



Fietsvoorzieningen op rotondes



Het fietsvademecum van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest biedt technische ondersteuning voor de verbetering van de fietsvoorzieningen, bestemd voor alle actoren die het fietsen in Brussel promoten. Aan de hand van tal van illustraties krijgen de wegbeheerders een reeks concrete oplossingen die aangepast zijn aan de meeste verkeerssituaties in de stad.

Auteurs

Benoît Dupriez en Miguel Vertriest, BIVV

Met de medewerking van

Pierre-Jean Bertrand, Frederik Depoortere, Eric Falier, Ulric Schollaert (Mobiel Brussel), Timothy Cooper (EUCG), Luc Coveliers (Pro Velo), Stijn Daniels (Universiteit Hasselt), Didier Antoine (SPW), Isabelle Janssens, An Volckaert, Johan Cloetens (BIVV).

Foto's

BIVV, Mobiel Brussel en Luc Coveliers (Pro Velo)

Grafische vormgeving

Dominique Boon

Illustraties

Jean-Marie Matagne (Mobiel Brussel) en Dominique Boon

Deze brochure kan gedownload worden op www.bivv.be en op www.fiets.irisnet.be

Disponibile en français
D/2009/0779/20

Verantwoordelijke uitgever: Jean-Claude Moureau (Mobiel Brussel)

Mei 2009

Afkortingen

FSS	Fietssuggestiestrook
GFP	Gemarkeerd fietspad
VFP	Vrijliggend fietspad

Inhoud

1– Kruispunt en rotonde	3
1.1 Het kruispunt	3
1.2 Algemene aanbevelingen	3
1.3 Het verkeersreglement over kruispunten	4
1.4 Verschillende soorten welke kiezen	6
1.5 De rotonde: inleiding	7
2– Fietsongevallen op rotondes	8
2.1 Veiligheid van fietsers op rotondes in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest	8
2.2 Zijn rotondes veiliger voor fietsers dan gewone kruispunten?	9
2.3 Welke gevaren lopen fietsers op een rotonde?	9
2.3.1 Frequente ongevallen	9
2.3.2 De infrastructuur als ongevalsfactor	10
2.4 Tips voor fietsers	13
3– Capaciteit van een rotonde	15
4– Aanbevelingen voor fietsvoorzieningen op rotondes	16
4.1 Basisprincipes voor rotondes in de stad	16
4.2 Type fietsvoorzieningen	17
4.2.1 Rotonde met gemengd verkeer	18
4.2.2 Rotonde met gemarkeerd fietspad (niet aanbevolen)	22
4.2.3 Rotonde met vrijliggend fietspad in de voorrang	23
4.2.4 Rotonde met vrijliggend fietspad uit de voorrang	25
4.3 Specifieke gevallen	27
4.3.1 Twee- en meerstrooksrotondes	27
4.3.2 Toe- en/of afritten met twee (of meer) rijstroken	28
4.3.3 Tweerichtingsfietspaden	30
4.3.4 Bypass	33
4.3.5 Openbaar vervoer dat rechtdoor rijdt over het middeneiland	36
4.3.6 Grote rotondes	36
Bronnen	37

Figuren

<i>Figuur 1.1 – Welke inrichting is gewenst, noodzakelijk en/of mogelijk voor een kruispunt? ..</i>	6
<i>Figuur 1.2 – Conflictpunten op een klassiek kruispunt, op een eenvoudige rotonde en op een rotonde met een gemarkeerd fietspad</i>	7
<i>Figuur 2.1 – Aandeel van de slachtoffers van een ongeval dat zich heeft voorgedaan op een rotonde. Brussels Hoofdstedelijk Gewest 1997-2006.</i>	8
<i>Figuur 2.2 – Aandeel van de belangrijkste types weggebruikers slachtoffer van een ongeval in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest in functie van het type kruispunt</i>	8
<i>Figuur 2.3 – Frequente ongevallen met fietsers op rotondes</i>	9
<i>Figuur 2.4 – Evolutie van het aantal fietsongevallen voor en na de aanleg van een rotonde in Vlaanderen</i>	11
<i>Figuur 2.7 – Optimaal traject voor een fietser</i>	14
<i>Figuur 4.2 – Fietsinrichting op een rotonde in functie van de fietsinrichting op de hoofdtakken</i>	18
<i>Figuur 4.3 – Gemengd verkeer op de rotonde</i>	19
<i>Figuur 4.6 – Gemengd verkeer → gemengd verkeer</i>	20
<i>Figuur 4.7 – Fietssuggestiestrook → gemengd verkeer</i>	20
<i>Figuur 4.9 – Gemarkeerd fietspad → gemengd verkeer</i>	21
<i>Figuur 4.10 – Vrijliggend fietspad → gemengd verkeer</i>	21
<i>Figuur 4.11 – Rotonde met gemarkeerd fietspad</i>	22
<i>Figuur 4.16 – Rotonde met vrijliggend fietspad in de voorrang</i>	24
<i>Figuur 4.18 – Rotonde met vrijliggend fietspad uit de voorrang</i>	25
<i>Figuur 4.19 – Gemengd verkeer → vrijliggend fietspad uit de voorrang</i>	26
<i>Figuur 4.20 – Fietssuggestiestrook → aanliggend fietspad in de voorrang</i>	26
<i>Figuur 4.21 – Gemarkeerd fietspad → vrijliggend fietspad uit de voorrang</i>	27
<i>Figuur 4.22 – Vrijliggend fietspad uit de voorrang → vrijliggend fietspad uit de voorrang</i>	27
<i>Figuur 4.23 – Rotonde met toe- en afrit met één rijstrook</i>	29
<i>Figuur 4.24 – Variante met herstelling van de tweede rijstrook na het verdrijvingsvlak</i>	29
<i>Figuren 4.25 en 4.26 – Oversteek van een dubbele toe- en afrit</i>	30
<i>Figuur 4.28 – Tweerichtingsfietspad met fietsoversteek op een plateau, met radiale verbinding naar de rondgaande rijbaan toe</i>	31
<i>Figuur 4.29 – Tweerichtingsfietspad op een drie-armige rotonde</i>	32
<i>Figuur 4.30 – Rotonde met bypass met gemengd verkeer</i>	33
<i>Figuur 4.31 – Rotonde met bypass, vrijliggend fietspad met fietsers in de voorrang</i>	34
<i>Figuur 4.32 – Rotonde met bypass, vrijliggend fietspad met fietsers uit de voorrang</i>	35

I. Kruispunt en rotonde

I.1 Het kruispunt

Op kruispunten doen zich de meeste verkeersconflicten voor. Automobilisten, bus- en trambestuurders, motorrijders, fietsers en voetgangers kruisen er elkaar in verschillende richtingen, zodat het ongevalsrisico er bijzonder hoog is. Ongeveer 45 % van alle letselongevallen met ten minste één fietser die door het NIS tussen 2003 en 2005 werden opgetekend in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, deden zich voor op een kruispunt. In de rest van België zijn de cijfers nagenoeg identiek. Maar op de Brusselse Gewestwegen gaat het om 2/3 van de ongevallen (met ten minste één fietser), zo blijkt uit de resultaten van een gedetailleerde analyse van fietsongevallen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest¹ (gegevens 1998-2000).

I.2 Algemene aanbevelingen

Er bestaan een aantal algemene aanbevelingen voor een veilige inrichting van een kruispunt:

- Zorg ervoor dat het kruispunt goed **leesbaar** is. De aanwezigheid en het kruispunttype (vb. voorrang van rechts, voorrangsweg, lichtengeregeld kruispunt,...) moeten onmiddellijk duidelijk zijn vanaf elke kruispunttak. De weggebruiker moet de kruispuntconfiguratie en de te volgen koers vlot kunnen inschatten.
 - Beperk het **aantal potentiële conflictpunten** tot een minimum.
 - Maak een kruispunt zo **compact** mogelijk en **matig de snelheden**. Vermijd kruispunten over te dimensioneren. Een onoverzichtelijke situatie leidt tot een verkeersonveilige situatie voor alle weggebruikers, voetgangers inbegrepen. Dit wil zeggen:
 - Vermijd te grote bochtstralen. Hoe kleiner de bochtstraal, hoe lager de snelheden. Een kruispunt kan nooit volledig conflictvrij gemaakt worden, dus is het belangrijk dat alle weggebruikers een aankomend conflict goed kunnen inschatten, dit is eenvoudiger bij lagere snelheden.
 - Op een compact kruispunt zijn de oversteektijden minimaal. Kortere oversteektijden zorgen voor een betere verkeersafwikkeling en voor kortere wachttijden.
 - Alle weggebruikers, ook voetgangers en fietsers, moeten **elkaar goed kunnen zien**. Daarom zijn verkeersstromen die elkaar kruisen onder een hoek van 90° te verkiezen. Een goede leesbaarheid van het kruispunt impliceert over het algemeen dat de rotonde een gezichtsscherm vormt.
- Bovenstaande algemene aanbevelingen zijn van toepassing op alle weggebruikers. Specifiek voor fietsers kunnen we deze algemene richtlijnen wat concreter uitwerken.
- Het fietstraject moet duidelijk **leesbaar** zijn voor alle weggebruikers. Wanneer specifieke fietsvoorzieningen zijn aangebracht, dienen deze gemakkelijk herkenbaar te zijn.
 - Vóór het kruispunt moet er **oogcontact** mogelijk zijn tussen de autobestuurder en de fietser. Dit is vooral belangrijk bij vrijliggende fietspaden (al dan niet achter een parkeerstrook) en tweerichtingsfietspaden. De fietser moet goed **zichtbaar** zijn voor de autobestuurder. In het geval van een vrijliggend fietspad wordt dit ruim voor het kruispunt (20 tot 30 m) aanliggend gemaakt.

1. *Fietsongevallen in stedelijke omgeving, Onderzoek en analyse nr 1, fietsvademecum van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, BIVV, januari 2006. Deze studie neemt 138 fietsongevallen onder de loep, die zich van 1998 tot 2000 voordeden in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.*

- De kruispuntoplossing mag geen **omweg** of onnodig **verlies van voorrang of comfort** voor de fietsers veroorzaken. De bochtstraal van een vrijliggend fietspad is meestal groter of gelijk aan 10,0 m (bij voorkeur 12,0 m). Voor de fietsers die afslaan om een andere straat in te rijden, is hij in de mate van het mogelijke groter of gelijk aan 3,0 m.
- De **oversteeklengtes** en **wachttijden** voor de fietsers moeten zo veel mogelijk worden beperkt.
- De **vormgeving** (in combinatie met de signalisatie en markering) van het kruispunt of de fietsvoorziening maakt duidelijk welke voorrangregeling van toepassing is.
- Bijzondere aandacht moet geschonken worden aan de **linksafbeweging** van fietsers. Zij zijn immers kwetsbaar wanneer zij zich naar links moeten verplaatsen over één of meer rijstroken en wanneer zij midden op een kruispunt moeten wachten.
- Beperk het **snelheidsverschil** tussen gemotoriseerd verkeer en fietsverkeer. In de praktijk komt dit meestal neer op het afremmen van het autoverkeer.
- De aanleg van **tweerichtingsfietspaden** wordt niet aanbevolen. Ter hoogte van de kruispunten ontstaan een aantal bijkomende conflicten die gevaarlijk zijn omdat de automobilisten geen fietser uit de 'verkeerde' richting verwachten. De analyse van de fietsongevallen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest wijst op een oververtegenwoordiging van de ongevallen op tweerichtingsfietspaden, maar geeft hiervoor geen verklaring. Uit de literatuur blijkt dat het ongevalsrisico voor een fietser op een tweerichtingsfietspad beduidend hoger ligt, vooral wanneer hij in tegenrichting rijdt: in de Verenigde Staten is dit ongevalsrisico 4,5 keer, in Finland 10 keer en in Zweden 11,9 keer groter. De

aanwezigheid van fietsers in tegenrichting moet op zijn minst duidelijk aangegeven worden en conflicten moeten indien mogelijk opgelost worden. Tweerichtingsfietspaden mogen enkel aangebracht worden op plaatsen waar ze gevaarlijke conflicten kunnen vermijden of een significant kortere reisweg betekenen. Dit kan bijvoorbeeld op korte trajecten, waar een fietser op korte afstand twee maal een drukke weg zou moeten oversteken.

I.3 Het verkeersreglement over kruispunten

De "**straatcode**" (Koninklijk Besluit van 4 april 2003, van kracht sinds 1 januari 2004) heeft het verkeersreglement in heel wat opzichten gewijzigd. Deze wijzigingen moeten een beter evenwicht tot stand brengen tussen de verschillende weggebruikerscategorieën en dienen het verkeer veiliger te maken voor de zachte weggebruikers. De openbare weg heeft niet alleen een verkeersfunctie, de verblijfsfunctie is er vaak zeer belangrijk. Elke weggebruiker, de zachte weggebruiker in het bijzonder, heeft er zijn plaats.

Tot 1 maart 2007 werd het oversteken van een fietspad als een manoeuvre aanzien. Bijgevolg verloor de bestuurder die een fietspad overstak zijn voorrang van rechts ten opzichte van de fietsers op het fietspad, maar ook (althans volgens sommige interpretaties) ten opzichte van het autoverkeer. Dit was niet wat oorspronkelijk werd bedoeld.

Sinds 1 maart 2007, stelt de regel dat alle bestuurders die een doorlopend trottoir of fietspad oversteken voorrang moeten verlenen aan de weggebruikers die gerechtigd zijn het fietspad of trottoir te volgen. De bestuurder die een fietspad of doorlopend trottoir oversteekt behoudt nu wel zijn voorrang ten opzichte van de andere bestuurders.

Art. 12.4 van het verkeersreglement. De bestuurder die een manoeuvre wil uitvoeren, moet voorrang verlenen aan de andere weggebruikers. Worden inzonderheid als manoeuvres beschouwd: van rijstrook of van file veranderen, de rijbaan oversteken, een parkeerplaats verlaten of oprijden, uit een aanpalende eigendom komen, keren of achteruitrijden.

Wordt niet als manoeuvre beschouwd: zich op het einde van een fietspad op de rijbaan begeven om rechtdoor te rijden.

Wegcode, art. 12.4 bis. De bestuurder die een trottoir of een fietspad oversteekt, moet voorrang verlenen aan de weggebruikers die overeenkomstig dit besluit gerechtigd zijn om het trottoir of fietspad te volgen.

Op basis van dit artikel 12.4 bis, wordt het de wegbeheerders ten zeerste afgeraden een fietspad te laten doorlopen dwars over de voorrangsweg.

Het verkeersreglement bevat de volgende bepalingen over rotondes:

Art. 2.39 van het verkeersreglement. “Rotonde”, weg waarop het verkeer in één richting geschiedt rond een aangelegd middeneiland en gesignaleerd met verkeersborden D5 en waarvan de toegangswegen voorzien zijn van verkeersborden B1 of B5.



D5



B1



B5

Art. 9.3.1. van het verkeersreglement (...) Behalve indien een gedeelte van de openbare weg voor hem is voorbehouden, moet de bestuurder niet zo dicht mogelijk bij de rechterrاند van de rijbaan rijden op een rotonde. Hij moet evenwel de markeringen die de rijstroken afbakenen, in acht nemen. In dat geval mag hij de rijstrook volgen die best aan zijn bestemming beantwoordt.

Deze regel is vooral van belang voor fietsers, de rechterrاند van de rijbaan is immers niet de meest veilige plaats voor hen. Toch is een fietser verplicht gebruik te maken van het gemarkeerd fietspad als dit aanwezig is op de rotonde.

Reglement van de wegbeheerder, art. 10.3. Verkeersbord D5. Verplicht rondgaand verkeer. Dit verkeersbord mag slechts geplaatst worden indien alle bestuurders die zich op het kruispunt begeven, de inrichting bestemd om het verkeer te leiden, aan hun linkerhand moeten laten [en voor zover de bestuurders van alle voertuigen er kunnen om heen rijden].

Het is verboden tegelijk verkeersborden D5 en C31, D1 of D3 te plaatsen om eenzelfde reglementering op te leggen.



D5



C31



D1



D3

1.4 Verschillende soorten: welke kiezen?

De wegbeheerder kan kiezen uit verschillende soorten kruispunten, die elk voor- en nadelen hebben: met verkeerslichten (die van verschillende soorten kunnen zijn), met voorrang van rechts, geregeld door "stop"-borden of borden "voorrang verlenen", rotonde of nog met ongelijkvloerse kruising (eerder zeldzaam in een stedelijke omgeving maar niettegenstaande aanwezig in het straatbeeld).

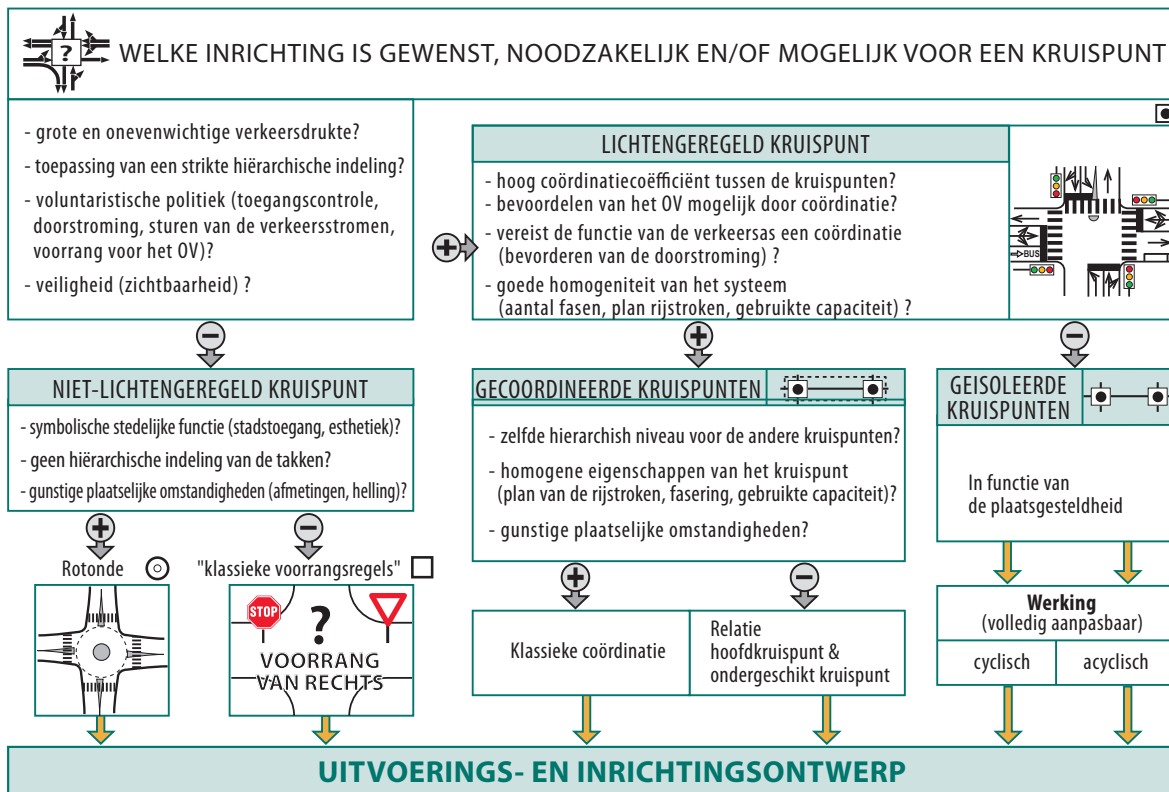
De keuze zal afhangen van de objectieven die zijn bepaald voor de aanleg van het kruispunt en van hun belangrijkheid. Indien wordt gekozen voor een vlotte doorstroming van het

openbaar vervoer of voor strikt geregelde verkeersstromen is een kruispunt met verkeerslichten aangewezen.

