



Project nr. 222
Opdrachtgever Stichting Comité N65
Opleveringsdatum: 25 september 2021

Beoordeling ontwerp ovonde Torenstraat-Molenstraat met aansluiting op N65 te Helvoirt

Samenvattende conclusie

Doordat de Torenstraat-Molenstraat in het voorgenomen reconstructieplan via viaducten de verdiepte N65 zal kruisen, is de gekozen oplossing vanuit twee aspecten problematisch.

Uit een oogpunt van verkeersafwikkeling en verkeersveiligheid is de aanleg van een ovonde die rechtstreeks aansluit op de autoweg N65 niet robuust. En wel om drie redenen.

- Doordat de afstand tot de Oude Rijksweg en De Dijk zeer klein is, levert dat bij de relatief geringe groei van de verkeersbelasting die hoort bij de omvang van Helvoirt waarvan in de prognoseberekening uit is gegaan, voor het verkeer van vooral de Oude Rijksweg onverwachte wachttijden op (afwikkelingsniveau C/D), terwijl de belasting van de ovonde zelf daarvan niet de oorzaak is (afwikkelingsniveau A). Er is dan niet veel voor nodig of afwikkelingsniveau E wordt bereikt (toestand van onregelmatige verkeersafwikkeling, waarbij de verkeersintensiteit de capaciteit van het betreffende wegvak nadert). In feite is de ruimte tussen de Oude Rijksweg en De Dijk te klein om een in verkeerskundig opzicht goede aansluiting van de N65 in een open tunnelbak ter plekke op de Torenstraat-Molenstraat te realiseren;*
- De N65 wordt een hoogwaardige verbinding tussen twee grootstedelijke agglomeraties. Voorzien van ongelijkvloerse aansluitingen zal de N65 op termijn weer tot zijn capaciteit belast gaan worden. Dat zal invoegproblemen opleveren. Doordat de ovonde in de plannen rechtstreeks aansluit op de N65 bestaat dan de kans op filevorming tot op de ovonde, met gevolgen voor de verkeersafwikkeling binnen Helvoirt.*
- Uit een oogpunt van verkeersveiligheid is de aanleg van de beoogde ovonde ook problematisch. Rotondes ontnemen hun veiligheid aan een lage doorrij snelheid en ongecompliceerde conflictpunten. De geprojecteerde ovonde mist deze veiligheidskenmerken in hoge mate. De doorrij snelheid is hoger en daarmee de ongevallen een factor 1,5 ernstiger dan op een normale rotonde. Ook is de geschetste fietsvoorziening met fietspaden in de voorrang bij rotondes erg onveilig. En komend vanaf de N65 vraagt daarbij het verlenen van voorrang aan de fietsers een grote mentale 'sprong', die het verlenen van voorrang aan fietsers extra complex maakt. Hetzelfde geldt voor de oversteek in twee richtingen van de Molenstraat. Dit klemmt temeer met de opkomst van de e-bike en de speed-pedelec (het plan is **niet e-bike bestendig**). Rekening moet worden gehouden met (wellicht meer dan) zesmaal zoveel letselongevallen onder fietsers dan bij een enkelstrooksrotonde met fietsers uit de voorrang.*

Een dergelijke rotonde-oplossing is te realiseren in het alternatief waarin bijvoorbeeld de N65 ondergronds in een tunnel gaat en daarboven op maaiveld een verbindingsweg die ten oosten en ten westen van Helvoirt op de N65 aansluit. Dan zal filevorming op de N65 die op termijn te verwachten is, de verkeersafwikkeling binnen Helvoirt niet gaan belemmeren. Ook wordt het dan onnodig om binnen Helvoirt om te rijden, omdat de andere wegen op die verbindingsweg weer aangesloten kunnen worden.

Samenvattend: het alternatief van Comité N65 heeft niet de bovengenoemde nadelen qua robuustheid en verkeersveiligheid.

1. Achtergrond

Het voornemen is om de N65 ter plaatse van de Torenstraat-Molenstraat in Helvoirt te reconstrueren: de N65 wordt in een tunnelbak gelegd die overkluisd wordt door een aan te leggen ovonde. De aansluitingen van de overige wegen in Helvoirt aan de N65 zullen dan worden verwijderd: aan de noordkant de Kreitestraat, het Schilderstraatje en de Achterstraat. En aan de zuidzijde het Hoge Raam, het Touwslagersbaantje en de Gestelstraat.

