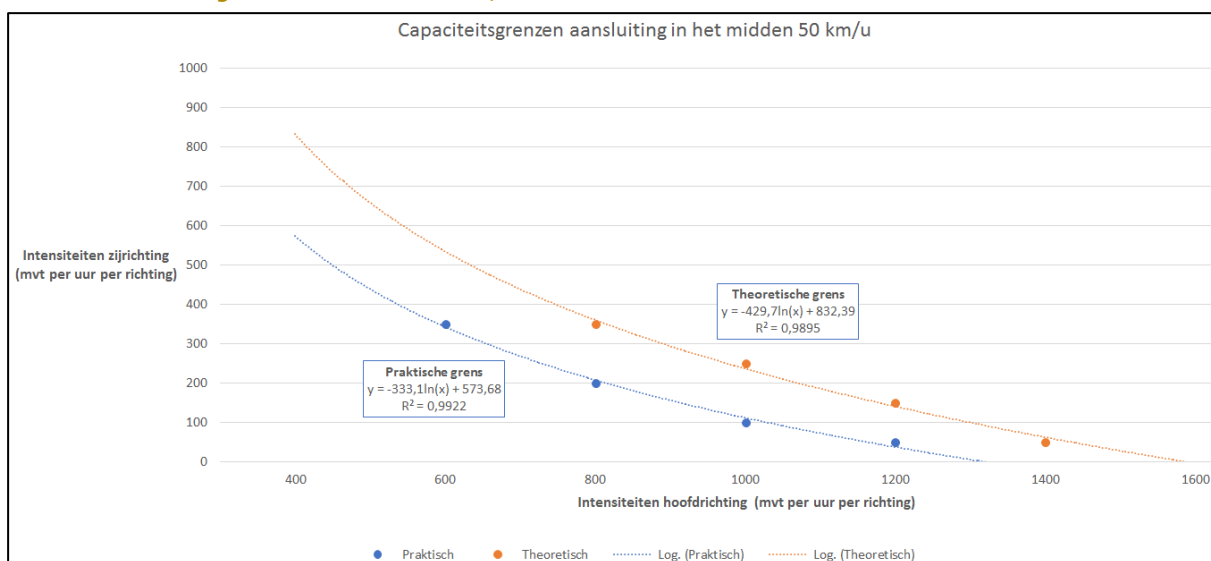
4.1 Capaciteitsgrenzen

4.1.1 Rechtse bajonetaansluiting 50 km/u



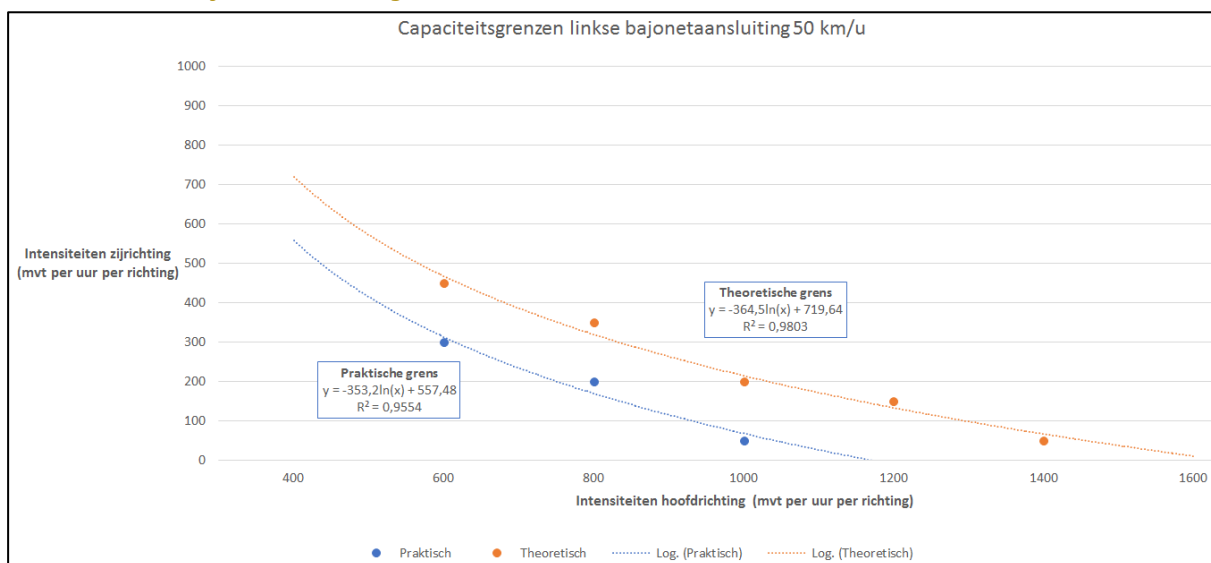
Figuur 4.1 Praktische en theoretische capaciteitsgrenzen rechtse bajonetaansluiting 50 km/u