Indien meerdere takken elkaar kruisen of als het de bedoeling is het verkeer te vertragen en het begin van de bebouwde kom te benadrukken is het soms aangewezen te kiezen voor een rotonde.

Daarenboven kunnen lokale beperkingen (bv.: helling, beschikbare ruimte,...) of bepaalde verkeerskenmerken (bv.: belangrijke verkeersstromen, drukte en verdeling van het verkeer) een bepaalde oplossing ongunstig beïnvloeden.

In het beperkt kader van dit fietsvademecum, vindt u in figuur 1.1 een vereenvoudigd diagram dat u kan helpen bij het kiezen van een kruispuntvorm.

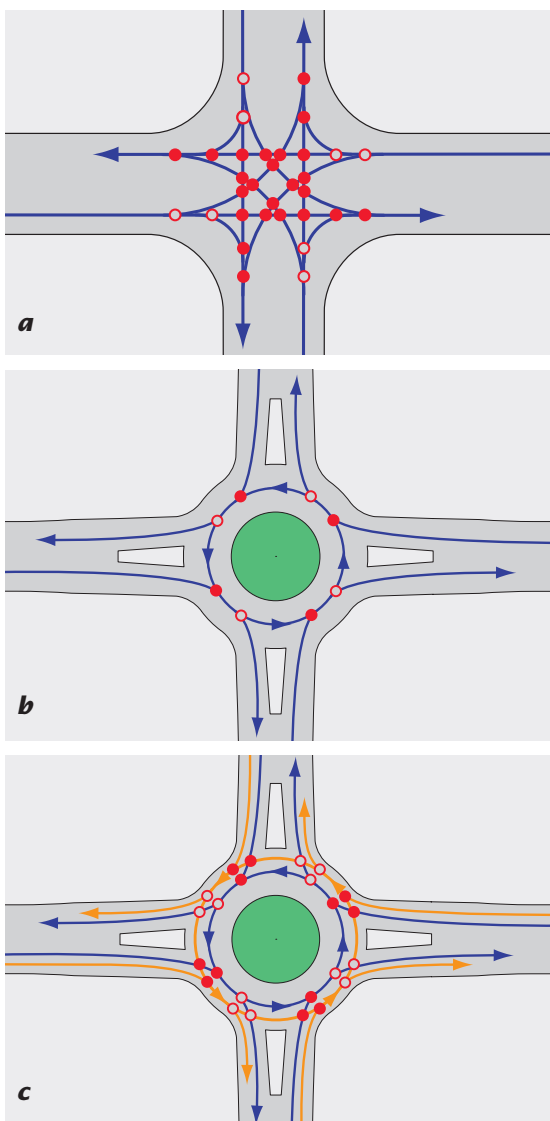


Figuur 1.1 – Welke inrichting is gewenst, noodzakelijk en/of mogelijk voor een kruispunt? (bron: Mobiel Brussel – Transitec, opleiding mobiliteitsadviseurs)

1.5 De rotonde: inleiding

Een rotonde, of “kruispunt met rondgaand verkeer” of nog rondpunt genoemd² is in principe een voorrangsgeregeld kruispunt waarop het verkeer in tegenwijzerzin rond een (meestal rond) middeneiland rijdt. Het verkeer op de rondgaande rijbaan heeft voorrang op het verkeer dat de rotonde wil oprijden.

Het aantal mogelijke conflictzones is er zoveel mogelijk beperkt in vergelijking met een klas-



Figuur 1.2 – Conflictpunten op een klassiek kruispunt, op een eenvoudige rotonde en op een rotonde met een gemarkeerd fietspad

siek kruispunt (zonder verkeerslichten), waardoor globaal genomen de verkeersveiligheid verbetert. Voor 2 gewone wegen die elkaar kruisen, wordt het aantal mogelijke conflictpunten teruggebracht van 32 tot 8, zoals weergegeven in figuur 1.2. Merk op dat de aanwezigheid van gemarkeerde fietspaden op de toeleidende wegen en op de rotonde zelf het aantal mogelijke conflictpunten verdubbelt in vergelijking met een gewone rotonde met gemengd verkeer.

Rotondes bestaan in alle maten (van ‘mini-rotondes’ met een diameter kleiner of gelijk aan 24 m tot ‘compacte’ rotondes met een diameter begrepen tussen 24 tot 40 m en grote rotondes met een buitendiameter van meer dan 40 m) en vormen (ovondes, kluifrotondes, spiraalrotondes, turborotondes, knierotondes,...). **De meest verkeersveilige vorm is een gewone ‘ronde’ rotonde met één rijstrook rond het middeneiland en één rijstrook op de toe- en afritten.**

Er zijn verschillende parameters die meespelen in de keuze om een rotonde aan te leggen: de verkeersintensiteit op het kruispunt, de mogelijkheid om rechtsomkeer te maken, het aantal takken van het kruispunt (als er meer dan 4 takken zijn is een rotonde meestal een betere oplossing dan een lichtengeregeld kruispunt), de beschikbare ruimte, de wenselijkheid om een poorteffect te creëren, enz. Het criterium verkeersveiligheid wordt besproken in hoofdstuk 2. Het capaciteitscriterium komt aan bod in hoofdstuk 3.

Rotondes zijn niet ideaal op plaatsen waar men de doorstroming van het openbaar vervoer wil bevorderen, of op plaatsen waar de ene verkeersas aanzienlijk groter is dan de andere (op een rotonde staan alle takken immers op hetzelfde niveau wat de voorrang betreft).

In elk geval, moet rekening worden gehouden met de veiligheid van al de weggebruikers, met inbegrip van de fietsers, vanaf de opmaak van het voorontwerp voor de aanleg van een kruispunt, tot bij de keuze van het type inrichting.

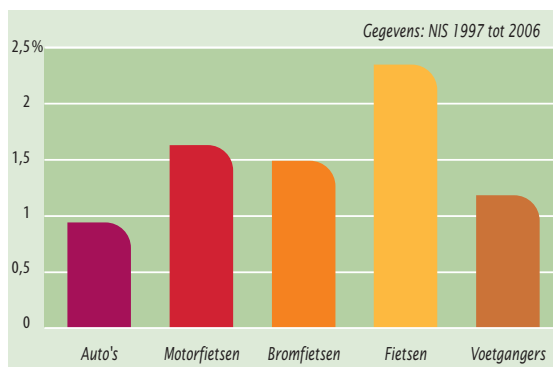
2. Merk op dat de Belgische wetgever de term rotonde gekozen heeft als aanduiding voor elk kruispunt met rondgaand verkeer. Er wordt dus geen onderscheid gemaakt tussen een rotonde en een rondpunt, in tegenstelling tot andere landen, waar de term rondpunt uitsluitend gebruikt wordt wanneer het rondgaand verkeer geen voorrang heeft. In dit geval spreekt men in België van rotonde zonder voorrang.

2- Fietsongevallen op rotondes

2.1 Veiligheid van fietsers op rotondes in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

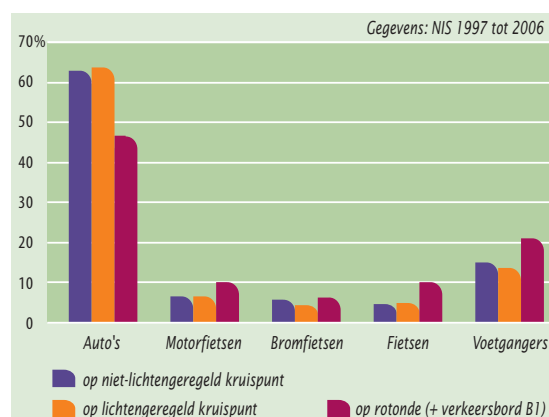
Ongeveer 1,15 % van alle van 1997 tot 2006 door het NIS vastgestelde ongevallen (alle weggebruikers samen) in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zijn letselonegevallen op rotondes³, dit cijfer komt in de buurt van het Belgische gemiddelde. De statistieken tonen aan dat fietsers op rotondes uitermate veel risico lopen.

Figuur 2.1 toont ons immers dat fietsers in vergelijking met andere weggebruikers in verhouding veel vaker het slachtoffer worden van ongevallen op rotondes. Terwijl in de periode 1997-2006 nauwelijks 0,9 % van alle ongevallen met automobilisten in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest plaatsvond op een rotonde, deed maar liefst 2,3 % van alle fietsongevallen zich voor op een rotonde, beduidend meer dus dan eender welke andere categorie van weggebruikers, waaronder ook de motorrijders.



Figuur 2.1 – Aandeel van de slachtoffers van een ongeval dat zich heeft voorgedaan op een rotonde. Brussels Hoofdstedelijk Gewest 1997-2006.

Hoewel fietsers van 1997 tot 2006 minder dan 5 % uitmaakten van alle slachtoffers van ongevallen op Brusselse kruispunten (met of zonder verkeerslichten), was hun aandeel in rotonde-ongevallen groter dan 10 %. Ondanks het groter aantal fietsers de laatste jaren in Brussel, blijft dit percentage duidelijk hoger dan hun aandeel in het verkeer. Uit figuur 2.2 blijkt duidelijk dat automobilisten op rotondes aanzienlijk minder betrokken raken in ongevallen dan op andere kruispunttypes. Voor fietsers, motorrijders en voetgangers ligt het ongevalsrisico er echter beduidend hoger.



Figuur 2.2 – Aandeel van de belangrijkste types weggebruikers slachtoffer van een ongeval in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest in functie van het type kruispunt

De vergelijking van de ongevalscijfers voor rotondes en kruispunten met of zonder verkeerslichten levert relatief weinig informatie op, omdat de verkeerssituatie en de verkeersstromen er niet altijd vergelijkbaar zijn. Een "voor en na"-onderzoek maakt het mogelijk om een gedetailleerde ongevallenbalans op te stellen, en zou dus een betere keuze zijn. Jammer genoeg is een dergelijke studie onbestaande in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

3. Bepaald door de eigenschappen "rotonde" en "kruispunt met een verkeersbord B1 of B5" van het verkeersongevallenanalyseformulier dat ingevuld wordt door de politie.

2.2 Zijn rotondes veiliger voor fietsers dan gewone kruispunten?

Uit de literatuur blijkt duidelijk dat rotondes globaal gezien het aantal ongevallen en de ernst ervan beperken. Voor fietsers (en motorrijders) echter is enige nuance op zijn plaats.

Diverse studies tonen aan dat ook het aantal fietsongevallen er daalt, zij het in mindere mate⁴. Sommige studies⁵ sluiten niet uit dat het effect van het rondgaand verkeer werd overschat, omdat met sommige elementen geen rekening werd gehouden.

Een studie van het Steunpunt Verkeersveiligheid⁶ toont aan dat het aantal fietsongevallen aanzienlijk toeneemt op rotondes (+ 29 % voor letselongevallen en + 49 % voor ongevallen met doden en zwaargewonden). Nog opvallender is de stijging van het aantal ongevallen op rotondes binnen de bebouwde kom: + 48 % voor letselongevallen en + 81 % voor ongevallen met doden en zwaargewonden.

Verschillende studies onderzochten het hogere risico voor fietsers op rotondes. Zo blijkt een fietser in Nieuw-Zeeland op een rotonde van eender welk type 20 keer zoveel ongevalsrisico te lopen als een andere weggebruiker⁷. In het Verenigd Koninkrijk lopen ze 14 tot 16 keer zoveel risico⁸. Dit hoger risico is echter omstreden vermits de werkelijke blootstelling aan een risico moeilijk te meten is.

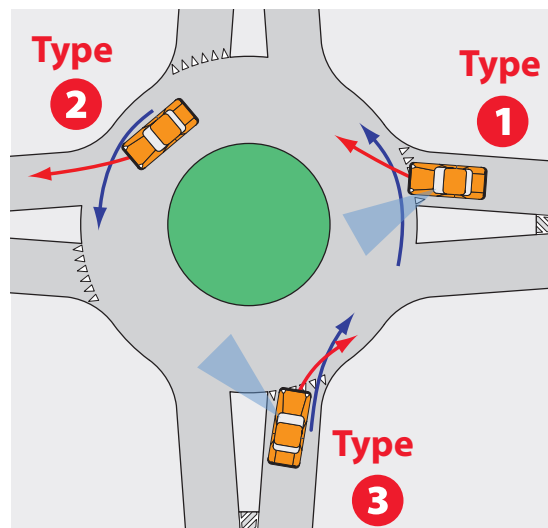
Er moeten dus goede argumenten zijn om op een drukke fietsroute een rotonde aan te leggen.

2.3 Welke gevaren lopen fietsers op een rotonde?

2.3.1 Frequente ongevallen

Zoals eerder gezegd, wordt op een rotonde het aantal mogelijke conflictzones beperkt. In feite

blijven er voor fietsers slechts 3 mogelijke types conflicten bestaan op de rotonde. Deze worden in figuur 2.3 weergegeven in dalende volgorde.



Type 1

- BHG: 8/15 ongevallen tussen 2003 en 2006
- Groot-Brittannië: 51 % van de ongevallen
- Nieuw-Zeeland: 68 % van de ongevallen indien meerstrookstoeritten
- Denemarken: 52 tot 56 %.
- Verhoogd risico op meerstrooksrotondes en in aanwezigheid van een gemarkeerd fietspad op de rondgaande rijbaan.
- Minder risico indien gemengd verkeer op de rotonde.

Type 2

- Denemarken: 24 tot 29 %.
- Minder risico indien gemengd verkeer op een niet al te brede rondgaande rijbaan.

Type 3

- Minder risico indien vrijliggend fietspad.

Figuur 2.3 – Frequente ongevallen met fietsers op rotondes

Bij type ongeval 1 komt een voertuig dat de rotonde oprijdt in botsing met een fietser die zich al op de rondgaande rijbaan bevindt. Met een aandeel van 50 tot 68 % van alle fietsongevallen op rotondes, komt ongeval 1 veruit het meest voor⁹. Rotondes met meerstrookstoerit-

4. Onder meer: Antoine D., 2003, Maycock & Hall, 1984, geciteerd door Peel, 1992, Van Minnen, 1993.

5. Dijkstra, 2004.

6. Daniëls & Wets

7. Wilke & Koorey, 2001.

8. Maycock & Hall, 1984, op. cit. Peel 2002.

9. Wilke A., Koorey G., 2001; Brüde U., Larsson J., 2000.

ten zijn het gevaarlijkst. Rekening houdend met de aanzienlijke onderregistratie en problemen met de gegevensinvoer, waardoor bepaalde gegevens over de omstandigheden van elk ongeval deels onbruikbaar werden, konden op basis van de NIS-gegevens van 2003 tot 2006, 15 fietsongevallen op rotondes in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest gereconstrueerd worden, waarbij 2 weggebruikerscategorieën betrokken raakten. Acht ervan waren ongevallen van type 1.

Merk op dat het hier bijna altijd ging om meerstrooksrotondes met een complexe vormgeving.

Bij type ongeval 2 komt een voertuig dat de rotonde verlaat in botsing met een fietser op de rondgaande rijbaan. Dit soort ongeval wordt in de hand gewerkt door brede rotondes waar inhalen mogelijk is, en/of door een voorziening die de fietser verplicht om uiterst rechts te blijven op de rotonde. 10 %¹⁰ tot 29 %¹¹ van de fietsongevallen op een rotonde zijn ongevallen van type 2.

Bij type ongeval 3 snijdt een fietser die de rotonde oprijdt de baan van een voertuig dat eveneens de rotonde op wil.

Dan is er nog een vierde frequent ongeval, waarbij een fietser op de rotonde wordt aangereden door een achterligger.

De andere ongevalstypes komen minder vaak voor (controleverlies over het voertuig, spookrijder, enz.), of zijn te wijten aan specifieke omstandigheden die onvermeld blijven in de statistieken.

De verderop beschreven fietsvoorzieningen kunnen het ongevalsrisico op rotondes aanzienlijk beperken.

2.3.2 De infrastructuur als ongevalsefactor

2.3.2.1 Welke zijn de grootste gevaren voor fietsers op rotondes?

Als de rotonde geen specifieke fietsvoorzieningen heeft, lopen fietsers de volgende gevaren:

- **Een rotonde waar hoge snelheden mogelijk zijn** verhoogt het gevaar om niet gezien te worden en verergert de gevolgen van een eventueel ongeval. Een rotonde moet zo zijn ontworpen dat de snelheid van de voertuigen bij het oprijden van de rotonde de 30 à 35 km/u niet overschrijdt.
- **Brede baanvakken of meerdere baanvakken ter hoogte van de toe- of afrit, of op de rotonde zelf.** Het aantal conflictpunten vermenigvuldigt als het mogelijk is om van rijstrook te veranderen of om een voertuig naast je de pas af te snijden. Het verkeer rijdt in dit geval altijd sneller dan op éénstrooksrotondes, omdat bestuurders in plaats van een cirkelvormige een koordevormige koers kunnen volgen als ze de volledige breedte van de rijbaan gebruiken. Bovendien is op een meerstrooksrotonde de kans veel groter dat voertuigen elkaar het zicht belemmeren, zodat fietsers of voetgangers onopgemerkt blijven.
- Is de **hoek van de toerit te klein** (die de tangens benadert) dan heeft de bestuurder die de rotonde oprijdt onvoldoende overzicht op het verkeer dat zich al op de rotonde bevindt, waardoor hij geneigd is om te snel te rijden.
- **Een te brede rondgaande rijbaan** zet de automobilist er toe aan om de fietser in te halen, wat leidt tot type ongeval 2.

