

Effecten van rotondes op de verkeersveiligheid van fietsers en voetgangers

Peer-reviewed author version

DANIELS, Stijn & WETS, Geert (2006) Effecten van rotondes op de verkeersveiligheid van fietsers en voetgangers. In: Jaarboek Verkeersveiligheid. p. 38-42.

Handle: <http://hdl.handle.net/1942/1504>

# Effecten van rotondes op de verkeersveiligheid van fietsers en voetgangers

Stijn Daniels, Geert Wets

Steunpunt Verkeersveiligheid – Universiteit Hasselt

Onderzoek en ervaringen in binnen- en buitenland hebben geleerd dat rotondes meestal veilige kruispuntvormen zijn. Gemiddeld vermindert het aantal letselongevallen na de aanleg van een rotonde met ongeveer een derde. Het aantal zware ongevallen neemt bovendien sterker af dan het aantal lichte ongevallen.

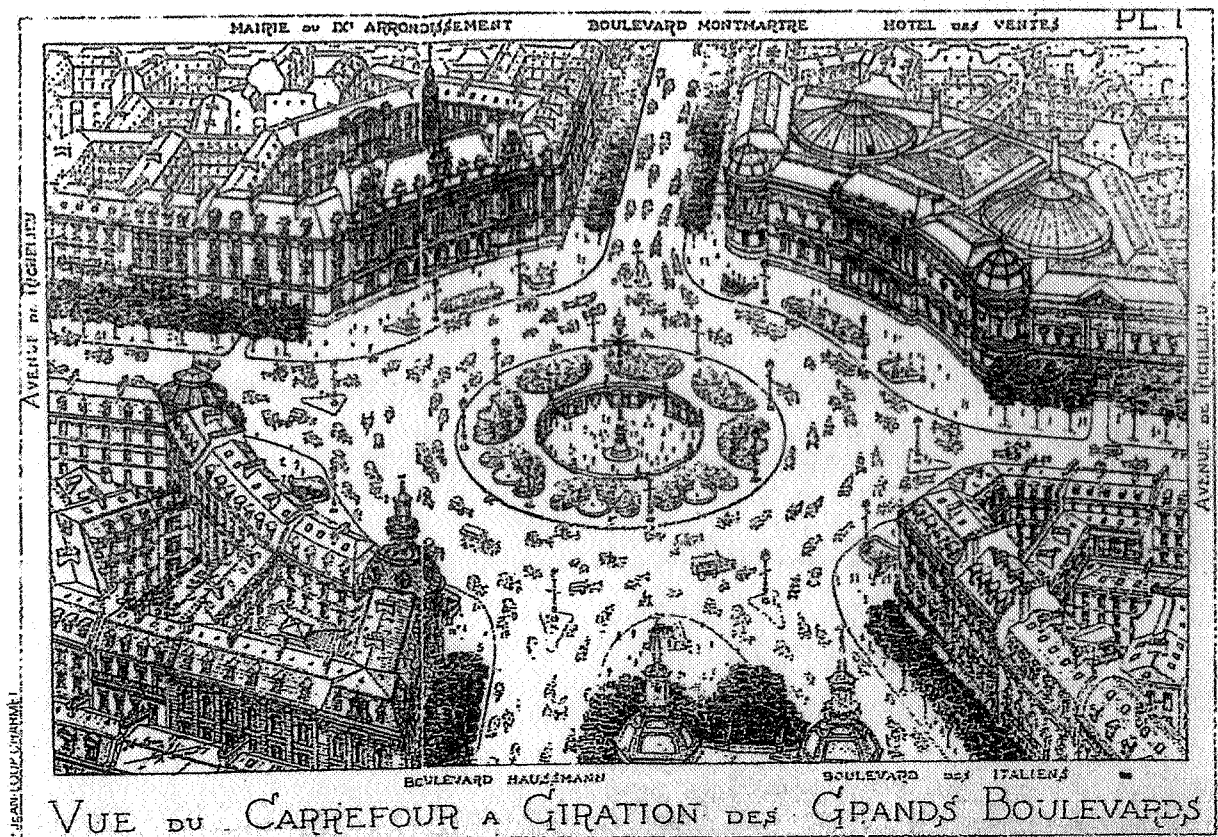
Minder is echter geweten over de vraag of de veiligheidseffecten van rotondes ook even groot zijn voor fietsers en voetgangers.