4.1.2 Aansluiting in het midden 50 km/u



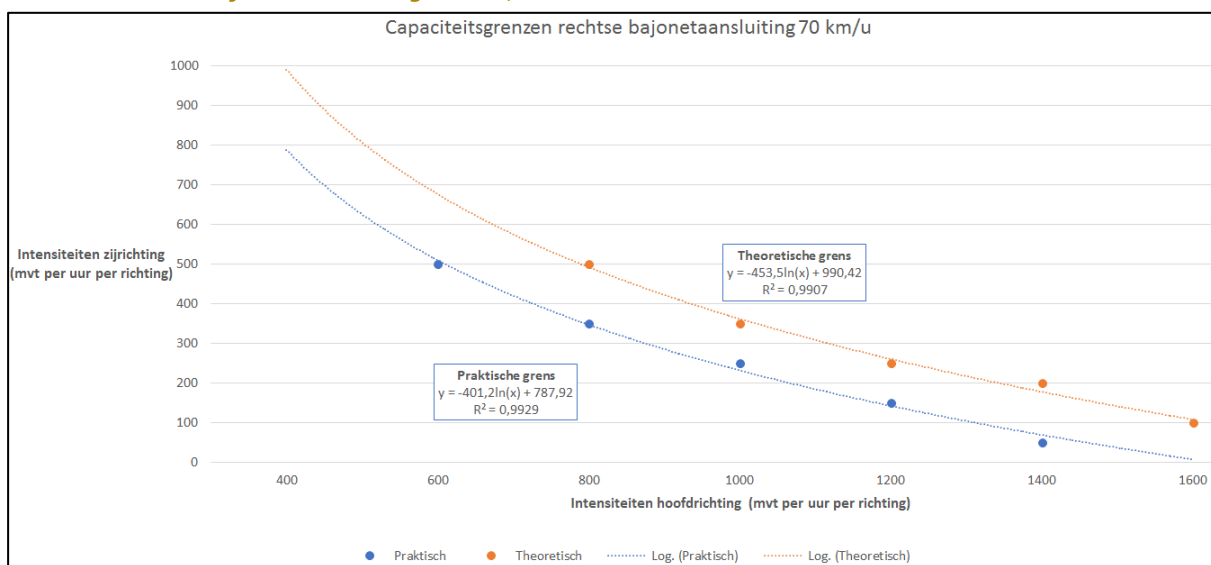
Figuur 4.2 Praktische en theoretische capaciteitsgrenzen aansluiting in het midden