De meeste Brusselse kruispunten met rondgaand verkeer die volgens de wetgeving te boek staan als "rotonde" en waar zich ongevallen met fietsers (of voetgangers) voordoen, zijn allesbehalve typische rotondes. De gevaren houden dus niet alleen verband met het rotondeconcept op zich, andere criteria zoals de complexe plaatselijke omstandigheden, afwezigheid van een verkeersremmend effect, overdimensionering, slechte leesbaarheid van de gevolgde koers, enz. spelen evenzeer een rol. We kunnen ervan uitgaan dat een correcte toepassing van de algemene ontwerprichtlijnen voor rotondes het gevaar al aanzienlijk kan inperken voor alle weggebruikers, dus ook voor de fietsers. Zo wijst een Deense studie¹²

10. Peel 2002.

11. Hels, Orozova 2007.

12. Hels, Orozova-Bekkevold 2007.

op een significant verband tussen de ouderdom van een rotonde en de kans op een fietsongeval: de ontwerpcriteria zijn sinds 25 jaar immers behoorlijk geëvolueerd.

Bijlage 1 bevat een synthese met internationale ontwerprichtlijnen voor de meest voorkomende rotondes in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, met name compacte rotondes met gemengd verkeer (= zonder specifieke fietsvoorziening).

2.3.2.2 Welke fietsvoorziening is het veiligst voor fietsers op een rotonde?

Bij gemengd verkeer zijn compacte rotondes met één rijstrook het veiligst¹³. Er bestaat weinig informatie over de grootte van een rotonde. Een Zweedse studie¹⁴ stelde in 2000 ook vast dat een middeneiland met diameter van meer dan 20 m veiliger lijkt voor fietsers, hierbij baseren ze zich op het geringe aantal ongevallen (28).

In Nederland¹⁵, vallen op rotondes met vrijliggende fietspaden minder slachtoffers (zowel bij fietsers als bij andere weggebruikers) dan op rotondes met gemarkeerde fietspaden.

De eerste Belgische studie over fietsongevallen op rotondes is recent¹⁶. Hierbij werd de situatie voor en na de aanleg van 90 rotondes in het Vlaams Gewest vergeleken. En wat bleek? Het aantal fietsongevallen steeg met 27 %¹⁷, maar dan alleen op rotondes met een gemarkeerd fietspad (zie figuur 2.4). We merken m.a.w. een niet-significante daling van de fietsongevallen als men een rotonde met gemengd verkeer voorziet van een vrijliggend fietspad (in of uit de voorrang) of van een ongelijkgrondse doorsteek. Wanneer de rotonde voorzien is van een aanliggend gemarkeerd fietspad, merken we echter dat het aantal fietsongevallen met maar liefst 93 % toeneemt.

Type voorziening	Aantal rotondes	Effect voor – na (graad van significantie)
gemengd verkeer	9	0,91 (ns)
gemarkeerd fietspad	40	1,93 (0,01)
vrijliggend fietspad in de voorrang	18	0,79 (ns)
vrijliggend fietspad uit de voorrang	20	0,83 (ns)
ongelijkgrondse doorsteek	3	0,56 (ns)
TOTAAL	90	1,27 (0,05)

Figuur 2.4 – Evolutie van het aantal fietsongevallen voor en na de aanleg van een rotonde in Vlaanderen (90 rotondes, ongevallen 1991-2001 – bron: Daniëls, Brijs, Nuyts, Wets, 2008)

Deze resultaten bevestigen hoe dan ook de eensgezinde internationale aanbevelingen¹⁸ die sterk afraden om het verkeer op rotondes op gelijk welke manier van elkaar te scheiden, in het bijzonder door middel van fietsmarke-

ringen. Maar heel zelden¹⁹ wordt gesteld dat in een andere kleur uitgevoerde fietspaden veiliger zijn voor fietsers. Het gebruik van dergelijke fietsstroken zou echter niet verplicht mogen worden²⁰.

13. Zie o.a. Brüde & Larsson, 1996, geciteerd door Daniëls & Wets, 2005.

14. Brüde U., Larsson J., 2000.

15. Van Minnen, 1995.

16. Daniëls, Brijs, Nuyts, Wets, 2008.

17. Het aantal doden onder de fietsers steeg zelfs met 42 %, het aantal zwaargewonden met 44 %.

18. Onder meer: Balsiger, 1992, Brüde & Larsson, 2000, Peel, 2002,...

19. Bijv. Wilke en Koorey, 2001, pour la Nouvelle-Zélande.

20. CERTU, 1999.



Figuur 2.5 – Het gemarkeerd fietspad op de rotonde is geen goede oplossing voor de veiligheid van de fietsers. Het verkeersbord A25 dat werd toegevoegd zal daar niet veel aan veranderen.

Als we figuur 2.3 opnieuw bestuderen, stellen we het volgende vast:

- Conflicttypes 1 en 2 komen het meest voor in aanwezigheid van **gemarkeerde fietspaden**, type 3 wordt in principe verhinderd.
- **Gemengd verkeer** op de rotonde verhindert, op voorwaarde dat de fietser niet kiest om aan de buitenste rand te rijden, het ongevalstype 2 en zorgt er voor dat ongevalstype 1 minder gemakkelijk zal voorkomen. Ongevalstype 3 wordt wel in de hand gewerkt.
- **Vrijliggende fietspaden** (in of uit de voorrang) hebben ongeveer hetzelfde effect op de ongevalstypen als gemarkeerde fietspaden, maar er is wel een veel duidelijkere conflictpresentatie en ze voorkomen wel dodehoekongevallen.

2.3.2.3 In het geval van vrijliggende fietspaden, kiezen we dan voor fietsers in of uit de voorrang?

Op basis van verschillende studies²¹, kunnen we vaststellen dat rotondes met fietsers uit de voorrang veiliger zijn voor fietsers dan rotondes met fietsers in de voorrang. Er zijn meerdere waarschijnlijke verklaringen²²:

- bij het oprijden of verlaten van een rotonde moeten automobilisten te veel waarnemingen op korte tijd uitvoeren, waardoor fietsers te laat worden opgemerkt,
- automobilisten menen ten onrechte dat ze voorrang hebben op de fietsers, ook omdat er geen uniforme voorrangsregeling op rotondes bestaat.

Binnen de bebouwde kom zijn er echter verschillende argumenten om fietsers op een vrijliggend fietspad voorrang te geven, om zo alternatieven voor de wagen aantrekkelijker te maken. Deze oplossing werd (evenwel niet systematisch) toegepast in Vlaanderen en Nederland. Toch moet deze keuze opnieuw bekeken worden voor grote, drukke rotondes. Het is zeer belangrijk dat de vormgeving van de rotonde aangepast is aan de voorrangsregeling. Een homogene signalisatie is noodzakelijk.

2.3.2.4 Zijn tweerichtingsfietspaden op rotondes aanvaardbaar?

Tweerichtingsfietspaden op kruispunten zijn gevaarlijk omdat een bestuurder meestal niet verwacht dat er bij het oprijden van de rotonde, rechts van hem een fietser opduikt²³. Bovendien hebben bestuurders op rotondes meer aandacht voor wat zich links van hen afspeelt.

Een Finse studie²⁴ toont aan dat 14 % van de bestuurders die een éénstrooksrotonde wilden oprijden op geen enkel moment oog hadden voor naderende fietsers rechts van hen. Dit komt nog meer voor naarmate de snelheden bij het oprijden van de rotonde hoger liggen.

21. Dijkstra, 2005, Dijkstra, 2004, SWOV, 2007, Van Minnen, 1995, Van Minnen, 1998.

22. Dijkstra, 2004.

23. Zie CROW, 1993.

24. Räsänen en Summala, 2000.

Omdat tweerichtingsfietspaden rondom een rotonde zeldzaam zijn, bestaat hierover weinig literatuur. Naar analogie kunnen de ongevallen met voetgangers op oversteekplaatsen op rotondes²⁵ ons heel wat leren over bepaalde gevaren van een oversteekplaats in beide richtingen. Op een rotonde met 2 rijstroken aan de toerit, bestaat het grootste gevaar van het oversteken in wijzerzin erin dat men aangereden wordt door een voertuig afkomstig van de linkerrijstrook, waarvan de bestuurder de voetganger of fietser niet kon zien omdat een voertuig op de rechterraijstrook het zicht belemmerde. Dit risico neemt nog toe omdat fietsers sneller rijden.

Het lijkt erop dat voetgangers beduidend meer gevaar lopen als ze de takken van een rotonde in wijzerzin oversteken dan wanneer ze dit in tegenwijzerzin doen. Vooral tijdens de tweede fase van het oversteken, bij het kruisen van de voertuigen die de rotonde verlaten, is het gevaar bijzonder groot: dit komt omdat de voertuigen die het kruispunt verlaten, eerder geneigd zijn om te versnellen dan om te vertragen.

Daarom zouden tweerichtingsfietspaden op rotondes alleen uitzonderlijk mogen voorkomen. Zoals eerder vermeld onder punt 1.2, mogen deze fietspaden enkel aangebracht worden op plaatsen waar ze gevaarlijke conflicten kunnen vermijden of in aantal beperken, of een significant kortere reisweg betekenen.

Een tweerichtingsfietspad mag nooit in de voorrang liggen. Het moet zodanig aangelegd worden dat de zichtbaarheid optimaal is, zodat automobilisten zo weinig mogelijk worden verrast: witte blokmarkeringen, verkeersbord A25 + onderbord met aanduiding van tweerichtingsverkeer, fietslogo's op de grond en sergeantstrepen in beide rijrichtingen,... De snelheden van automobilisten en fietsers moeten omlaag: voor de auto's kan men een verkeersplateau aanleggen, voor de fietsers kan men een afremmingseffect voorzien op het fietspad (bijvoorbeeld: hoek van 90°, bajonet).

2.4 Tips voor fietsers

Er zijn enkele duidelijke tips voor fietsers op een rotonde met gemengd verkeer: een zichtbare plaats innemen bij het oprijden van de rotonde en op de rotonde zelf is het veiliger om dicht bij het middeneiland te fietsen dan aan de rand van de rotonde (zie figuur 2.7). Om dit mogelijk te maken, bepaalt de wegcode uitdrukkelijk dat fietsers op rotondes niet verplicht zijn om zo dicht mogelijk bij de rechterrand van de rijbaan te blijven. Anders gaan de andere bestuurders er vaak van uit dat een fietser die uiterst rechts rijdt van plan is om bij de eerstvolgende afrit af te slaan. Doet hij dit niet en rijdt hij door, dan houdt de automobilist geen rekening meer met hem omdat hij denkt dat de fietser al afgeslagen is. Als er een conflict dreigt te ontstaan met een automobilist, moet de fietser niet aarzelen om met de linkerarm aan te geven dat hij op de rotonde blijft.

Op ongeveer 15 m vóór de rotonde begeeft de fietser zich best naar het midden van de rijstrook zodat hij beter zichtbaar is, op de rotonde zelf kan hij de plaats innemen die het best beantwoordt aan de richting die hij uit wil, teneinde type ongeval 3 te voorkomen.

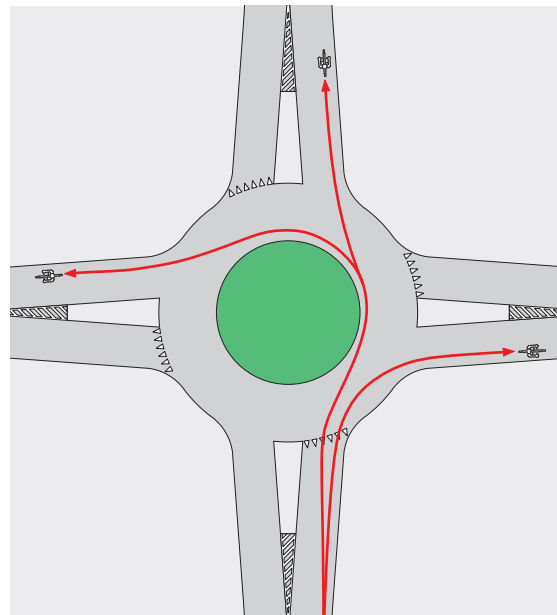


Figuur 2.6 – De fietser moet niet zo dicht mogelijk bij de rechterraand van de rijbaan op de rotonde rijden.

25. Zie Dupriez, Houdmont, 2009, nog te verschijnen.

Als de rotonde 2 rijstroken heeft, dan blijf je als fietser op de buitenste rijstrook, op de plaats die het best aan je richting beantwoordt.

Wie er zich ongemakkelijk bij voelt om een rotonde al fietsend over te steken, kan natuurlijk ook met de fiets aan de hand het zebrapad oversteken.



Figuur 2.7 – Optimaal traject voor een fietser



3- Capaciteit van een rotonde

Zoals herhaald op de Staten-Generaal van de Verkeersveiligheid in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest van november 2007, moet men bij de aanleg van een rotonde een keuze maken tussen verkeersveiligheid en capaciteit, twee begrippen die doorgaans moeilijk met elkaar te rijmen vallen, in het bijzonder in het geval van het overdimensioneren van rotondes.

Hoe meet men de belangrijkste variabelen voor de capaciteit van een rotonde?

De meest gebruikte berekeningsmethodes delen de rotonde op in verschillende T-kruispunten, voor elk T-kruispunt wordt de capaciteit van de toerit C_e uitgedrukt in personenautoequivalenten per uur (PAE/u).

$$C_e = \kappa (1500 - 5/6 Q_g)$$

met: $Q_g = \beta \cdot Q_c + \alpha \cdot Q_s$

Waarbij: Q_g = intensiteit van het hinderend verkeer (PAE/u)

Q_c = intensiteit van het rondgaand verkeer (PAE/u)

Q_s = intensiteit van het afrijdend verkeer (PAE/u)

De capaciteit van een toerit wordt bijgevolg uitgedrukt in functie van:

- Het **hinderend verkeer**, bestaande uit het rondgaand verkeer ter hoogte van elke toerit en uit een gedeelte van het afrijdende verkeer net voor de toerit (dat chauffeurs doet twifelen om de rondgaande rijbaan effectief op te rijden).
- Een coëfficiënt κ die bepaald wordt in functie van het **aantal rijstroken** dat de rondgaande rijbaan telt **bij de toerit**. $\kappa = 1$ met slechts 1 rijstrook bij de toerit, en neemt toe in waarde wanneer bij de toerit 2 of 3 rijstroken aanwezig zijn. Bij een toerit van 2 rijstroken, wordt algemeen een waarde voor κ toegelaten tussen 1,5 en 1,8; dit komt neer op een capaciteitstoename tussen 50 en 80 %. De hoek waaronder de toerit aansluit op de rondgaande rijbaan beïnvloedt eveneens de vloedigheid van het invoegen en bijgevolg ook de coëfficiënt κ . Maar opgelet, hogere snelheden, bijvoorbeeld te wijten aan een te sterk tangentiële toerit, kunnen de capaciteit verminderen omdat een groter hiaat in de verkeersstroom nodig is om te kunnen invoegen.

De hoeveelheid rondgaand en afrijdend verkeer wordt ter hoogte van elke toerit ingeschat op

basis van de op het kruispunt getelde bewegingen (herkomst-bestemmingsmatrix) tijdens het ochtend- en avondspitsuur. Hieruit worden de volgende coëfficiënten afgeleid:

- α is het gedeelte van het afrijdend verkeer dat effectief hindert; deze waarde kan verminderen door de **middengeleider** tussen het toerijdend en het afrijdend verkeer te **verbreden** (en dus ook de **omvang van de rotonde** te doen toenemen), hierdoor wordt namelijk het hinderend effect vanwege het afrijdend verkeer wat verminderd doordat de conflictpunten verder uit elkaar komen te liggen.
- β hangt af van het **aantal rijstroken op de rondgaande rijbaan** (zelfs als deze niet gemarkeerd zijn). Wanneer er twee rondgaande rijstroken aanwezig zijn, zal het rondgaand verkeer op de binnenste rijstrook minder wisselwerking vertonen met het toerijdend verkeer dan het rondgaand verkeer op de buitenste rijstrook. Voor twee rijstroken op de rondgaande rijbaan ligt de waarde voor β tussen 0,6 en 0,8 terwijl deze waarde tussen 0,9 en 1 ligt wanneer er slechts 1 rijstrook voorhanden is op de rondgaande rijbaan.

De beste fietsvoorziening wordt iteratief bekomen door verschillende varianten te testen voor toeritten die de maximumcapaciteit benaderen, bijvoorbeeld door een bypass te voorzien, of een tweede rijstrook bij de toerit, enz. Het komt echter voor dat de wegbeheerder de rotonde overdimensioneert om uitzonderlijke omstandigheden op te vangen. Ook hier moet men nauwkeurig de voor- en nadelen met elkaar afwegen.

In sommige gevallen moet men afzien van een rotonde omdat het verkeer te ongelijk verdeeld is, bijvoorbeeld als er teveel verkeer is op de ene tak en heel weinig verkeer op de andere takken. De rotondeoplossing is ook uitgesloten als de veiligheid van de fietsers of de voetgangers in het gedrang komt, of als men het openbaar vervoer voorrang wil geven op het kruispunt. Vooral op een gewestelijke fietsroute is het belangrijk om goed na te denken over de toe te passen kruispuntoplossing.

Er zijn verschillende capaciteitsberekeningsprogramma's op de markt, die toelaten om andere parameters in aanmerking te nemen.



4- Aanbevelingen voor fietsvoorzieningen op rotondes

4.1 Basisprincipes voor rotondes in de stad

- Kies voor **éénstrooksrotondes** met één toerit en één afrit. Dit zijn de meest verkeersveilige oplossingen, in het bijzonder voor de fietsers en de voetgangers. Uitzonderingen moeten sterk geargumenteed worden. Zelfs bij een 2x2-weg is het aanbevolen toe- en afritten tot één rijstrook te herleiden. Zie figuren 4.23 en 4.24). De rotondes met meerdere rijstroken zullen weliswaar meer verkeer kunnen opvangen, maar zullen minder verkeersveilig zijn.
- Voorzie radiale **toeritten** (hoek $\geq 80^\circ$) met één rijstrook van 3 à 4 m breed (afhankelijk

van de aanwezigheid van vrachtwagens). De toerit moet een straal hebben van 8 tot 10 m. Als er 2 rijstroken zijn, mag de toerit niet breder zijn dan 6 m.

- **Afritten** met één rijstrook moeten 3,5 tot 4,5 meter breed zijn en een straal hebben van 10 tot 15 m. Zelfs als de rondgaande rijbaan en de toeritten 2 rijstroken hebben, is een afrit met één enkele rijstrook aanvaardbaar.
- De **rondgaande** rijbaan is bij voorkeur 5 tot 6 meter breed (+ overrijdbaar gedeelte). Op tweestrooksrotondes moet de rondgaande rijbaan 8 m breed zijn.