De stichting Comité N65 acht dit ontwerp een aanslag op de leefomgeving in Helvoirt en betwist voorts zowel de veiligheid als de robuustheid van de verkeersafwikkeling van de gekozen oplossing.

Gevraag is dit verkeerskundig te beoordelen.



Figuur 1 Plan N65 ter plaatse van Helvoirt

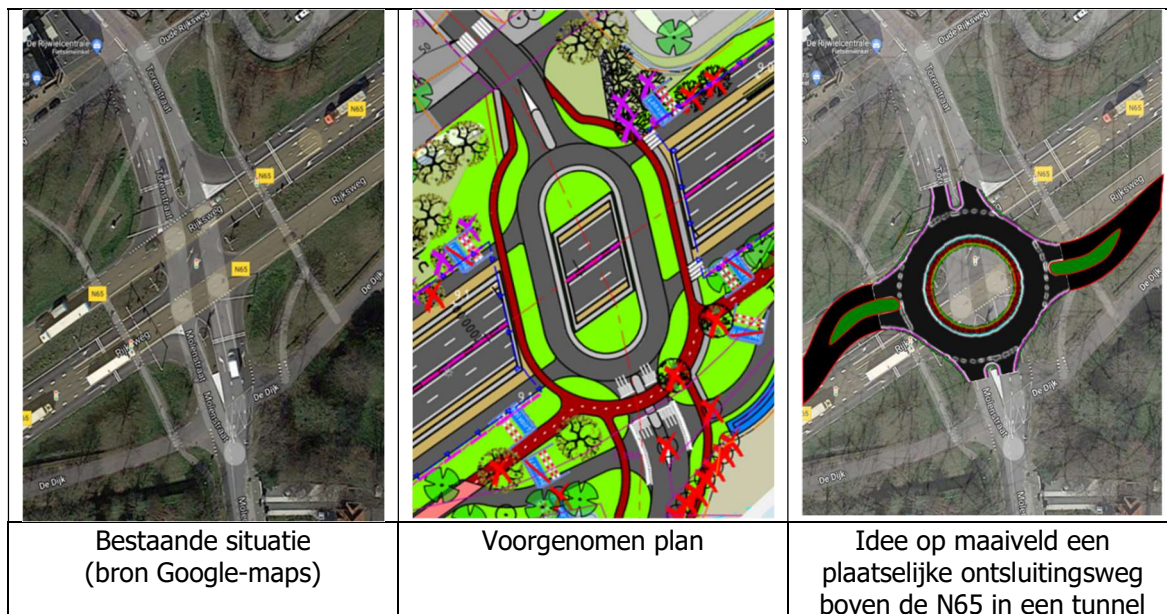
2. Voorgenomen plan

Uitgangspunt in de beoordeling is de plantekening zoals die is te vinden in *N65 Helvoirt 2020: Bijlagen bij de toelichting; Bijlage 3 Ontwerptekening Helvoirt oost* (https://www.planviewer.nl/imro/files/NL.IMRO.0788.BPN65Helvoirt-VA01/b_NL.IMRO.0788.BPN65Helvoirt-VA01_tb3.pdf)

Comité N65 stelt als alternatieve mogelijkheden voor de N65: óf een tunnel ter plaatse van Helvoirt óf een volledig alternatief tracé voor de verbinding 's-Hertogenbosch-Tilburg.

In beide gevallen kan de N65 ter plaatse van Helvoirt op maaiveld tot een plaatselijke ontsluitingsweg worden omgebouwd. In dat geval is in de verbinding Torenstraat-Molenstraat geen ovonde nodig maar kan de ontsluiting van Helvoirt via een normale rotonde plaatsvinden, terwijl het ook niet nodig is de hierboven genoemde straten af te sluiten.