4.1.3 Linkse bajonetaansluiting 50 km/u



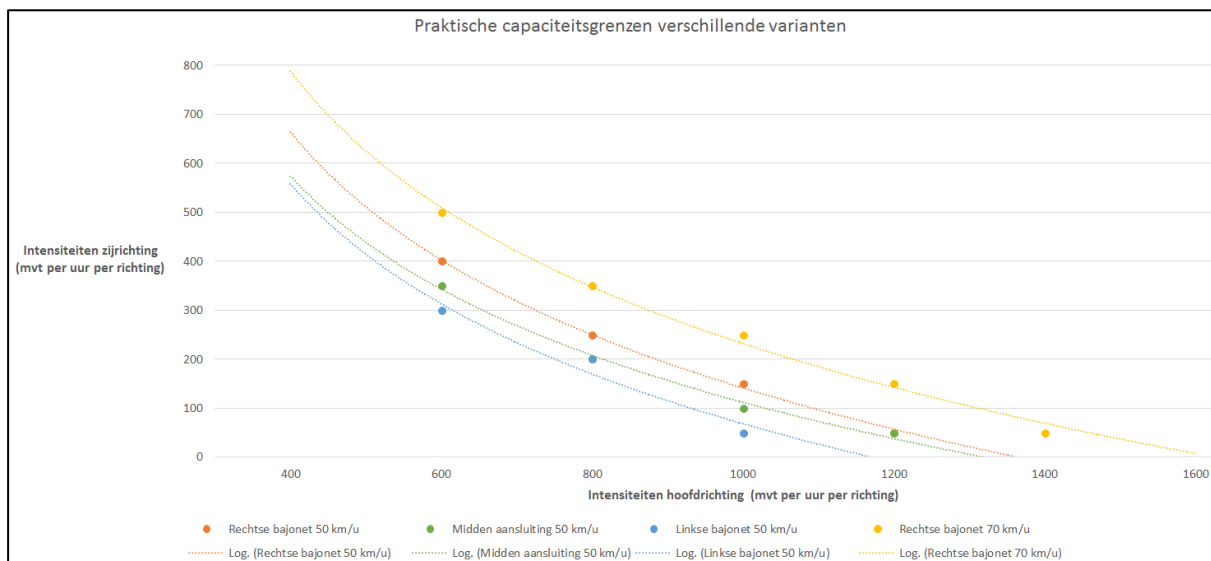
Figuur 4.3 Praktische en theoretische capaciteitsgrenzen linkse bajonetaansluiting

4.1.4 Rechtse bajonetaansluiting 70 km/u



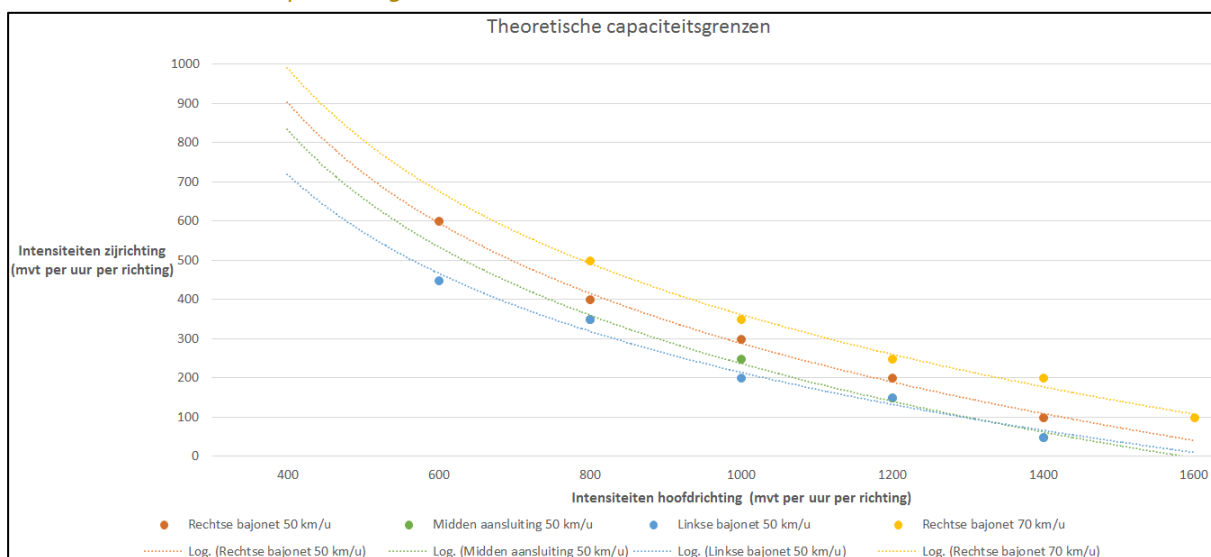
Figuur 4.4 Praktische en theoretische capaciteitsgrenzen rechtse bajonetaansluiting 70 km/u