Figuur 4.1 – Voorbeeld van een compacte rotonde met één rijstrook waarvoor geen bijzondere fietsinrichting nodig is

Basisprincipes voor (fiets) veilige rotondes:

- Binnen de bebouwde kom zouden gemengd verkeer op de rotonde (4.2.1) of het vrijliggend fietspad in de voorrang (4.2.3) de regel moeten zijn, behalve bij grote of meerstrooksrotondes. In dat geval is een vrijliggend fietspad uit de voorrang wenselijk. In het geval van een vrijliggend fietspad in de voorrang, moeten de takken zodanig worden aangelegd dat de bestuurders er toe verplicht worden het fietspad met een matige snelheid over te steken.
- Buiten de bebouwde kom en op sommige grote rotondes is een vrijliggend fietspad uit de voorrang (4.2.4) aangeraden.
- Gelijkgrondse (gemarkeerde) fietspaden zijn te mijden op een rotonde (4.2.2).
- **Tweerichtingsfietsoversteken** op de toe- en afritten van rotondes (4.3.3) worden best vermeden. Indien voor een tweerichtingsfietsoversteek wordt geopteerd dan is deze uit de voorrang. Op de rotonde zelf worden enkel éénrichtingsfietspaden voorzien in de richting van het verkeer.
- Op **bypasses** (weg om rechtstreeks rechtsaf te slaan zonder de rotonde te moeten oprijden) binnen de bebouwde kom hebben de overstekende fietsers voorrang. De fietsoversteek wordt verhoogd aangelegd op een plateau. Op bypasses buiten de bebouwde kom hebben de overstekende fietsers geen voorrang (4.3.4).
- Eventuele bermen worden vlak uitgevoerd en laag beplant, zodat de fietser zoveel mogelijk in het gezichtsveld van de automobilist blijft.
- De voorrangsregeling wordt ondersteund door de **vormgeving** van de rotonde. Een fietspad uit de voorrang moet vóór het kruispunt zodanig worden uitgebogen dat de fietser moet afremmen en het overstekmanoeuvre niet aan hoge snelheid kan uitvoeren.
- Regelmatig onderhoud van de **markeringen**: weggebruikers baseren zich in hoge mate op de witte omgekeerde driehoeken bij het inschatten van de voorrangssituatie.

- De aanwezigheid van middengeleiders tussen toe- en afritten biedt voordelen op het vlak van veiligheid en capaciteit. Voor fietsers (en voetgangers) maken ze een oversteek in twee fasen mogelijk (aanbevolen breedte $\geq 2,0 \text{ m}^{26}$). Ze maken het naderend autoverkeer attent op de aanwezigheid van een rotonde. Een brede middengeleider verkleint de wachttijden en vergroot de capaciteit van de rotonde, door het naderende verkeer de mogelijkheid te geven in te schatten of het verkeer op de rotonde blijft rijden of de rotonde zal verlaten.

4.2 Type fietsvoorzieningen

De keuze voor een bepaald type fietsvoorziening op de rotonde hangt af van de ligging (binnen of buiten bebouwde kom, functie van de verkeersas, de verkeersintensiteiten (zowel gemotoriseerd verkeer als fietsers) en de afmetingen van de rotonde (groot/compact/mini, aantal rijstroken op de rotonde en op de toe- en afritten).

Op het terrein vinden we vier verschillende mogelijkheden terug:

- gemengd verkeer op de rotonde
- gemarkeerde fietspaden
- vrijliggende fietspaden met fietsers in de voorrang
- vrijliggende fietspaden met fietsers uit de voorrang.

Het is zeer belangrijk dat de wegbeheerder begrijpt dat een keuze voor een bepaalde oplossing bij de aanleg niet “eenvoudig” kan teruggedraaid worden door middel van markeringen of verkeersborden. Zo is het verschil tussen fietsers in de voorrang en uit de voorrang veel meer dan enkel de wettelijke signalisatie, maar vergt ook een volledig andere vormgeving van de fietsvoorzieningen op de rotonde.












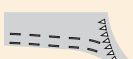









Biggenruggen tussen het fietspad en de rijbaan zijn niet voldoende om te kunnen spreken van een vrijliggend fietspad. Het type conflict op de toe- en afritten is hetzelfde als bij een gemarkeerd fietspad. Deze boordsteentjes kunnen ook een gevaar vormen voor de fietser omdat ze enerzijds 's nachts niet goed zichtbaar zijn

26. In een beperkte ruimte is het beter een smallere wachtzone te voorzien dan niets te voorzien.

en een fietspedaal er gemakkelijk blijft achter haken en anderzijds zijn er sommige modellen die breken of loskomen en een obstakel vormen op het fietspad.

Ook op de takken van een rotonde kunnen indien nodig fietsvoorzieningen aangebracht

worden. Een juiste keuze voor de overgang tussen de fietsvoorzieningen op de takken van de rotonde en op de rotonde zelf is essentieel voor het comfort en de veiligheid van de fietsers. Op de rotonde brengt men meestal dezelfde fietsvoorziening aan als op de hoofdtak (zie tabel hierna).

		Op de rotonde 			
		Gemengd	Gemengd Met FSS	Gemarkeerd fietspad	Vrijliggend fietspad
Op de takken van de rotonde	 Gemengd				
	 Fietssuggestiestrook (FSS)				
	 Gemarkeerd Fietspad (GFP)				
	 Vrijliggend fietspad (VFP)				

Figuur 4.2 – Fietsinrichting op een rotonde in functie van de fietsinrichting op de hoofdtakken

In de paragrafen hierna beschrijven we vier mogelijkheden voor de aanleg van compacte rotondes met éénstrookstoe- en afritten, en beoordelen we de opportuniteit van mogelijke fietsvoorzieningen voor deze toe- en afritten. Vervolgens gaan we nog in op enkele bijzondere gevallen.

4.2.1 Rotonde met gemengd verkeer

Gemengd verkeer is de meest aangewezen oplossing op éénstrooksrotondes binnen de bebouwde kom, bij relatief weinig gemotoriseerd verkeer en relatief veel fietsverkeer. De rotonde met gemengd verkeer (zowel de mini – als de compacte rotonde) heeft verschillende voordelen, tenminste als de fietser het aanbevolen traject (zie figuur 2.7) volgt:

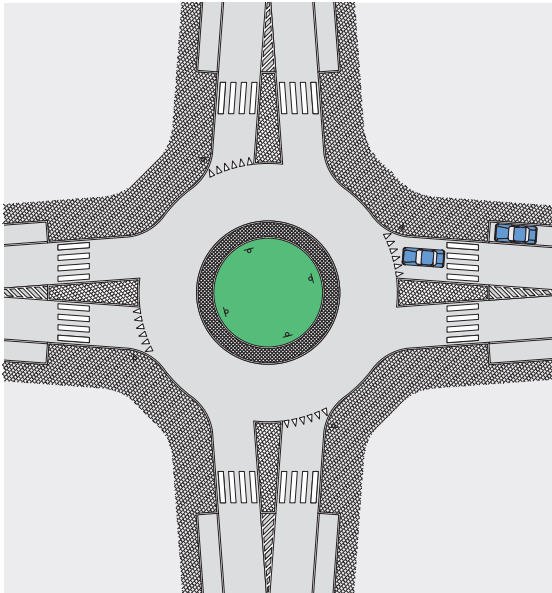
- De fietser bevindt zich niet op de belangrijkste conflictpunten (de toe- en afritten), maar dichterbij het middeneiland.
- De fietser bevindt zich vóór de auto's en kan op een éénstrooksrotonde niet ingehaald worden.
- Op een goed ontworpen rotonde rijdt het verkeer niet sneller dan ongeveer 30 km/u, op mini-rotondes ligt de snelheid nog lager.

Bij gemengd verkeer bestaat het grootste probleem voor de fietser erin dat hij de wachtende auto's (die de rotonde willen oprijden) niet veilig kan inhalen. Het gaat hier om een substantieel mobiliteitsprobleem voor de fietsers, dat niet veilig kan worden opgelost door een "eenvoudige" infrastructurele maatregel. Er bestaat geen verkeersveilige oplossing om fietsers die de file langs rechts inhalen te beschermen, want hierdoor belanden ze in de dode hoek van vrachtwagens. Bovendien let de bestuurder bijna uitsluitend op het verkeer dat van links komt, zodat het risico groot is dat hij de fietser die hem rechts inhaalt niet opmerkt.

De markering van een fietssuggestiestrook (afwisselend sergeantstrepen – fietslogo's) is zowel mogelijk op de takken van de rotonde als op de rondgaande rijbaan. De markering van een fietssuggestiestrook heeft voornamelijk twee bedoelingen: enerzijds is het een aanduiding voor de fietsers van de voor hun optimale plaats op de rijbaan en anderzijds vestigt ze de aandacht van de bestuurders op de eventuele aanwezigheid van fietsers²⁷. Op compacte éénstrooksrotondes met een beperkte breedte,

27. Zie BIVV, 2007.

is een markering van een fietssuggestiestrook niet nodig. De markering van een fietssuggestiestrook in het midden van de rijbaan is echter een goede manier om, gedurende een overgangs



Figuur 4.3 – Gemengd verkeer op de rotonde



Figuur 4.4 – Compacte rotonde (zoals afgebeeld) of mini-rotonde met gemengd verkeer, de veiligste rotonde voor fietsers.

periode, aan de fietsers duidelijk te maken wat voor hen de optimale plaats is op een rotonde.

De markering van een fietssuggestiestrook is meer bepaald in 2 gevallen verantwoord:

- Indien de rotonde zich op een fietsroute bevindt.
- Indien de rondgaande rijbaan breder is dan 6 à 6,50 m en het niet mogelijk is ze te versmallen. In dat geval is het heel belangrijk de fietsers er aan te herinneren dat zij de buitenrand van de rotonde moeten vermijden.

De markering van een fietssuggestiestrook wordt op de volgende wijze uitgevoerd:

De fietslogo's worden aangebracht op de rotonde ter hoogte van de toe- en afritten (enkel ter hoogte van de toeritten bij rotondes zonder verkeersgeleider) op ongeveer 3 meter van de buitenrand. Deze afstand komt ongeveer overeen met het midden van de rijbaan bij een klassieke compacte éénstrooksrotonde en ongeveer op een derde van de breedte van de rondgaande rijbaan bij een rotonde met één brede rijbaan of twee gemarkeerde rijstroken.

Indien de rotonde op een fietsroute ligt wordt het fietslogo vervolledigd met een sergeantstreek die op de takken wordt aangebracht net buiten de rotonde.



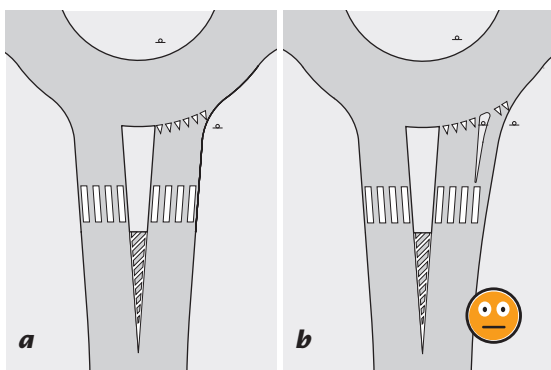
Figuur 4.5 – De markering van een fietssuggestiestrook wordt aangebracht in het midden van de rondgaande rijbaan op de optimale plaats voor de fietser. Daarenboven is het niet nodig de optimale plaats om de rotonde te verlaten te benadrukken indien dit op een natuurlijke wijze kan gebeuren.

4.2.1.1 De overgangen

4.2.1.1.1 Tak met gemengd verkeer

Geen speciale voorziening voor toe- of afrit (zie figuur 4.6.a).

Verkeerseilanden die fietsers toelaten om zich bij het oprijden van de rotonde rechts op te stellen (fig. 4.6.b) worden niet aangeraden, want ze zetten fietsers ertoe aan om voertuigen rechts in te halen, en brengen fietsers in een allesbehalve ideale positie (zie 2.4).



Figuur 4.6 – Gemengd verkeer
→ gemengd verkeer

4.2.1.1.2 Tak met fietssuggestiestrook (FSS)

Op de toerit stopt de fietssuggestiestrook, bestaand uit een afwisseling van fietslogo's en sergeantstrepen²⁸ op 15 à 20 m vóór de rotonde, zodat de fietsers zich zo goed mogelijk kunnen opstellen.

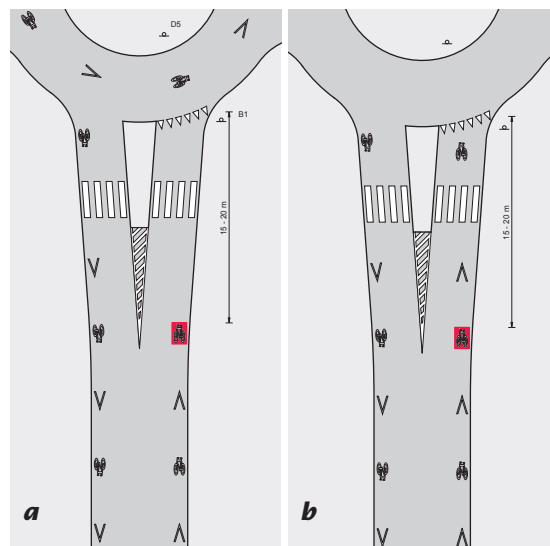
Als variante, kan de fietssuggestiestrook worden verlengd tot aan de rotonde door zich progressief te verwijderen van de rechterraand van de rijweg om de fietser naar het midden van de rijbaan te leiden.

Op de plaats waar de fietssuggestiestrook eindigt of zich van de rechterraand van de rijbaan verwijderd, kan de visualisering van het potentiële conflict worden benadrukt door de aanwezigheid van een wit fietslogo op een rood vierkant, of eventueel met witte omkadering.

De markering van een fietssuggestiestrook op de rondgaande rijbaan kan deze inrichting vervolledigen. In dat geval worden, bij éénstrooksrotondes, de fietslogo's aangebracht in

het midden van de rijstrook ter hoogte van de toeritten.

Ter hoogte van de afritten van de rotonde mag de fietssuggestiestrook de rechterraand van de rijbaan volgen (zie figuur 4.7).



Figuur 4.7 – Fietssuggestiestrook
→ gemengd verkeer

4.2.1.1.3 Tak met gemarkeerd fietspad (GF)

Het gemarkeerd fietspad op de toerit wordt op ongeveer 15 à 20 m van de rotonde onderbroken zodat de fietsers zich zo goed mogelijk kunnen opstellen (zie figuur 4.9.a). Als variante kan het gemarkeerd fietspad overgaan in een fietssuggestiestrook door zich progressief te verwijderen van de rechterraand van de rijweg (zie figuur 4.9.b).

Op de plaats waar het fietspad eindigt, kan de visualisering van het potentiële conflict worden benadrukt door de aanwezigheid van een wit fietslogo op een rood vierkant, of eventueel met witte omkadering.

Na de rotonde begint het gemarkeerde fietspad ideaal gezien net na de trottoiruitstulping ter hoogte van het zebrapad.

Het gemarkeerde fietspad aan de afrit van de rotonde mag ook beginnen met een halveaanvormige vluchtheuvel links, waardoor auto's fietsers onmogelijk de pas kunnen afsnijden. Deze

28. Zie *fietsvademecum Brussels Hoofdstedelijk Gewest, deel 2, "Uitvoering van gemarkeerde fietspaden en fietssuggestiestroken"*.



Figuur 4.8 – In het verlengde van een fietspad, laat deze inrichting de fietsers die op het fietspad rijden toe de file voorbij te rijden tot aan de rotonde. Ze vallen echter buiten het gezichtsveld van de automobilisten ter hoogte van de rotonde vermits deze hun aandacht vooral vestigen op het van links aankomend verkeer.

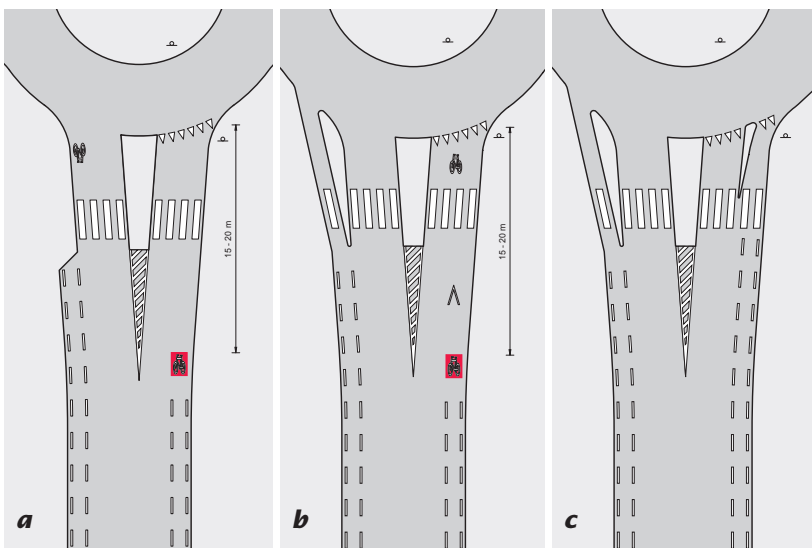
oplossing is handig als de straal van de afrit op maat is van de vrachtwagens. Het halvemaanvormig verkeerseiland kan in dit geval uitgevoerd worden in materialen die overrijdbaar zijn voor vrachtwagens, maar die de straal van de afrit wél verkleinen voor andere voertuigen.

Dit type voorziening ter hoogte van de toerit in het verlengde van een gemarkeerd fietspad heeft het voordeel dat de fietsers de file kunnen voorbij rijden (zie figuur 4.9.c). Ze worden er echter toe gedwongen zich op de buitenrand van de rotonde te positioneren. Toch moet men ervoor zorgen dat voetgangers hiervan geen nadeel ondervinden doordat het zebrapad niet op hun natuurlijke looplijn ligt.

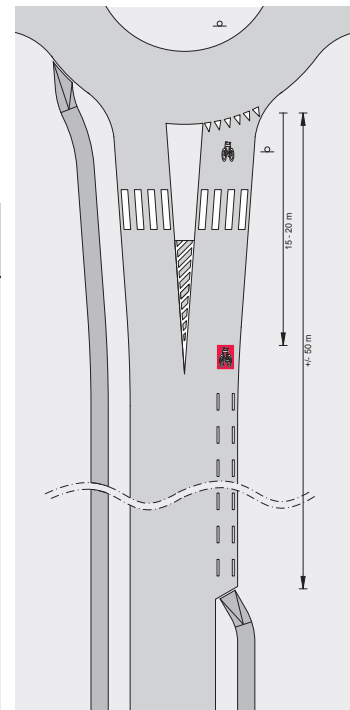
4.2.1.1.4 Tak met vrijliggend fietspad (VFP)

Op een vijftigtal meter vóór de rotonde gaat het vrijliggend fietspad over in een aanliggend, gemarkeerd fietspad over een afstand van een dertigtal meter, en aangelegd volgens de aanbevelingen van punt 4.2.1.1.3.