## ONTSTAAN

Rotondes waren er in wezen al voor de eerste auto bestond. Rotondes in hun huidige vorm zijn ontstaan uit de grote pleinen zoals ze in de negentiende eeuw in Frankrijk werden aangelegd op de voornaamste kruispunten in de grote steden. In 1903 bedacht een Parijse architect het principe van een kruispunt waarbij alle weggebruikers (in die tijd voornamelijk paardenkoetsen) een rondgaande beweging moesten maken rond een obstakel in het midden.

Algemeen gold de voorrang van rechts op de kruispunten met rondgaande beweging. Deze regel zorgde er evenwel voor dat het verkeer op het kruispunt (koetsen, karren, trams, voetgangers en fietsers) behoorlijk opgestropt kon geraken door de verplichting voorrang te verlenen aan het verkeer dat het kruispunt opreed. Later

Figuur 1: Parijs. Kruispunt Richelieu-Drouot. Ontwerp nooit uitgevoerd.



werd vooral in Groot-Brittannië ervaring opgedaan met rotondes en groeide de idee om het verkeer dat zich reeds op het kruispunt bevindt, steeds voorrang te geven. In Groot-Brittannië werd dit principe veralgemeend in 1966.

De rotondes zoals we ze tegenwoordig kennen, zijn in de jaren tachtig en negentig van de twintigste eeuw in Europa veralgemeend toegepast. Sinds de jaren negentig kennen rotondes als inrichtingsvorm voor kruispunten ook in Vlaanderen een steile opgang. Op gewest- en provinciewegen alleen al liggen in Vlaanderen momenteel ongeveer 380 rotondes. Op alle wegen samen in Vlaanderen liggen naar schatting 1.715 rotondes. In Wallonië lagen in 2000 ongeveer 500 rotondes. In Nederland zijn er momenteel 3.307 rotondes, in Frankrijk wordt hun aantal geschat op 18.000.

## THEORETISCHE VEILIGHEIDSEFFECTEN

Vanuit theoretisch standpunt zijn er verschillende redenen denkbaar waarom rotondes veiliger zouden moeten zijn dan andere kruispuntvormen. De voornaamste redenen zijn de effecten op de rijnsnelheid en de effecten op het aantal conflicten tussen weggebruikers.

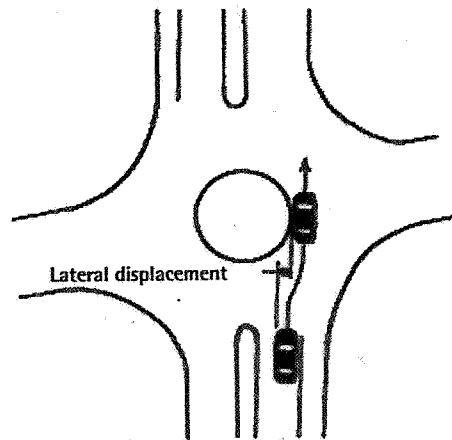
### Effecten op de rijnsnelheid:

- De snelheden van de verschillende voertuigen op rotondes zijn laag en homogeen. Dat betekent dat de relatieve snelheden (= de snelheidsverschillen tussen de verschillende weggebruikers) laag zijn. Dat geldt bijvoorbeeld ook voor de verhouding in rijnsnelheid tussen auto's en fietsers. Daarin verschillen rotondes fundamenteel van andere kruispuntvormen, waar wel vaak grote snelheidsverschillen tussen rijrichtingen en soorten weggebruikers worden vastgesteld.
- Het verkeer dat de rotonde oprijdt, moet vertragen omwille van de zijdelingse verplaatsing die het moet maken (zie figuur 2). De resulterende absolute snelheid is laag, waardoor weggebruikers voldoende tijd krijgen om de situatie te overzien en te anticiperen op potentiële conflicten.

### Effecten op conflicten:

- Rotondes wijzigen of elimineren potentiële conflictpunten tussen weggebruikers. Vooral de ernstige conflicten, zoals botsingen bij het links afslaan en frontale aanrijdingen, worden drastisch beperkt.

Figuur 2: Zijdelingse verplaatsing op een rotonde.



Bron: Hydén et Várhegyi (2000).