4.1.5 Praktische capaciteitsgrenzen



Figuur 4.5 Praktische capaciteitsgrenzen alle varianten

4.1.6 Theoretische capaciteitsgrenzen



Figuur 4.6 Theoretische capaciteitsgrenzen alle varianten

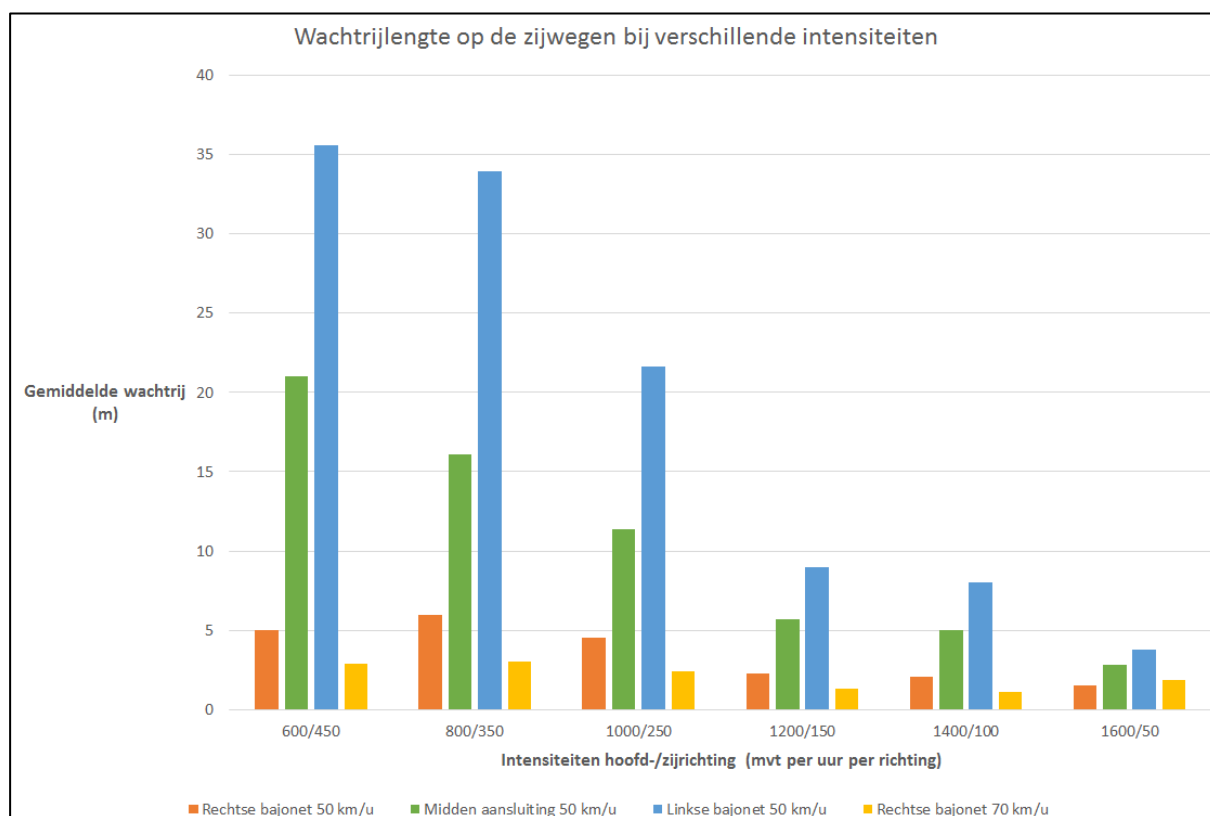
4.2 Gemiddelde verliestijden

Variant	Intensiteiten zijrichting (mvt per uur per richting)	Intensiteiten hoofdrichting (mvt per uur per richting)						
		400	600	800	1000	1200	1400	1600
Rechtse bajonet 50 km/u	50	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	5,1
Midden aansluiting 50 km/u		1,1	1,5	1,9	2,3	3,0	3,9	5,6
Linkse bajonet 50 km/u		1,2	1,5	1,9	2,4	3,0	4,0	6,0
Rechtse bajonet 70 km/u		0,9	1,1	1,4	1,6	1,9	2,3	2,9
Rechtse bajonet 50 km/u	100	1,4	1,9	2,3	3,0	3,8	5,3	
Midden aansluiting 50 km/u		1,5	2,0	2,5	3,3	4,3	6,3	13,1
Linkse bajonet 50 km/u		1,6	2,1	2,6	3,4	4,6	7,3	17,7
Rechtse bajonet 70 km/u		1,2	1,5	1,9	2,2	2,7	3,4	4,7
Rechtse bajonet 50 km/u	150	1,8	2,4	3,0	3,9	5,3		
Midden aansluiting 50 km/u		2,0	2,6	3,4	4,5	6,6	13,2	
Linkse bajonet 50 km/u		2,1	2,7	3,5	4,8	7,5	19,3	
Rechtse bajonet 70 km/u		1,5	1,9	2,4	3,0	3,7	5,1	
Rechtse bajonet 50 km/u	200	2,3	3,0	3,9	5,2	8,3		
Midden aansluiting 50 km/u		2,5	3,3	4,4	6,3	11,7		
Linkse bajonet 50 km/u		2,6	3,4	4,7	7,3	16,7		
Rechtse bajonet 70 km/u		1,9	2,4	3,0	3,9	5,2	8,6	
Rechtse bajonet 50 km/u	250	2,8	3,7	4,9	7,2			
Midden aansluiting 50 km/u		3,0	4,1	5,9	9,6			
Linkse bajonet 50 km/u		3,3	4,4	6,6	12,5			