Het vrijliggend fietspad mag onmiddellijk na de afrit van de rotonde beginnen, tenminste als dit niet ten koste gaat van de wachtzone voor voetgangers.



Figuur 4.9 – Gemarkeerd fietspad → gemengd verkeer



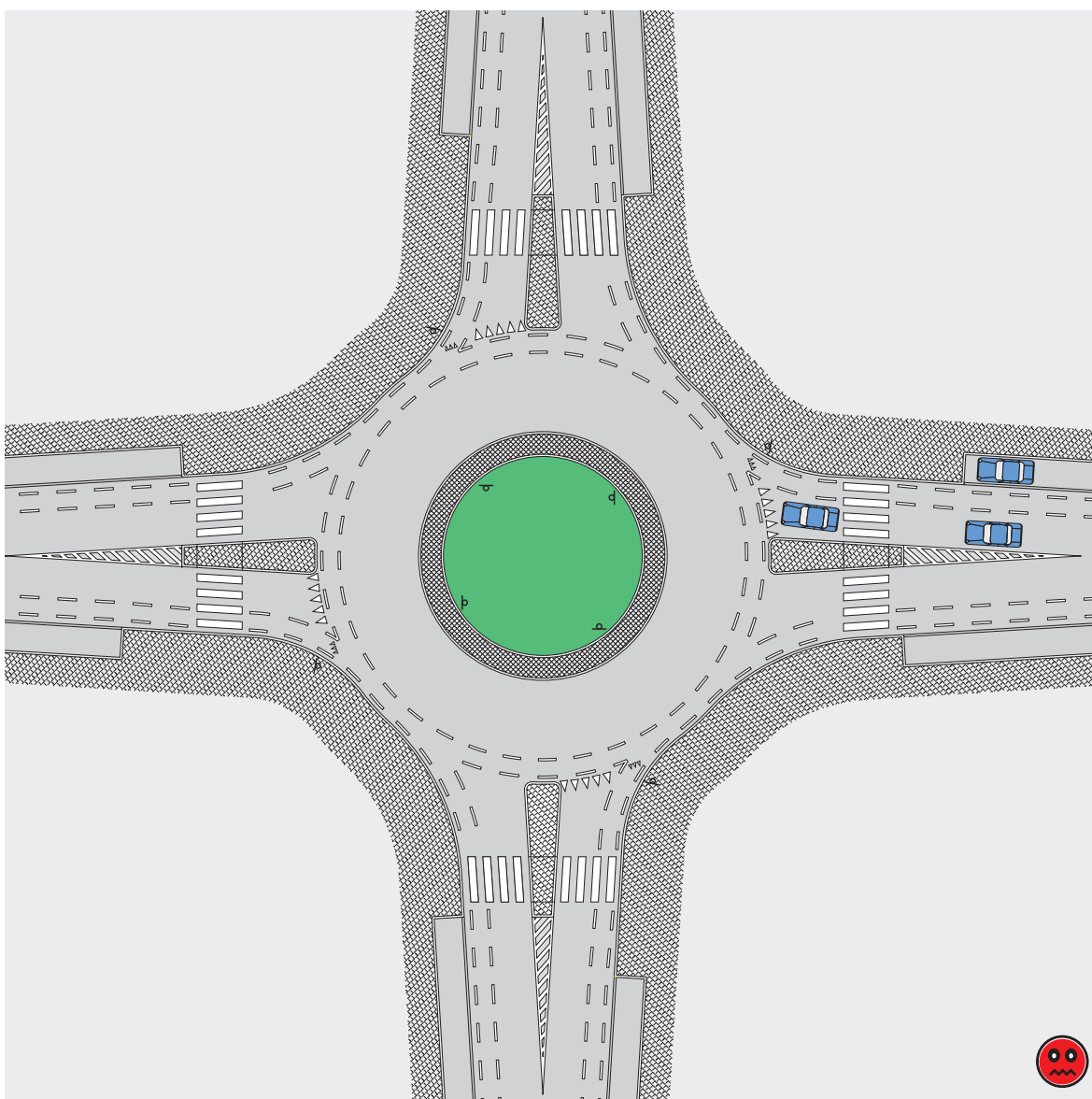
Figuur 4.10 – Vrijliggend fietspad → gemengd verkeer

4.2.2 Ronde met gemarkeerd fietspad (niet aanbevolen)

Hoewel deze oplossing in het verleden vaak werd toegepast, wordt ze niet aanbevolen vanwege het grote ongevalsrisico voor de fietsers. Zeker wanneer de rondgaande rijbaan breed is, wordt het risico bijzonder groot. Biggenruggen links van het fietspad beschermen de fietsers onvoldoende op de belangrijkste conflictpunten en vormen een extra gevaar (biggenruggen vormen een obstakel op de rijbaan, kunnen gemakkelijk loskomen en zijn niet altijd even zichtbaar).

Gemengd verkeer of een vrijliggend fietspad (zie 4.2.3 en 4.2.4) zijn de beste keuzes bij lage verkeersintensiteit.

Een gemarkeerd fietspad mag geen middel zijn om de rondgaande rijbaan te versmallen. Bestaande rotondes met gemarkeerde fietspaden kunnen veiliger gemaakt worden door (indien mogelijk) gemengd verkeer in te voeren en de fietsmarkeringen te verwijderen. Het middeneiland moet dan wel vergroot worden, wat op korte termijn kan gebeuren door middel van markeringen of een rammelstrook.



Figuur 4.11 – Ronde met gemarkeerd fietspad



Figuur 4.12 – De kans dat de trajecten van de weggebruikers op deze foto elkaar snijden, wordt nog vergroot door de aanwezigheid van een gemarkeerd fietspad op de rondgaande rijbaan (ongevalstype 2). Ook het risico dat fietsers die de rotonde oprijden niet opgemerkt worden door automobilisten, neemt hierdoor toe (ongevalstype 1).



Figuur 4.13 – Het feit dat het fietspad op de toerit doorloopt op de rotonde, is geen veiligheidsgarantie voor fietsers, zo blijkt uit bovenstaande foto.

4.2.3 Rotonde met vrijliggend fietspad in de voorrang

Op een rotonde met een vrijliggend fietspad en fietsers in de voorrang loopt het fietspad volledig rond en evenwijdig aan de rijbaan op de rotonde. De fietsoversteken van de takken zijn in het rood uitgevoerd en voorzien van fietsmarkeringen (twee evenwijdige witte onderbroken strepen).

Om aan te geven dat het vrijliggend fietspad tot de rotonde behoort, wordt de ruimte tussen de rijbaan van de rotonde en het vrijliggend fietspad opgevuld met een verharding (kasseien, betonstenen of asfalt). Tussen de rondgaande rijbaan en het vrijliggend fietspad moet minimum 3 m liggen (4 of 5 meter is ideaal),

zodat auto's die de rotonde verlaten de fietsers voorrang kunnen geven zonder dat het verkeer op de rotonde geblokkeerd wordt, en zonder dat het verkeer op het fietspad hinder ondervindt van auto's die de rotonde oprijden.

De kromtestraal van de afrit moet indien mogelijk 10 m bedragen, maar mag de 12 m niet overschrijden, zodat men de rotonde niet te snel kan verlaten.

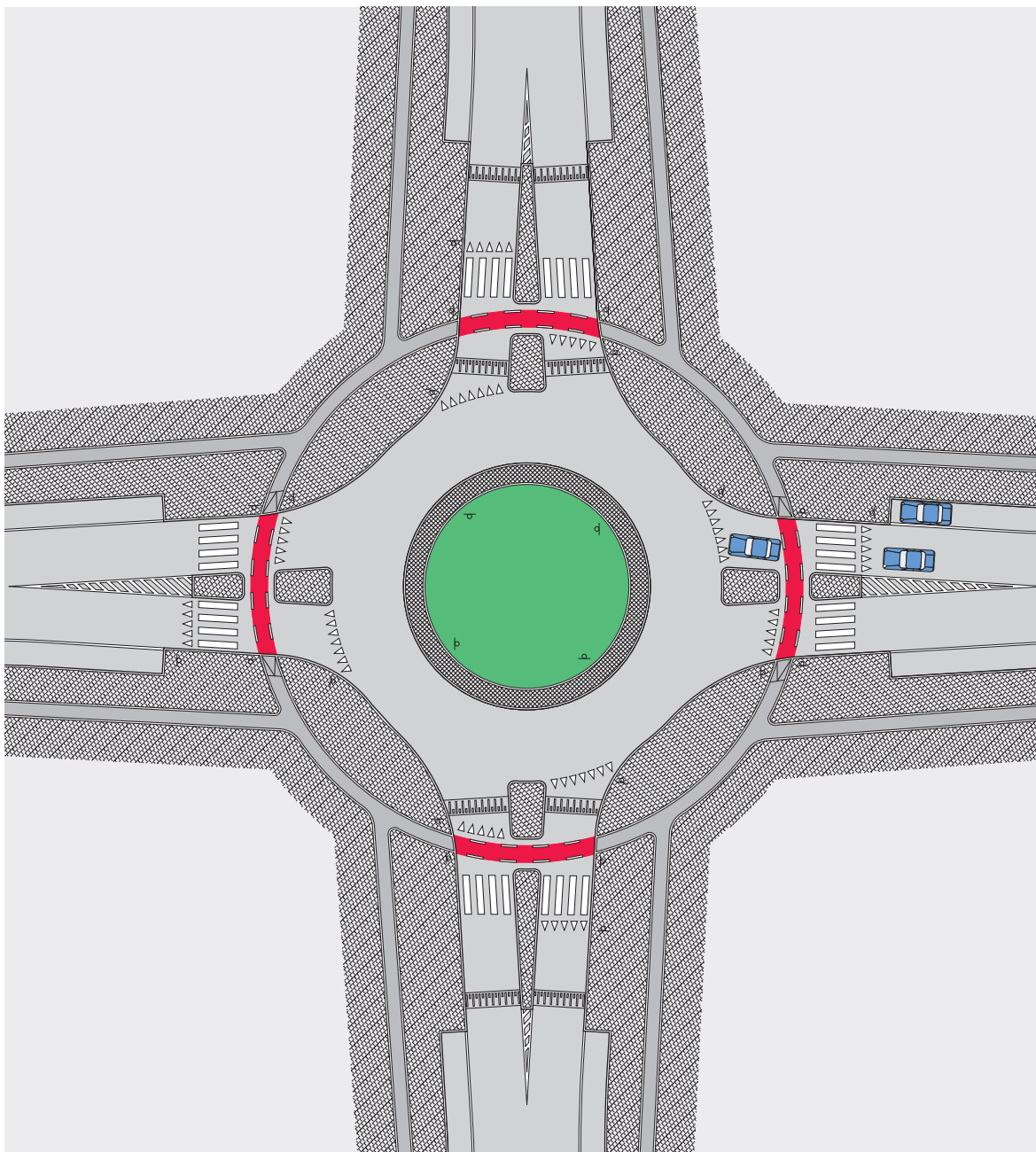
De voorrang voor het fietsverkeer wordt benadrukt door middel van witte omgekeerde driehoeken en een verkeersbord B1 op de rijbaan zowel bij de toe- en afritten van de rotonde. Het vrijliggend fietspad wordt voorzien van het verkeersbord D7 of D9.



Figuur 4.14 – De fietsmarkeringen op deze rotonde in Brussel geven wel degelijk aan dat fietsers voorrang hebben. De zichtbaarheid laat echter te wensen over, vooral omdat de verf vervaagt.



Figuur 4.15 – Het is aanbevolen om vóór het zebepad witte omgekeerde driehoeken aan te brengen, en om voorrangfietspaden aan te brengen op een gekleurde ondergrond, zoals op het voorbeeld hierboven in Vlaanderen.



Figuur 4.16 – Rotonde met vrijliggend fietspad in de voorrang

Dit soort inrichting kan verantwoord zijn in de continuïteit van een rijweg voorzien van een vrijliggend fietspad om het comfort en de mobiliteit van het fietsverkeer te verbeteren. Rotondes met vrijliggende fietspaden uit de voorrang zijn echter veiliger. Er kan worden overwogen om op elke tak verkeersplateaus aan te brengen die dienen als verhoogde oversteekplaats voor voetgangers of fietsers.

Het grootste nadeel is dat men voor de aanleg van een dergelijke rotonde over veel ruimte moet beschikken (doorsnede van minstens een zestigtal meter).

De overgangsinrichtingen zijn nagenoeg dezelfde als die verderop beschreven onder punt 4.2.4. Er zijn echter twee verschillen te noteren:

- het vrijliggend fietspad in de voorrang vormt een soort evenwijdige cirkel met de rondgaande rijbaan van de rotonde;

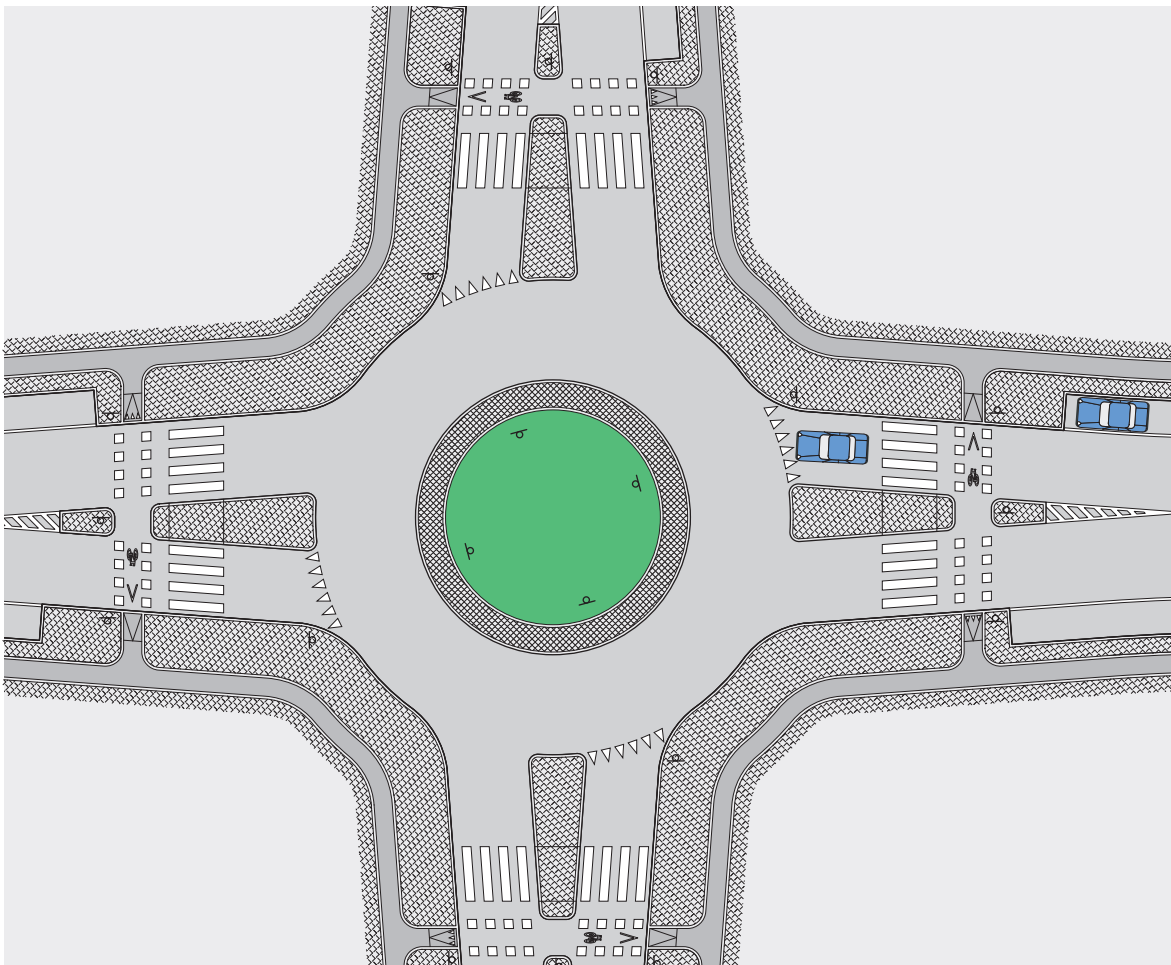


Figuur 4.17 – Het aanbrengen van een vrijliggend fietspad in de voorrang wordt ten strengste afgeraden indien 2 rijstroken in dezelfde rijrichting als toe- of afrit van een rotonde moeten worden gedwarsd.

- de oversteken aan de toe- en afritten worden uitgevoerd als een gemarkeerd fietspad (en niet als fietsoversteek) benadrukt door een gekleurde wegbekleding en vervolledigd met een bord B1 en een dwarsstreep gevormd door witte driehoeken op de rijweg voor het autoverkeer.

4.2.4 Rotonde met vrijliggend fietspad uit de voorrang

Het fietspad uit de voorrang volgt het tracé aangegeven in figuur 4.18. De bochtstraal van het fietspad staat recht tegenover de straal van de rotonde, zodat de fietser eerst een bocht van 90° moet nemen (en dus vertragen) voordat hij een tak kan oversteken. Deze vorm benadrukt de voorrang van het autoverkeer.



Figuur 4.18 – Rotonde met vrijliggend fietspad uit de voorrang

Het vrijliggend fietspad wordt van de rondgaande rijbaan gescheiden door laagstamig groen (voldoende hoog om aan te tonen dat het fietspad niet tot de rotonde behoort, maar niet te hoog om fietsers, automobilisten en voetgangers zicht te garanderen over het geheel van de rotonde) of een grasstrook.

De fietsoversteekplaats moet minstens 6 m, maar bij voorkeur 10 meter buiten de rotonde liggen, zodat er vóór de oversteekplaats opstelruimte is voor 2 auto's die de rotonde willen oprijden. De fietsoversteekplaats wordt op de rijbaan aangeduid met witte blokmarkeringen.

De oversteekplaatsen voor voetgangers liggen vlak naast de fietsoversteek, in het verlengde van het voetgangerstraject.

Vóór de fietsoversteek wordt op het fietspad een dwarsstreep gevormd door witte driehoeken aangebracht en een verkeersbord B1 in klein formaat. Het begin van het fietspad wordt aangegeven met een verkeersbord D7 of eventueel D9. Ter hoogte van de fietsoversteekplaats moet op de rijbaan het verkeersbord F50 worden aangebracht.

Ondanks het feit dat de autobestuurders voorrang hebben op de fietsers (merk op dat voetgangers op een zebrapad altijd voorrang hebben), moet men ervoor zorgen dat het verkeer dat de rotonde verlaat niet te snel rijdt, dit is mogelijk door de kromtestraal beperkt te houden tot 12 m.