- Een rotonde kent eenrichtingsverkeer. Weggebruikers hoeven slechts één kant op te kijken en te wachten op een voldoende groot hiaat in de verkeersstroom als ze de rotonde willen oprijden.
- Verkeer dat de rotonde oprijdt, moet voorrang verlenen aan verkeer dat er zich al op bevindt, wat een extra stimulans geeft aan het verkeer dat de rotonde nadert om voorzichtig te zijn.

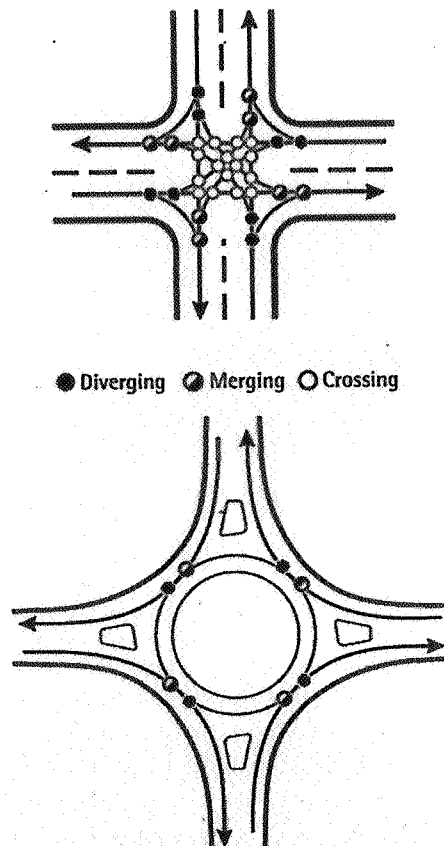
## CONFLICTEN

De frequentie van aanrijdingen op een kruispunt is afhankelijk van het aantal conflictpunten op het kruispunt, en van de omvang van de conflicterende verkeersstromen. Een conflictpunt is een punt waarop de trajecten van weggebruikers (gemotoriseerde voertuigen, maar desgevallend ook voetgangers of fietsers) vlak achter mekaar lopen, zich samenvoegen, kruisen of zich verspreiden. Niet elk conflict leidt tot een aanrijding, maar het aantal aanrijdingen houdt wel verband met het aantal conflicten.

Op een rotonde worden kruisingen van verkeersdeelnemers als

potentiële conflicten vermeden. Het aantal punten waar verkeersdeelnemers samenkomen of van waaruit ze zich verspreiden wordt gehalveerd. Globaal reduceert een (enkelstrooks) rotonde het aantal conflictpunten ten opzichte van een klassiek kruispunt van 32 naar 8, een vermindering van 75%. Figuur 3 geeft dit grafisch weer. Behalve conflicten met andere weggebruikers zijn ook andere conflicten mogelijk. Zo vormt het middeneiland van een rotonde een bijzonder gevaar dat mogelijk resulteert in een verhoogd aandeel van eenzijdige ongevallen, vooral op dalmomenten. Op een klassiek kruispunt eindigen een groot aantal overtredingen op momenten met weinig verkeer immers niet in een aanrijding (FHWA, 2000).

Figuur 3: Voertuigconflicten op enkelstrooksrotondes.



Bron: FHWA (2000).

Conflicten op rotondes kunnen worden verdeeld in drie basiscategorieën met variërende ernst:

- **Wachtrijconflicten:** dit zijn conflicten die optreden wanneer een voertuig één of meerdere wachtende voertuigen nadert, bijvoorbeeld op de toerit van een rotonde. Deze



Bron: S. Daniels

conflicten zijn typisch de minst ernstige omdat de relatieve snelheidsverschillen tussen de voertuigen relatief gering zijn en eventuele aanrijdingen gebeuren op de delen van de voertuigen die de beste bescherming bieden.

- **Samenvoeg- en divergentieconflicten:** deze conflicten worden veroorzaakt door het samenvoegen of het splitsen van verkeersstromen. De meest voorkomende aanrijdingen ten gevolge van het samenvoegen zijn kop-staartbotsingen en zijdelingse (schamp)aanrijdingen. Samenvoegconflicten kunnen ernstiger zijn dan divergentieconflicten omwille van de grotere waarschijnlijkheid van een impact op de zijkant van het voertuig, die typisch minder beschermd is dan de voor- of de achterzijde.
- **Kruiselingse conflicten:** deze conflicten worden veroorzaakt door de kruising van twee verkeersstromen. Dit zijn de ernstigste van alle conflicten en ze genereren de grootste kans op ongevallen met doden of gewonden. Typische aanrijdingen zijn zijdelingse aanrijdingen onder rechte hoek en frontale aanrijdingen.