Rechtse bajonet 70 km/u		2,3	3,0	3,8	5,2	7,6		
Rechtse bajonet 50 km/u	300	3,3	4,4	6,3				
Midden aansluiting 50 km/u		3,7	5,1	8,2				
Linkse bajonet 50 km/u		4,0	5,7	10,0	30,0			
Rechtse bajonet 70 km/u		2,8	3,6	4,8	7,0			
Rechtse bajonet 50 km/u	350	4,0	5,5	8,7				
Midden aansluiting 50 km/u		4,4	6,5	12,3				
Linkse bajonet 50 km/u		4,9	7,9	17,5				
Rechtse bajonet 70 km/u		3,4	4,4	6,1				
Rechtse bajonet 50 km/u	400	4,8	6,8					
Midden aansluiting 50 km/u		5,4	8,6	20,5				
Linkse bajonet 50 km/u		6,3	11,0					
Rechtse bajonet 70 km/u		4,0	5,4	8,2				
Rechtse bajonet 50 km/u	450		8,6					
Midden aansluiting 50 km/u			11,6					
Linkse bajonet 50 km/u			18,9					
Rechtse bajonet 70 km/u			6,7	11,5				
Rechtse bajonet 50 km/u	500		11,7					
Midden aansluiting 50 km/u			18,3					
Linkse bajonet 50 km/u								
Rechtse bajonet 70 km/u			8,3					
Rechtse bajonet 50 km/u	550		17,1					
Midden aansluiting 50 km/u			30,3					
Linkse bajonet 50 km/u								
Rechtse bajonet 70 km/u			11,0					
Rechtse bajonet 50 km/u	600		26,8					
Midden aansluiting 50 km/u								
Linkse bajonet 50 km/u								
Rechtse bajonet 70 km/u			14,8					

Legenda	
	Vertragingsijd tot 5 seconden
	Vertragingsijd tussen 5 en 10 seconden
	Vertragingsijd tussen 10 en 20 seconden
	Vertragingsijd groter dan 20 seconden
	Gridlock

Tabel 4.1 Gemiddelde verliestijden voorrangsp plein bubeko alle varianten

4.3 Gemiddelde wachtrijlengte



Figuur 4.7 Gemiddelde wachtrijlengte