Voor de fietsers die willen oversteken, moet een wachtzone van 2 tot 2,50 m lang en een middeneiland met een breedte > 2 m voorzien worden.

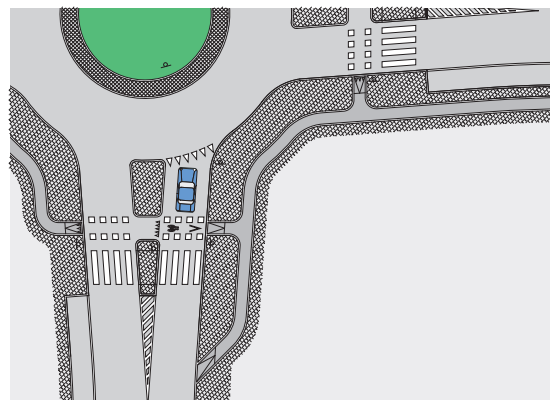
4.2.4.1 De overgangen

4.2.4.1.1 Tak met gemengd verkeer

Geen enkele voorziening is echt noodzakelijk ter hoogte van de toerit: om de tak over te steken, mogen fietsers het fietspad blijven volgen of het verlaten.

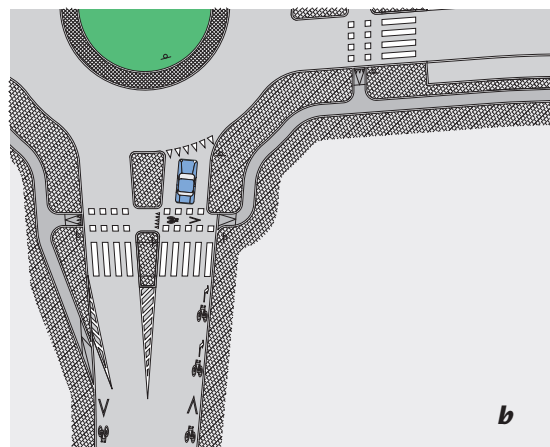
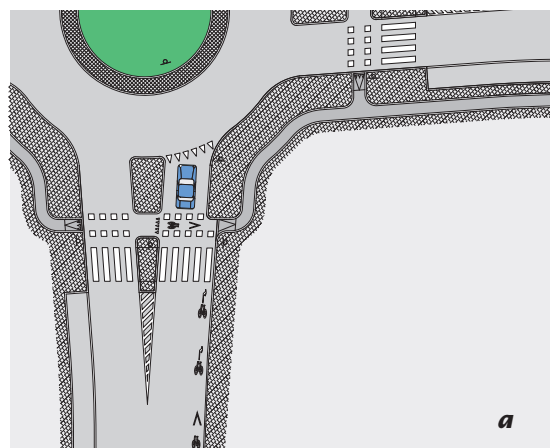
Om de fietsers duidelijk te maken welke koers ze moeten volgen kan men aan de toerit ofwel, de boordsteen verlagen en een toeleidend fietspad laten beginnen op enkele meters vóór de oversteekplaats voor fietsers. Dit mag echter niet ten koste gaan van de wachtzone voor overstekende voetgangers (zie figuur 4.19). Ofwel een by-pass voor fietsers voorzien over een lengte van 5 tot 10 m (zie figuur 4.20.b).

Ook bij het verlaten van de rotonde is geen enkele voorziening echt noodzakelijk. Een fietspad met invoegvoorziening voor fietsers (zoals voorgesteld in figuur 4.20.b) is mogelijk als er voldoende ruimte beschikbaar is.



Figuur 4.19 – Gemengd verkeer
→ vrijliggend fietspad uit de voorrang

4.2.4.1.2 Tak met fietssuggestiestrook (FSS)



Figuur 4.20 – Fietssuggestiestrook
→ aanliggend fietspad in de voorrang

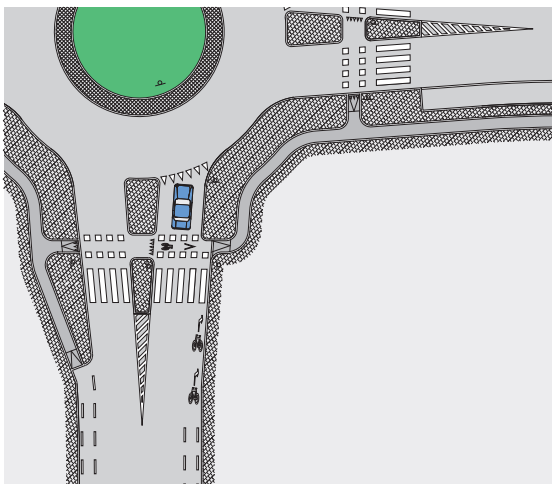
Aan het begin van de rotonde moet de fiets-suggestiestrook de fietsers naar het vrijliggend fietspad leiden, de fietssuggestiestrook mag dus niet voortgezet worden op de rondgaande rijbaan zelf. Voor de fietsers wordt een bypass (figuur 4.20) om rechts af te slaan aanbevolen, of een toeleidend vrijliggend fietspad (zie figuur 4.19).

Bij het verlaten van de rotonde (tenminste als er voldoende plaats is), kunnen de fietsers via een vrijliggend fietspad terug naar de rijbaan gebracht worden. Waar de fietsers op de rijbaan komen, wordt best een verdrijvingsvak aangebracht voor automobilisten (zie figuur 4.20), of eventueel een beschermende voorziening (zie figuur 4.21). Bij plaatsgebrek mag de fietssuggestiestrook beginnen na de oversteekplaats voor voetgangers, zonder dat enige andere voorziening nodig is.

4.2.4.1.3 Tak met gemarkeerd fietspad (GFP)

Op de toerit, leidt het gemarkeerd fietspad de fietsers tot aan het vrijliggend fietspad, hetzij ter hoogte van de fietsoversteek (figuur 4.21), hetzij ter hoogte van het begin van het vrijliggend fietspad (zoals voorgesteld in figuur 4.19).

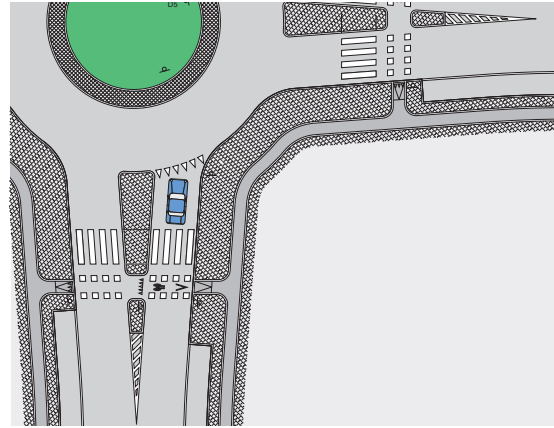
Om de rotonde te verlaten, worden de fietsers via een vrijliggend fietspad over een lengte van 10 tot 20 m naar het gemarkeerde fietspad geleid, waarvan het begin is aangegeven met een verlaagde boordsteen aan het einde van een trottoirverbreding die de fietsers afschermt van het verkeer (figuur. 4.21).



**Figuur 4.21 – Gemarkeerd fietspad
→ vrijliggend fietspad uit de voorrang**

4.2.4.1.4 Tak met vrijliggend fietspad (VFP)

Het vrijliggend fietspad van de tak sluit aan op het vrijliggend fietspad op de rondgaande rijbaan (zie figuur 4.22).



**Figuur 4.22 – Vrijliggend fietspad uit
de voorrang → vrijliggend fietspad uit
de voorrang**

4.3 Specifieke gevallen

4.3.1 Twee- en meerstrooksrotondes

Een tweestrooksrotonde (of een rotonde met een vergelijkbare breedte) vermindert het hinderend verkeer per oprit met 10 tot 40 % (zie hoofdstuk 3). Vrachtwagens kunnen er gemakkelijk draaien, dit kan eventueel gecompenseerd worden door een overrijdbaar gedeelte als er niet teveel zwaar verkeer langskomt. Driestrooksrotondes hebben een miniem effect op de capaciteit.

Meerstrooksrotondes of grote rotondes (rondgaande rijbaan breder dan 7 m) werken fietsongevallen in de hand omdat voertuigen er verleid worden tot inhaalmanoeuvres, terwijl het overige verkeer hoge snelheden haalt. Bovendien vindt de fietser er moeilijk de juiste plaats en doen er zich ook meer ongevallen voor met andere weggebruikers.

Bij gemengd verkeer

De meest verkeersveilige oplossing bestaat erin de rondgaande rijbaan te versmallen, eventueel door middel van een overrijdbaar gedeelte. Op korte termijn kan de rondgaande rijbaan versmald worden door middel van markeringen of een rammelstrook rondom het middeneiland. Als een rondgaande rijbaan van 7 m of meer nodig geacht wordt, is het meestal niet aanbevolen om rijstrookmarkeringen aan te brengen. Op 2 à 3 m van de buitenrand van de rotonde kan eventueel een fietssuggestiestrook aangebracht worden om de aanwezigheid van fietsverkeer extra te benadrukken en om de fietsers aan te zetten om een plaats te kiezen waar ze optimaal zichtbaar zijn voor het autoverkeer.

Met vrijliggend fietspad

In het geval van een tweestrooksrotonde kan ook gekozen worden voor een vrijliggend fietspad met fietsers in de voorrang (binnen de bebouwde kom), op voorwaarde dat de toe- en afritten slechts één rijstrook hebben.

Een vrijliggend fietspad met fietsers uit de voorrang wordt verkozen buiten de bebouwde kom en in specifieke verkeersgebieden.

Een ongelijkvloerse oplossing voor het fietsverkeer kan ook overwogen worden.

4.3.2 Toe- en /of afritten met twee (of meer) rijstroken

Dubbele toe- en afritten zijn niet aangewezen (zie 4.2) in de stad, omdat ze een verhoogd gevaar betekenen voor fietsers en voetgangers. Deze oplossing is strijdig met de aanbevelingen van de Staten-Generaal van de Verkeersveiligheid van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en is enkel aanvaardbaar als het omwille van capaciteitsredenen echt niet anders kan. Het grootste gevaar is dat het ene voertuig bij het op- of afrijden van de rotonde het zicht belemmert voor de bestuurder van het voertuig ernaast. Bovendien rijdt het verkeer er sneller, zodat er zich meer en ernstiger ongevallen voordoen.

Uit veiligheidsoverwegingen wordt de rijbaan best versmald tot één rijstrook (zie figuur 4.23).

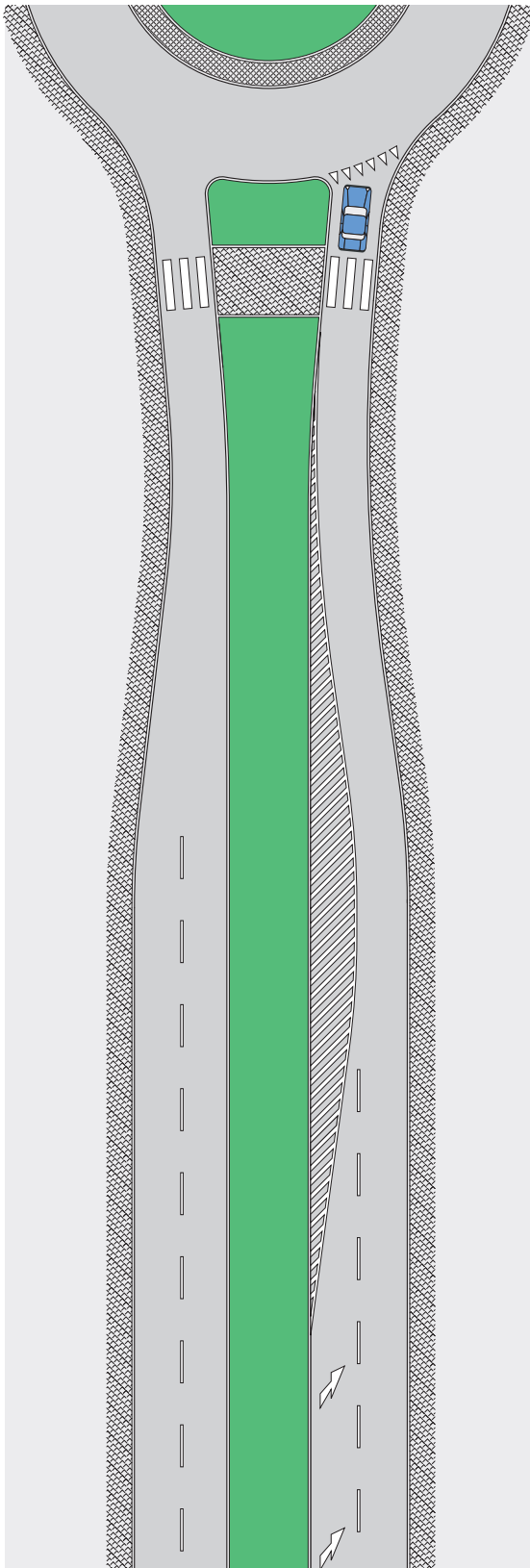
Figuur 4.24 stelt een tussenoplossing voor waardoor de capaciteit toeneemt, en waardoor de snelheden bij het oprijden en het verlaten van de rotonde dalen. Deze oplossing is niet ideaal voor de verkeersveiligheid, maar is in elk geval beter dan wanneer men 2x2 rijstroken behoudt tot aan het kruispunt.

Merk op dat de keuze voor 2 rijstroken bij de toerit niet automatisch betekent dat ook de afrit 2 rijstroken moet hebben. Als het verlaten van de rotonde vlotter verloopt dan het oprijden, dan verdient een éénstrooksafrit ruimschoots de voorkeur.

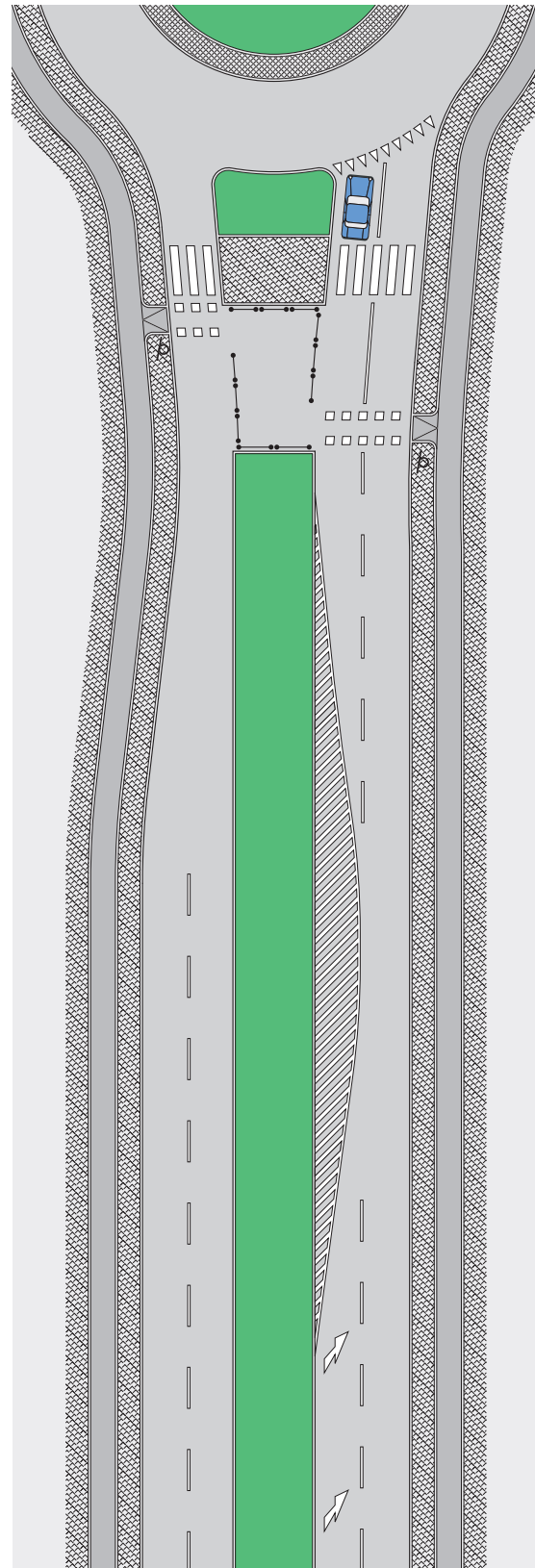
Indien een éénstrooksoplossing uitgesloten is als toe- en/of afrit, kiest men best voor een vrijliggend fietspad uit de voorrang. Gemengd verkeer is af te raden.

In het geval van een gelijkgrondse fiets-oversteek over een dubbele toe- en afrit bij vrijliggende fietspaden, is het omwille van de verkeersveiligheid niet mogelijk de fietsers in de voorrang te houden: een auto die stopt voor de overstekende fietser, maakt de fietser meteen onzichtbaar voor het verkeer op de andere rijstrook. Zelfs met een lagere naderings- en oversteeksnelheid, blijft het zebepad even gevaarlijk voor de voetgangers, ondanks het feit dat ze er steeds voorrang hebben.