## DUBBELSTROOKSROTONDES

Dubbelstrooksrotondes hebben op het gebied van veiligheid een aantal eigenschappen die gemeenschappelijk zijn met of gelijkaardig zijn aan die van enkelstrooksrotondes. Toch bevatten ze ook een aantal extra conflictpunten die worden veroorzaakt door de dubbele toerit en/of afrit (beide niet noodzakelijk aanwezig) en de dubbele rijstrook op de rotonde. De extra conflictpunten hebben te maken met het veranderen van rijstrook en het kruisen van rondgaand verkeer met afslaand of invoegend verkeer.

## CONFLICTEN VOOR FIETSERS EN VOETGANGERS

Fietsers en voetgangers kunnen op rotondes terecht komen in specifieke conflictsituaties. In vergelijking met verkeerslichtengeregelde kruispunten hebben rotondes als nadeel dat de conflicten tussen gemotoriseerde voertuigen en zwakke weggebruikers niet geregeld kunnen worden door een groen- en roodfasering.

Voor voetgangers leveren rotondes een vergelijkbaar aantal conflictmogelijkheden op dan klassieke voorrangsgeregelde of ongeregelde kruispunten. In vergelijking met verkeerslichtengeregelde kruispunten sluiten ze bepaalde conflicten uit zoals zijdelingse aanrijdingen ten gevolge van roodlichtnegatie, conflicten tussen rechtsafslaand verkeer en overstekende voetgangers bij groen licht en conflicten tussen linksafslaand verkeer en overstekende voetgangers bij groen licht.

De conflicten voor fietsers hangen af van de vormgeving van de rotonde. Indien er geen specifieke fietsvoorzieningen aanwezig zijn (gemengd verkeer) of indien het fietspad aanliggend is, hebben fietsers in principe dezelfde conflictpunten als het gemotoriseerde verkeer. Niettemin kan het aantal conflicten groter zijn omwille van de geringere zichtbaarheid en het grotere snelheidsverschil.

## GEMETEN VEILIGHEIDSEFFECTEN

Een onderzoek dat werd uitgevoerd door het Steunpunt Verkeersveiligheid op 95 rotondes op Vlaamse gewestwegen wees uit dat het aantal letselongevallen gemiddeld met 34% daalde na aanleg van de rotonde. De daling van het aantal zware ongevallen (ongevallen met minstens een dode of een zwaargewonde) was daarbij groter dan de daling van het totale aantal ongevallen



Bron: S. Daniëls

met lichamelijk letsel. Deze percentages stemmen overeen met de resultaten van eerder gevoerd buitenlands onderzoek. Ook een analyse van de Waalse wegenadministratie leverde cijfers van dezelfde grootteorde op.

Uit onderzoek in Nederland bleek dat het aantal letselongevallen op rotondes buiten de bebouwde kom sterker wordt gereduceerd dan het aantal letselongevallen op rotondes binnen bebouwde kom. Ook de voorsituatie van het kruispunt speelde een rol. Indien de oude situatie een voorrangsgeregeld kruispunt betrof, was de gemeten daling veel hoger dan indien het een kruispunt met verkeerslichten betrof. In tegenstelling tot het gunstige effect van rotondes op ongevallen met letsel, blijkt het hoogst onzeker te zijn of rotondes ook leiden tot een daling van het aantal ongevallen met uitsluitend materiële schade.

## VEILIGHEID VOOR FIETSERS

De specifieke veiligheidseffecten van rotondes voor fietsers worden stevig bediscussieerd, en lijken alleszins minder gunstig. Een Nederlands onderzoek uit 1993 leerde dat er ook voor fietsers een daling in het aantal letselongevallen werd waargenomen, alhoewel uitgesproken minder sterk dan voor andere weggebruikers. De gehanteerde methode in dit onderzoek is evenwel niet geheel betrouwbaar aangezien ze ondermeer niet corrigeert voor trendeffecten (het gegeven dat het aantal ongevallen op een locatie ook zou evolueren indien er geen specifieke maatregel zou zijn genomen).