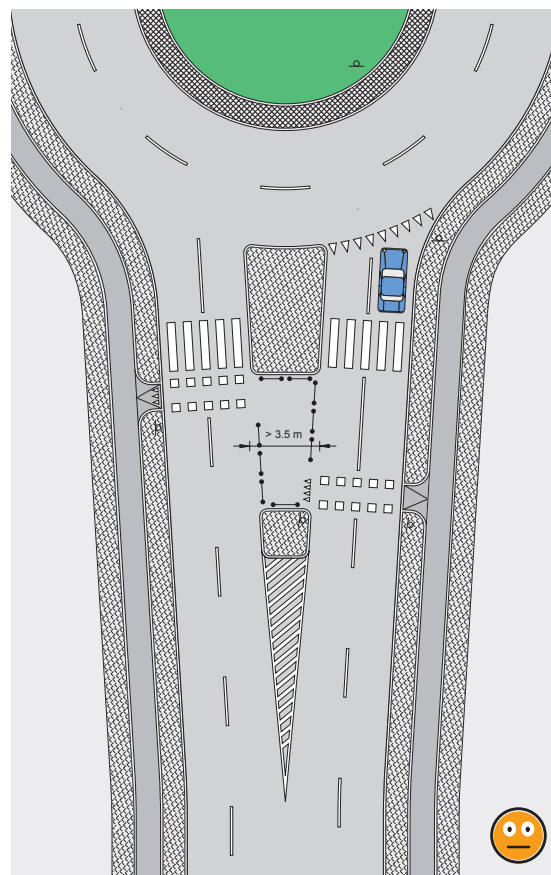
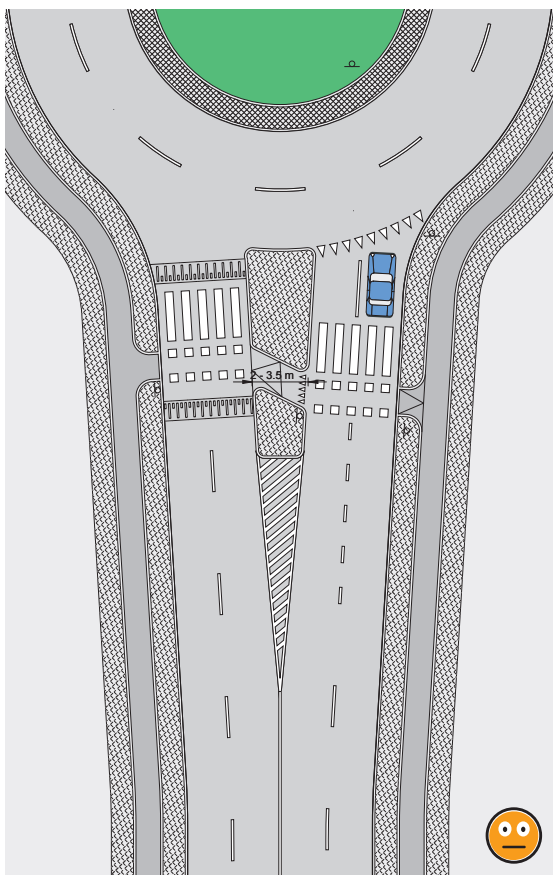
Het is noodzakelijk de fietser uit de voorrang te halen en bij voorkeur de fietsoversteekplaats in bajonetvorm aan te leggen (zie figuren 4.25 en 4.26), zodat de fietser zich recht tegenover het naderende autoverkeer bevindt. Hierdoor ontstaat voldoende waarnemings- en beslissingstijd tussen de beide oversteken, terwijl de fietser voor de tweede overstek zo gepositioneerd wordt dat hij het autoverkeer goed in beeld heeft. Het middeneiland van de bajonet moet breed genoeg zijn, zodat er voldoende plaats is voor fietsen met een fietskar of een aanhangfiets. In alle andere gevallen is een bajonet in de fietsoversteek niet gewenst.



**Figuur 4.23 – Rotonde met toe-
en afrit met één rijstrook**



**Figuur 4.24 – Variante met herstelling
van de tweede rijstrook na
het verdrijvingsvlak**



Figuren 4.25 en 4.26 – Oversteek van een dubbele toe- en afrit

Voor drukke fietsroutes op meerstrooksrotondes is een ongelijkgrondse fietsoversteek de

beste oplossing. Het belangrijkste nadeel hiervan is het aanzienlijke kostenplaatje.

4.3.3. Tweerichtingsfietspaden

Tweerichtingsfietspaden op kruispunten zijn bijzonder gevaarlijk, want fietsers kunnen onverwachts opduiken op plaatsen waar automobilisten hen helemaal niet verwachten²⁹.

Ideaal is een ongelijkgrondse fietsoversteek zoals in figuur 4.27 (Nederland). De verbinding met de rotonde kan tot stand worden gebracht met een radiale tak (het fietspad wordt dan beschouwd als een weg op zich), of met een toe- en afrit voor fietsers op een bepaalde afstand van de rotonde. Op gewone compacte rotondes zijn radiale toeritten voor fietspaden perfect mogelijk, maar voor meerstrooksrotondes ligt dit delicaat.

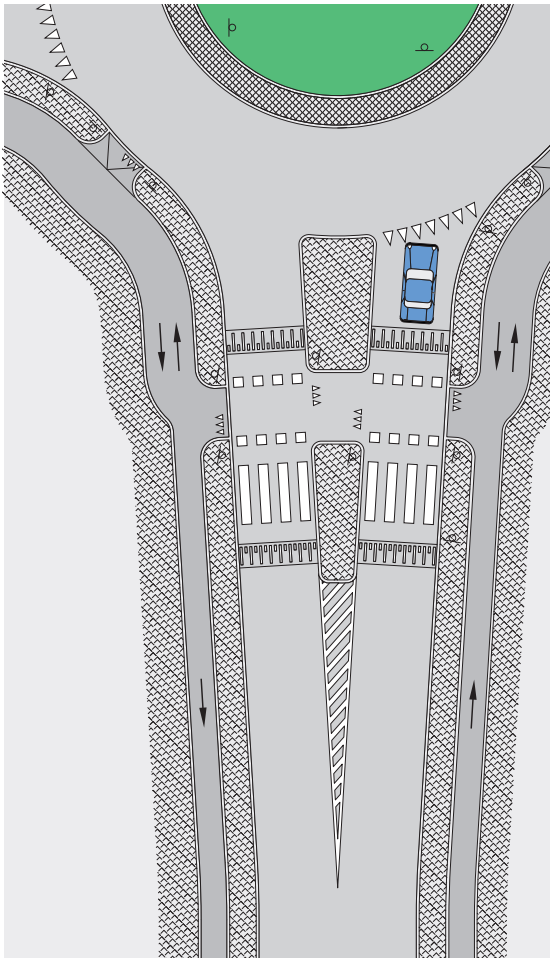
© Dina Steendam



Figuur 4.27 – Fietsersbrug in Drachten (NL) over een tweestrooksrotonde.

29. Een fietsoversteek op een kruispunttak heeft sowieso twee rijrichtingen, omdat de wegcode geen verplichte rijrichting voorziet. Maar het probleem stelt zich scherper in aanwezigheid van een dubbelrichtingsfietspad.

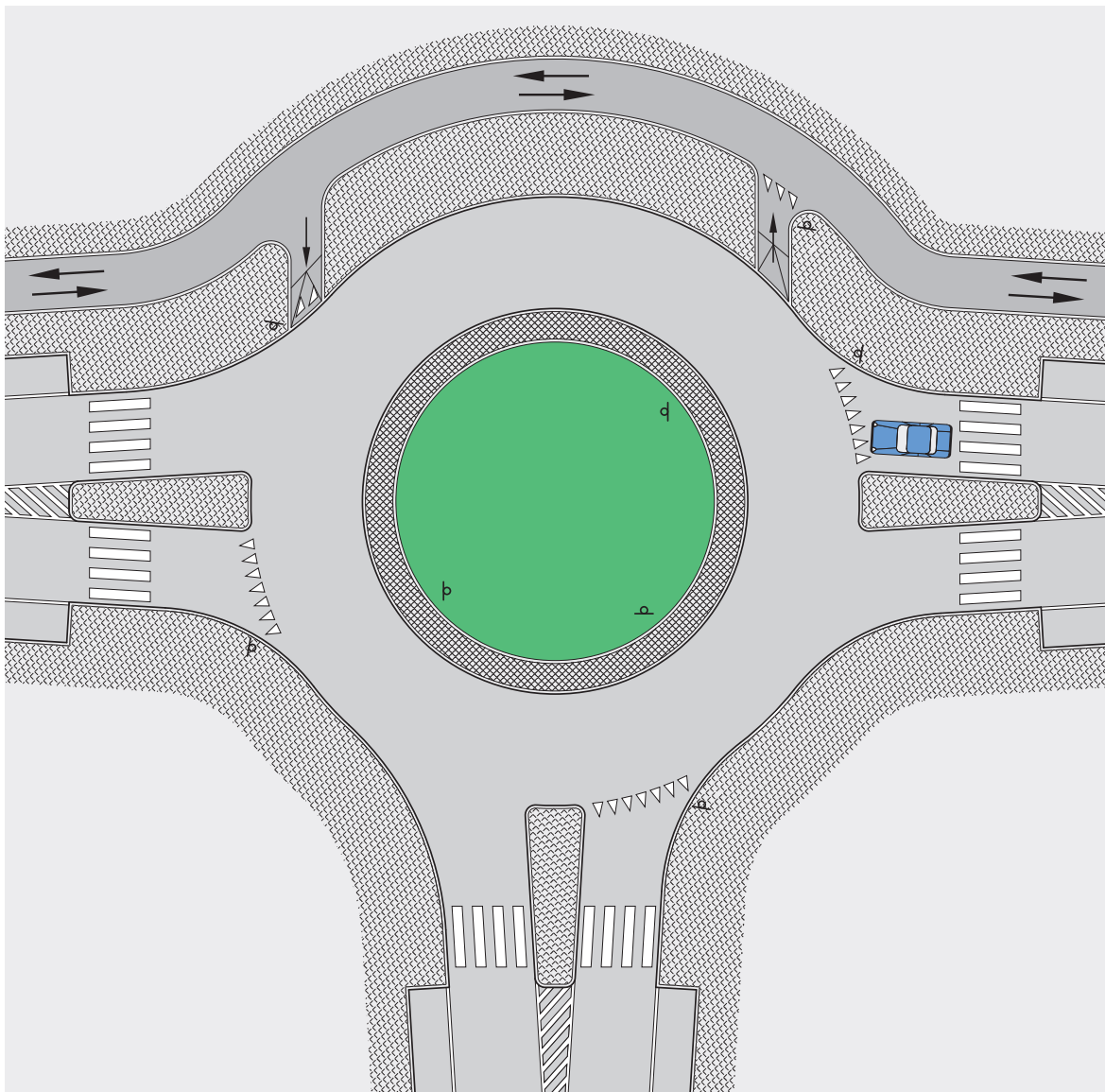
Als het fietspad een gelijkgrondse oversteek heeft, dan mogen de fietsers er in geen geval voorrang krijgen (zie figuur 4.28). Het is aanbevolen om op deze tak de rijbaan als een plateau aan te leggen. Onder het verkeersbord F50 komt een onderbord met twee horizontale pijlen die aanduiden dat er tweerichtingsverkeer is voor fietsers (onderbord M9 of M10).



Figuur 4.28 – Tweerichtingsfietspad met fietsoversteek op een plateau, met radiale verbinding naar de rondgaande rijbaan toe

In het geval van een driearmig kruispunt, mag het fietspad langs de rotonde lopen, met toegen afritten zoals in figuur 4.29.

Tweerichtingsfietspaden over de middenberm van een rotonde zijn mogelijk in uitzonderlijke gevallen, maar moeten geval per geval bestudeerd worden. Onder punt 5.3.6 wordt hiervan een voorbeeld beschreven.

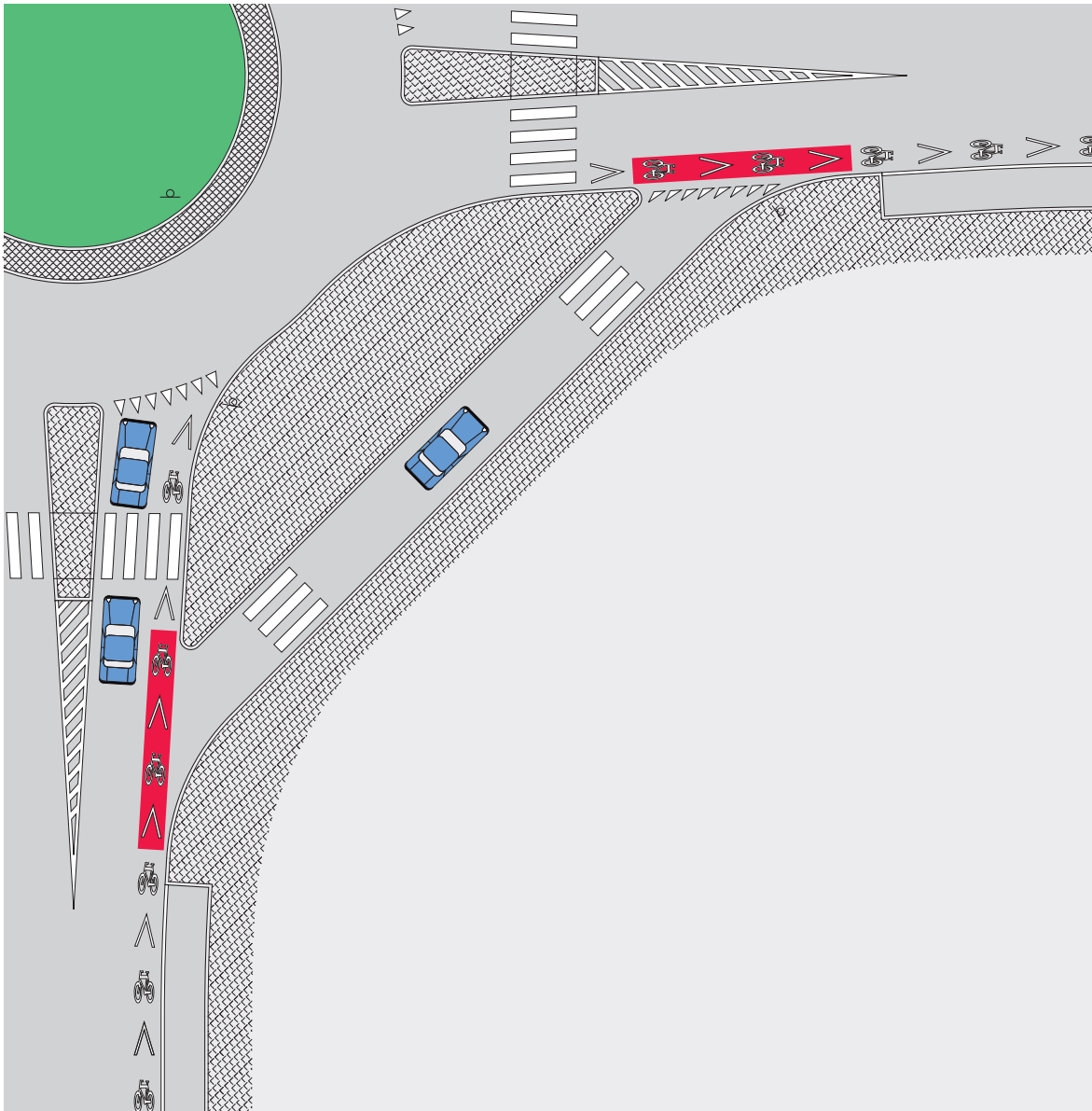


Figuur 4.29 – Tweerichtingsfietspad op een drie-armige rotonde

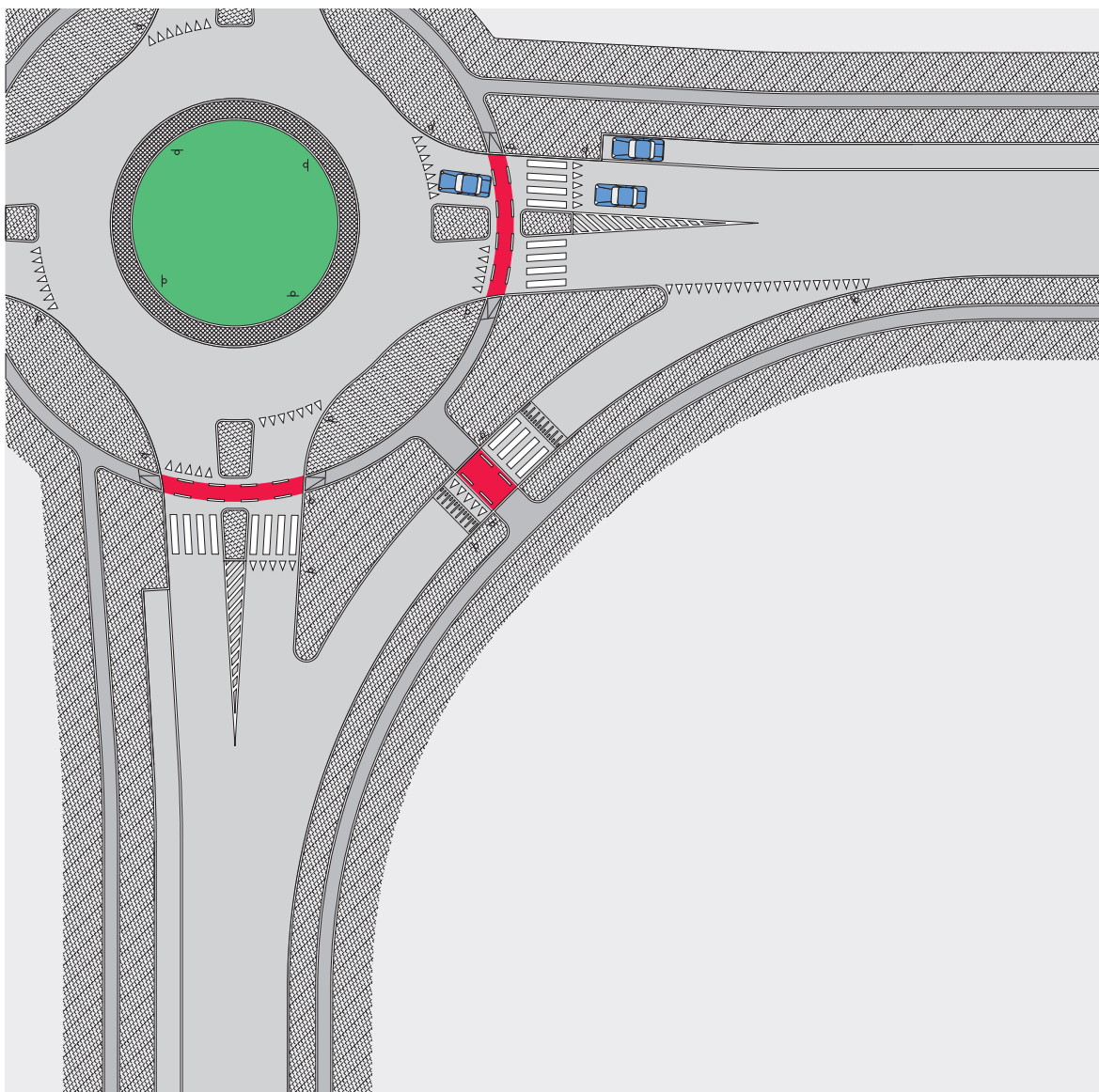
4.3.4 Bypass

De bypass verhoogt de capaciteit van de rotonde door het rechtsafslaand verkeer van de rotonde

te halen. Dit is uiteraard enkel nuttig wanneer het rechtsafslaand verkeer substantieel is.



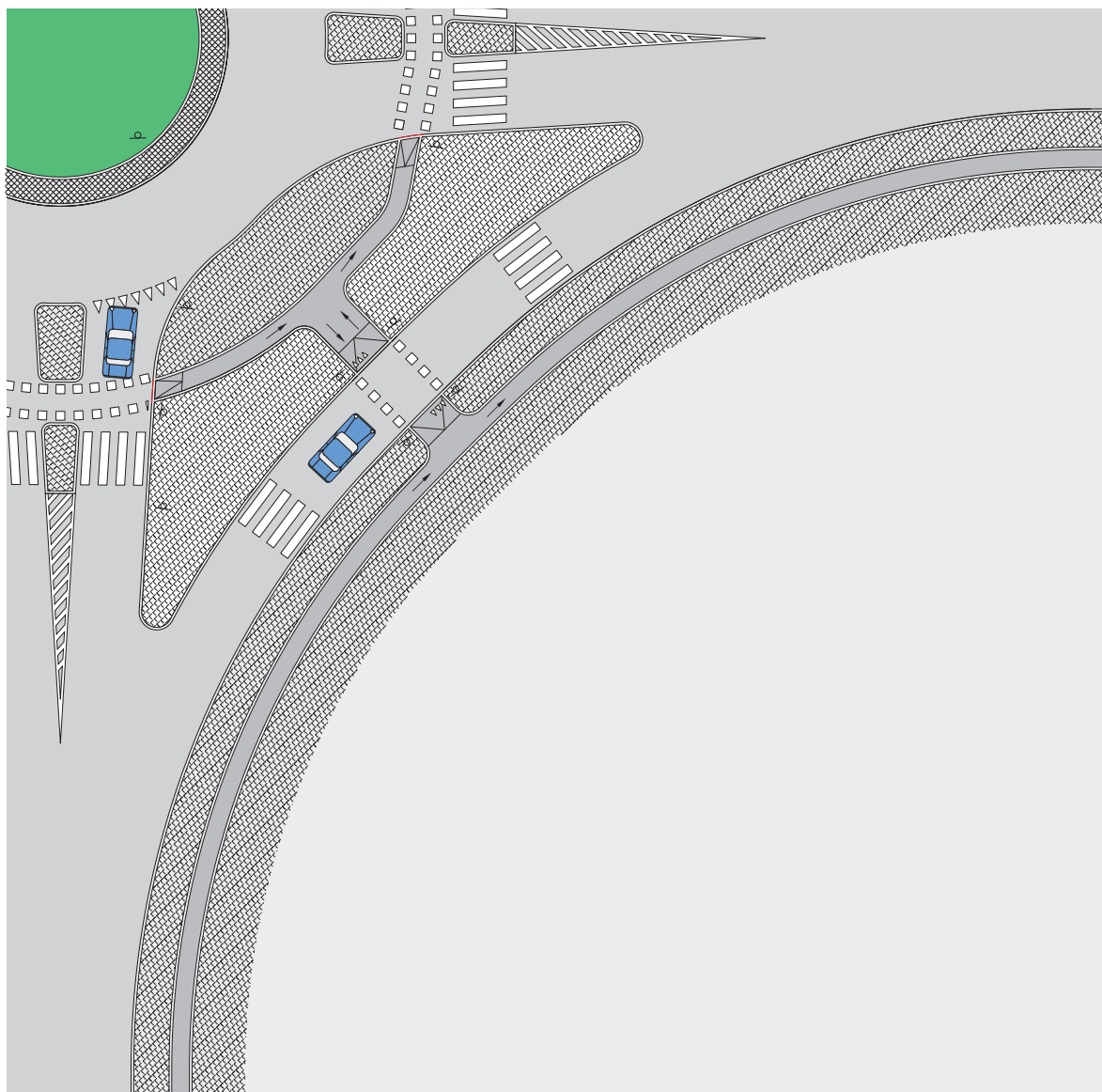
Figuur 4.30 – Rotonde met bypass met gemengd verkeer



Figuur 4.31 – Rotonde met bypass, vrijliggend fietspad met fietsers in de voorrang

In het geval van een vrijliggend fietspad is de fietsoversteekplaats op de bypass van een rotonde in principe in twee richtingen. Het is

dus heel belangrijk de fietsoversteekplaats op de bypass goed in te richten, om duidelijk te maken wie voorrang heeft.



Figuur 4.32 – Rotonde met bypass en vrijliggend fietspad met fietsers uit de voorrang

4.3.5 Openbaar vervoer dat rechtdoor rijdt over het middeneiland

Deze oplossing wordt best alleen toegepast voor trams. Het middeneiland is niet berijdbaar voor andere voertuigen, ook niet voor fietsers.

We bevelen aan om in dit geval verkeerslichten te voorzien die het andere verkeer ophouden wanneer een tram over de rotonde passeert.

4.3.6 Grote rotondes

In het geval van grote rotondes, ovondes of kluifrotondes is het mogelijk dat de fietsers ver moeten omrijden om hun bestemming te bereiken. Wanneer een zebrapad al voorzien is

van verkeerslichten, of als het aangewezen is om dit te doen, is het mogelijk deze voetgangersoversteekplaats te combineren met een fietsoversteekplaats. Net als de voetganger kan de fietser gebruik maken van een drukknop om over te steken.

Op grote rotondes met overrijdbaar middeneiland, zoals men die vaak aantreft in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, is de rondgaande rijbaan op zich meestal niet heel breed, en wordt de rotonde meestal niet als één geheel beschouwd. De rotonde kan onderbroken worden door een fietsoversteek uit de voorrang, evenwijdig met het zebrapad. Fietsers en automobilisten moet elkaar goed kunnen zien. Men kan ook maatregelen treffen om het verkeer te matigen.



Figuur 4.33 – Bij deze inrichting die men als semi-rotonde of ovonde zou kunnen kwalificeren, kunnen de fietsers het middeneiland oversteken zonder een omweg te moeten maken.



Bronnen

- ASVV (2004), *Aanbevelingen voor verkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom*, CROW, april 2004, 1204 p.
- Balsiger O. (1992), "Planifier le trafic cycliste, c'est l'encourager", *Actes de Vélo-Mondial 1992*, Montréal, p. 116-119.
- BPA (1999), *Giratoires, Manuel du Bureau Suisse de prévention des accidents, collection circulation routière*.
- Brüde U., Larsson J. (2000), *What roundabout design provides the highest possible safety?*, *Nordic Road and transport Research*, n°2, 2000, pp 17-21.
- Buffel F. (1999), *Beveiliging van oversteekplaatsen voor voetgangers en fietsers op kruispunten*, mei 1999.
- Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (2006), *Geïllustreerd reglement voor de wegbeheerder*.
- CERTU (1997), *Guide les mini-giratoires, Textes et recommandations*, december 1997, 19 p.
- CERTU (1999), *Guide carrefours urbains, Références*, januari 1999.
- CERTU (2000), *Recommandations pour les aménagements cyclables*, april 2000.
- CETUR (1988), *Conception des carrefours à sens giratoire implantés en milieu urbain*, 107 p.
- CROW (1993), *Rotondes*, publicatie 79, 57 p.
- CROW (1998), *Eenheid in rotondes*, publicatie 126, maart 1998.
- CROW (2002), *Fietsoversteken op Rotondes*, publicatie 126a, december 2002.
- CROW (1993), *Rotondes*, publicatie 79, 1993, 57 p.
- CROW (1996), *Sign up for the bike, Design manual for a cycle-friendly infrastructure*, record 10, 325 p.
- CROW (2000), *Richtlijnen ontwerp niet-autosnelwegen*, publicatie 164.
- CROW (2006), *Ontwerpwijzer fietsverkeer*, publicatie 230, april 2006.
- Daniëls S., Brijs T., Nuyts E., Wets G. (2008), «*Injury accidents with bicyclists at roundabouts. Influence of the design of cycle facilities and other location characteristics*», *Steunpunt verkeersveiligheid, rapport RA-MOW-R008-001*, 25 p.
- Daniëls S. (2006), "Effecten van rotondes op de verkeersveiligheid van fietsers en voetgangers", *Steunpunt Verkeersveiligheid – Universiteit Hasselt, 4de Vlaamse Congres Verkeersveiligheid*, 19 mei 2006, 21 p.
- Daniëls S., Wets G. (2005), *Traffic Safety Effects of Roundabouts: a Review with Emphasis on Bicyclist's Safety*, *Proceeding van de 18de ICTCT workshop in Helsinki, Finland, 27/10/2005*, 12 p.

- Daniëls S., Wets G. (2006), *Invloed van rotondes op verkeersveiligheid. Overzicht van onderzoeksresultaten en internationale richtlijnen voor ontwerp*, Steunpunt Verkeersveiligheid, januari 2006, 64 p.
- Daniëls S., Wets G., Nuyts E. (2006), *Rotondes binnen de bebouwde kom onveilig voor fietsers, Onderzoek naar invloed van rotondes op verkeersveiligheid*, Verkeerspecialist 132, november 2006, p. 17-20.
- Department of Transport, County Surveyor's Society (2007), *Mini-roundabouts, good practice guidance*, 48 p.
- Dijkstra A. (2004), *Rotondes met vrijliggende fietspaden ook veilig*, Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, Rapport R-2004-14.
- Dijkstra A. (2005), *Rotondes met vrijliggende fietspaden ook veilig voor fietsers? Welke voorrangsregeling voor fietsers is veilig op rotondes in de bebouwde kom?*, Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam, R-2004-14.
- Director of Environmental Services, *London Cycle Network design manual*, mars 1998.
- École nationale des travaux publics de l'État / CERTU (1999), *La prise en compte des vélos dans les intersections*, juillet 1999.
- EPFL, Transitec, *Urbaplan (1997), Guide suisse des giratoires, Cahier TEA n°10, février 1991, réédition novembre 1997*, 130 p.
- FHWA (2000), *US Department of Transportation, Roundabouts: An Informational Guide, Federal Highways Administration, publication n° FHWA-RD-00-067, June 2000*, 234 p.
- GDR (2007), *Design Manuel for Roads and Bridges, Geometric Design of Roundabouts, The Highways Agency, Transport Scotland, Welsh Assembly Government, Llywodraeth Cynulliad Cymru, The Department For Regional Development Northern Ireland, TD 16/07 Volume 6, Section 2, Part 3, August 2007*.
- GRACQ & IBSR, *Fietsers en de wegcode*, oktober 2005.
- Grand Lyon (1998), *Guide technique des aménagements cyclables, Division Etudes*, juillet 1998.
- Hels T., Orozova-Bekkevold I. (2007), "The effect of roundabout design features on cyclist accident rate", *Accident Analysis and Prevention*, n° 39, pp. 300-307.
- BIVV (1990), *Fietsvoorzieningen*, september 1990.
- BIVV (1996), *Fietsvoorzieningen, Aanbevelingen voor fietsvriendelijke verkeersinfrastructuur*, BIVV, juni 1996, juni 1996.
- BIVV (2006), *Fietsongevallen in stedelijke omgeving, Onderzoek en analyse nr. 1, Fietsvademecum Brussels Hoofdstedelijk Gewest*, januari 2006.
- BIVV (2006), *Aanbevelingen voor de markering en signalisatie van fietsverkeer in tegenrichting, Fietsvademecum Brussels Hoofdstedelijk Gewest nr. 1*, september 2006.
- BIVV (2007), "Uitvoering van gemarkeerde fietspaden en fietssuggestiestroken", *fietsvademecum van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest nr. 2*, maart 2007.
- BIVV (2009, nog te verschijnen), *Ongevallen met voetgangers op niet lichtengeregelde voetgangersoversteekplaatsen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest*, BIVV - Ministerie van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest
- Kennedy J. V., Hall R.D., Barnard S.R. (1998), *Accidents at mini-roundabouts*, TRL report 281, 1998, 118 p.

- Lange J. (1999), *Bicycle and pedestrian facilities at small roundabouts in built-up areas*, Ingenieurgesellschaft Schnüll-Haller, Hannover, Germany, VTI Konferens, september 1999.
- LIN (1997), *Vademecum rotondes*, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Administratie Wegen en Verkeer, Afdeling Verkeerskunde, augustus 1997.
- LIN (1997), *Vademecum Verkeersvoorzieningen in bebouwde omgeving*, Vlaams Gewest, juni 1997.
- LIN (2003), *Vademecum Voetgangersvoorzieningen*, Vlaams Gewest.
- LIN (2005), *Vademecum Fietsvoorzieningen*, Vlaams Gewest.
- MET (1999), *Vade-mecum pour la conception des carrefours giratoires*, Ministère wallon de l'Équipement et des Transports, Direction Générale des Autoroutes et des routes, 1999, 84 p.
- MET (2003), *Evaluation et accidentologie des giratoires et feux tricolores*, Ministère wallon de l'Équipement et des Transports, Direction Générale des Autoroutes et des routes, 21 p.
- MET (2005), *Conception d'un carrefour à sens giratoire*, Circulaire CT 04.28(01), Ministère wallon de l'Équipement et des Transports, Direction Générale des Autoroutes et des routes, 17 p.
- Pedler A., Davies D. G. (2000), *Cycle track crossings of minor roads*, TRL report 462.
- Peel H. (2002), *Cyclists and roundabouts*, www.thebikezone.org.uk/thebikezone/campaigning/roundabouts.html
- Pelckmans J. (1997), "De veiligheid van fietsers op rotondes", *Via Secura*, nr. 37, 1997, p. 17-19.
- Pro vélo asbl (2000), *Code de bonne pratique des aménagements cyclables*, Ministère de l'Équipement et des Transports, september 2000.
- Räsänen M., Summalal H. (2000), *Car Drivers' Adjustments to Cyclists at Roundabouts*, *Transportation Human Factor*, 2 (1), 1-17.
- Road Directorate (Danemark, 2000), *Collection of cycle concepts*.
- Smet P. (2005), *Fietsplan 2005-2009*, Minister van Mobiliteit en Openbare Werken.
- SWOV (2004), *Fietsvoorzieningen op wegvakken en kruispunten van gebiedsontsluitingswegen*, SWOV Factsheet, oktober 2004.
- SWOV-factsheet (2007), *Rotondes*, augustus 2007, 6 p
- Transport for London (2005), *London Cycle Design Standards*, januari 2005.
- Van Minnen J. (1995), *Rotondes en voorrangsregelingen*, Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, Rapport R-95-68.
- Van Minnen J. (1995), *Rotondes en voorrangsregelingen*, *Verslag van een drietal onderzoeken: de ontwikkeling van de veiligheid op nieuwe rotondes, het wijzigen van de voorrang op oudere pleinen en de regeling van de voorrang voor fietsers rond rotondes*, Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam R-95-58.
- VSS (2000), *Carrefours giratoires*, Union des professionnels suisses de la route, Norme suisse SN 640 263, 15 p.
- Wilke A., Koorey G. (2001), "How safe are roundabouts for cyclists?", *TranSafe*, Transfund New Zealand, April 2001, Issue 5, pp. 2-3.





Gerealiseerd door:

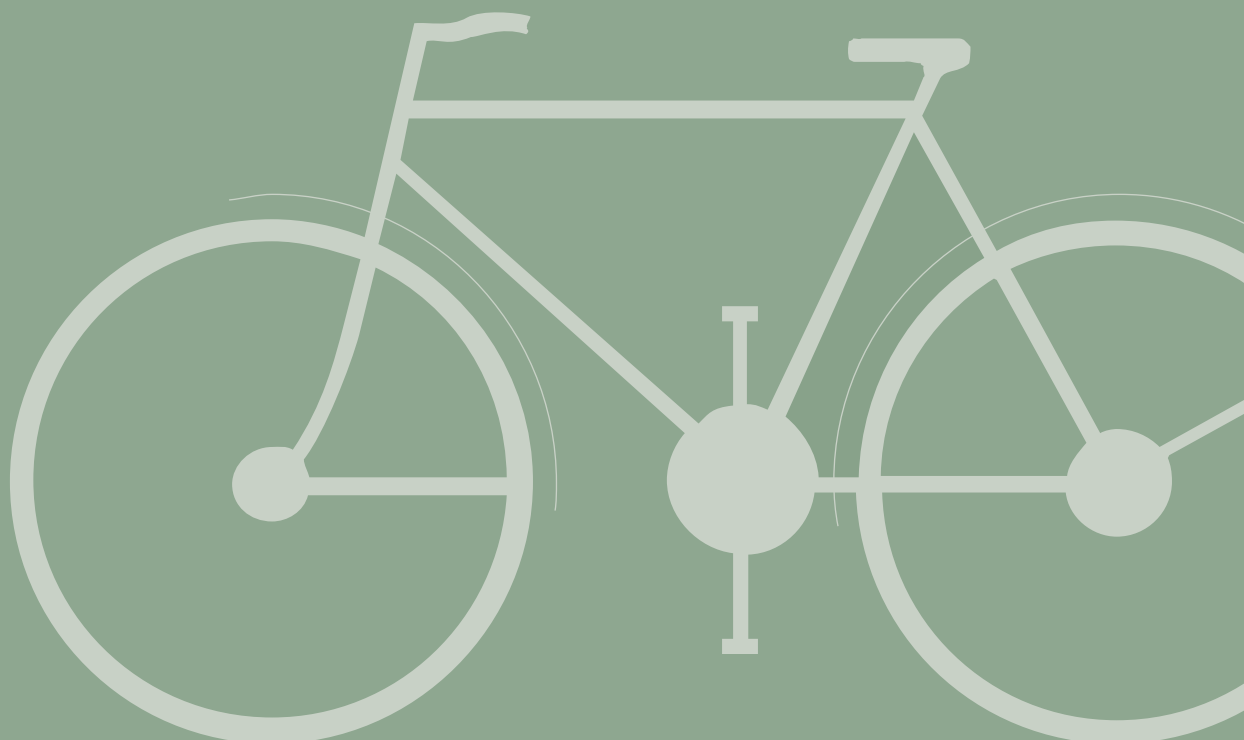


Haachtsesteenweg 1405 – B-1130 Brussel
Tel.: 02/244.15.11 – Fax: 02/216.43.42
E-mail: info@bivv.be – Internet: www.bivv.be

Op initiatief van:



Ministerie van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest
Bestuur Uitrusting en Vervoer – Directie Beleid
CCN – Vooruitgangstraat 80 bus 1 – B-1035 Brussel
Tel.: 02/204.20.07 – Fax: 02/204.15.10
E-mail: fietsinfo@mbhg.irisnet.be



Rotondes zijn “in”. Op voorwaarde dat ze goed ontworpen zijn en op de juiste plaats worden aangelegd, verbeteren ze de algemene verkeersveiligheid. Maar wat de veiligheid van fietsers op rotondes betreft, zijn de meningen eerder verdeeld of soms zelfs ronduit negatief.



Deze brochure maakt een balans op van de ongevallen op rotondes en geeft een lijst met aanbevelingen voor de aanleg van fietsvriendelijke rotondes.

ikbenvoor.be >>



MINISTERE DE LA REGION DE BRUXELLES-CAPITALE
MINISTERIE VAN HET BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST



**Belgisch Instituut voor de
Verkeersveiligheid vzw**

Haachtsesteenweg 1405 - B-1130 Brussel
Tel.: 02/244.15.11 - Fax: 02/216.43.42
E-mail: info@bivv.be - Internet: www.bivv.be