Het Franse CETUR (1992) analyseerde de typologie van 202 ongevallen op 179 rotondes. Bij 85 van deze ongevallen (42%) was minstens

één lichte tweewieler betrokken (fiets of bromfiets). De twee meest voorkomende types waren ongevallen waarbij geen voorrang werd verleend aan de tweewieler (51%) en aanrijding tegen het midden-eiland (19%, enkel bij bromfietsers).

Een Brits onderzoek uit 1984 vond, op basis van een analyse van ongevallen op 84 rotondes, dat de betrokkenheid van fietsers bij ongevallen op rotondes (uitgedrukt in aantal ongevallen per 100 miljoen passages) 10 tot 15 keer hoger was dan voor auto-inzittenden. Er waren fietsers betrokken in 13 tot 16% van de ongevallen op de onderzochte rotondes, terwijl fietsers in Groot-Brittannië in de regel minder dan 2% van de verkeersstroom uitmaken. De auteurs waarschu-

wen bovendien voor een mogelijke selectieve onderrapportering van ongevallen met fietsers. 68% van de fietsongevallen op de 84 onderzochte rotondes hadden te maken met fietsers die op de rotonde reden. In de meerderheid van deze ongevallen ging het om aanrijdingen tussen fietsers die reeds op de rotonde reden en wagens die de rotonde wilden oprijden.

In een Nederlands onderzoek (1994) gebeurden conflictobservaties op zes rotondes. Er bleek dat het aantal conflicten met fietsers en bromfietsers na aanleg van de rotonde niet afnam. Wel werd een verschuiving naar de minder ernstige conflicten vastgesteld.

Binnen het Steunpunt Verkeersveiligheid loopt momenteel een onderzoek naar de effecten van rotondes op het aantal letselongevallen waarbij fietsers betrokken waren. De eerste resultaten van dit onderzoek geven aan dat rotondes hoegenaamd geen veiligheids-winst voor fietsers hebben opgeleverd. Een vaak gestelde hypothese is dat het type fietsvoorziening sterk bepalend is voor de veiligheids-score van een rotonde. Uit Nederlands onderzoek blijkt dat rotondes

***Het lijdt geen  
twijfel dat rotondes  
over het algemeen  
veilige en efficiënte  
kruispuntvormen  
zijn.***

met vrijliggende fietspaden duidelijk beter scoren dan rotondes met aanliggende fietspaden of rotondes met gemengd verkeer. Vooral rotondes met aanliggende fietspaden doen het minder goed, vandaar dat de Nederlandse richtlijnen het gebruik van aanliggende fietspaden of gemarkeerde fietsstroken sterk afraden.

### **'IN' OF 'UIT' DE VOORRANG?**

In Nederland, maar ook in Vlaanderen, is de discussie over het al dan niet 'in' of 'uit' de voorrang houden van fietsers op rotondes met vrijliggend fietspad (dit is het al of niet voorrang geven aan de fietser op het moment dat hij de rijweg kruist op enige afstand van de rotonde) levendig gebleven. In een recent onderzoek (2004) becijferde de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV) wat er zou gebeurd zijn indien de voorrangsregeling op alle rotondes met vrijliggend fietspad binnen de bebouwde kom in Nederland gelijk zou zijn geweest: fietsers ofwel allemaal 'in' ofwel allemaal 'uit' de voorrang. Het verschil tussen de algemene toepassing van één van beide voorrangsregelingen ligt tussen de 52 en 73 zwaargewonden per jaar waarbij de rotondes met de fietser uit de voorrang beter scoren. Dit komt neer op tussen de 1,8% en de 2,5% van het jaarlijkse totale aantal zwaargewonden onder fietsers en bromfietsers in botsing met motorvoertuigen in Nederland.

Het feitelijke voorrangsgedrag blijkt overigens niet steeds overeen te stemmen met het gewenste. De SWOV onderzocht in 1994 de voorrangsregeling voor fietsers op vrijliggende fietspaden rond rotondes. Er werden waarnemingen gedaan over het feitelijke voorrangs- en rijgedrag op rotondes. Van de zes onderzochte rotodelocaties waar fietsverkeer in twee richtingen op de oversteek niet was toegelaten, werd dit in 2 tot 13% van de gevallen toch vastgesteld. De gemiddelde verliestijd voor fietsers op oversteek waar zij geen voorrang hadden, bleek ongeveer zes seconden te bedragen op rotondes met een intensiteit tot 700 auto's per uur op de betreffende tak. Op deze rotondes bleek ongeveer 35% van de fietsers te stoppen. Op rotondes waar fietsers formeel voorrang hadden, bleek in gemiddeld 20% van de situaties de auto toch voorrang te krijgen. Waar auto's formeel voorrang hadden, bleek in 33% van de gevallen de fietser toch voorrang te krijgen. Dit effect speelde beduidend sterker bij toerijgend (46% van de gevallen) dan bij afrijdend autoverkeer (14% van de gevallen).

### **VORMGEVING VAN DE ROTONDE**

In het algemeen blijken kleinere rotondes en enkelstrooksrotondes veiliger te zijn voor fietsers dan grotere of meerstrooksrotondes. Een groter middeneiland is wel veiliger voor de fietser. Een Zweeds onderzoek uit 2000 wees uit dat rotondes met een middeneiland van meer dan tien meter significant veiliger zijn voor fietsers dan rotondes met een kleiner middeneiland. Dit valt te verklaren door de grotere snelheidsremming (voor het gemotoriseerd verkeer) bij een groter middeneiland en de langere tijd die weggebruikers daardoor hebben om op mogelijke conflicten te anticiperen.

### **EFFECTEN IN DE OMGEVING VAN DE ROTONDE**

Een belangrijke reden voor de verhoogde verkeersveiligheid is de snelheid waarmee het verkeer op de rotonde rijdt. In een Zweeds onderzoek werd gevonden dat de gemeten snelheidsdaling na de aanleg van een rotonde zich uitstrekt tot op ongeveer 300 meter van de rotonde. Er kan dus verwacht worden dat de veiligheidseffecten van een rotonde zich uitstrekken tot op enige afstand van de rotonde. Onderzoek hiernaar werd evenwel niet gevonden.

### **VOETGANGERS**

Over de veiligheid voor voetgangers op rotondes is vrij weinig onderzoeksmateriaal beschikbaar. In Nederland werd een sterke daling gerapporteerd van het aantal ongevallen met voetgangers na aanleg van de rotonde. De daling stemde ongeveer overeen met de daling van het aantal ongevallen waarbij auto's betrokken waren. Een Frans onderzoek uit 1992 leverde een lager aantal ongevallen met voetgangers op rotondes op in vergelijking met voetgangersongevallen op kruispunten met verkeerslichten. Toch is dit effect lang niet zeker. Bij 21 van de 202 (10,4%) van de onderzochte ongevallen op rotondes in dit onderzoek (stedelijke omgeving in het westen van Frankrijk) was minstens één voetganger betrokken. In een Brits onderzoek (1984) werd geen verband gevonden tussen ongevallen met voetgangers en specifieke geometrische variabelen van de rotondes. Het aandeel ongevallen met voetgangers in het onderzochte staal van 84 rotondes bedroeg 4 tot 6%.

### **CONCLUSIES**

Het lijkt geen twijfel dat rotondes over het algemeen veilige en efficiënte kruispuntvormen zijn. Om dit te staven beschikken we nu ook over Vlaamse onderzoeksresultaten. Het effect van rotondes is vooral groot voor de zwaardere ongevallen, terwijl het onzeker is of rotondes ook wel een effect hebben op het aantal lichte ongevallen zonder letsels. De omvorming tot een rotonde zorgt ervoor dat de snelheden ook in de omgeving van het kruispunt dalen. De afname van het aantal ongevallen blijkt groter te zijn op kruispunten die voorheen voorrangsgeregeld waren dan op kruispunten waar voorheen verkeerslichten stonden. Ondanks de globale gunstige resultaten blijft aandacht nodig voor de situatie van de fietser. Rotondes met vrijliggende fietspaden scoren alleszins beter dan rotondes met aanliggende fietspaden of rotondes met gemengd verkeer. Vrijliggende fietspaden 'uit de voorrang' scoren net iets beter dan 'in de voorrang'.

.....

Voor een uitgebreidere beschrijving en een volledige referentielijst verwijzen we de lezer naar het onderzoeksrapport Daniels, S., Wets, G. (2006). *Invloed van rotondes op verkeersveiligheid: overzicht van internationale onderzoeksresultaten en richtlijnen voor ontwerp*. Rapport RA-2006-77. Diepenbeek, Steunpunt Verkeersveiligheid, 65 pp. Het rapport is beschikbaar op de website [www.steunpuntverkeersveiligheid.be](http://www.steunpuntverkeersveiligheid.be).