Voor de gedachtebepaling zijn de verschillende situaties ter plaatse van het aansluitpunt Torenstraat-Molenstraat geschetst in Figuur 2. Het rechter plaatje bevat een principeschets van een enkelstrooksrotonde met dezelfde stijl als de rotondesegmenten van de ovonde. De N65 is daar in een tunnel gedacht, die zowel aan de westzijde als aan de oostzijde voorbij Helvoirt weer op maaiveld komt. Daarboven kan daarbij op maaiveld een ontsluitingsweg de oorspronkelijke aansluitende wegen verbinden. Deze verbindingsweg kan dan weer ten oosten en ten westen van Helvoirt op de N65 met in- en uitvoegingen aansluiten. Uiteraard is dit niet in detail uitgewerkt. Ook is afgezien van het schetsen van het herstructureren van de fietsverbindingen. Dat dient te gebeuren volgens de principes van Figuur B9.



Figuur 2 Schetsen ter plaatse van Torenstraat-Molenstraat (gedachtebepaling)

3. Verkeersafwikkeling

Aan de benadering van de verkeersafwikkeling liggen de volgende overwegingen ten grondslag.

Allereerst dienen de te verwachten verkeersstromen bepaald te worden.

Het is gebruikelijk om voor de te verwachten ontwikkeling in de verkeersstromen gebruik te maken van prognosemodellen. De ervaringen met dat soort modellen is, dat hiermee een vrij goed beeld te verkrijgen is van de verwachtingen in de verkeersgroei, maar dat voor een singulier punt de cijfers nogal kunnen afwijken van de feitelijke situatie. Deze afwijkingen houden verband met de noodzaak om in zo'n model te aggregeren, d.w.z. af te zien van details. Ook is veelal de zone-indeling van een regionaal model te grof om de effecten van een wijziging van de lokale infrastructuur op een adequate wijze te bepalen.

Tegen deze achtergrond wordt voor de bepaling van de te verwachten verkeersstromen op de ovonde c.q. rotonde zowel gebruik gemaakt van:

- Cijfers uit een regionaal prognosemodel waarvan de uitkomsten voor de omgeving N65 te vinden zijn in de Openbare Viewer N65 (geraadpleegd 2-9-2021
https://pimplatform.nl/?environment_id=71&zoom=12&x=144549&y=404469&rotation=1&baselayer=openbasis_0.62&layers=10172_0.95_0-1-2-3-4-5,16_0.9_)
- Kruispuntbelastingen in het ochtend- en avondspitsuur verkregen uit de kwaliteitscentrale van de verkeersregelininstallatie op het kruispunt Torenstraat-Molenstraat/N65 september 2019 (bron een evaluatierapport van Goudappel Coffeng), als antwoord op een WOB-verzoek toegezonden bij mail 08008002@rws.nl, inclusief gegevens over het aantal gedetecteerde fietsers in die centrale, die een indicatie geven voor het aantal overstekende fietsers.

Ad a)

In het regionale prognosemodel zijn voor 2030 etmaalberekeningen uitgevoerd voor varianten waarin behalve de Torenstraat-Molenstraat in Helvoirt andere wegen wel (plot 3) en niet (plot 4) op de N65 zijn aangesloten. In de modelberekening blijkt dat voor de belasting van de Torenstraat een verschil van 12 % op te leveren. Echter, voor de huidige situatie (2017, plot 1) bedragen de verkeersbelastingen op die aansluitingen samen 36% van die op de Torenstraat (alleen al de belasting van de Achterstraataansluiting bedraagt 24 % van die van de Torenstraataansluiting). Zie tabel B1 in Bijlage B1.

Kennelijk wordt de invloed van het afsluiten van de overige straten in het gehanteerde prognosemodel overruled door andere factoren. In deze notitie is ervoor gekozen die invloed afzonderlijk te bepalen, naast de prognose van de verkeersgroei door andere factoren. Die verkeersgroei is bepaald uit de verschillen tussen plot 1 en plot 3. (Zie Tabel B2 in de bijlage).

De combinatie van het effect van het vervallen van de overige aansluitingen en de verkeersgroei leidt tot cijfers voor het totale effect van beide factoren op de verkeersontwikkeling van de Torenstraat-Molenstraat in Tabel B4.

Ad b)

Op de belastingen in het ochtend- en avondspitsuur op het kruispunt Torenstraat-Molenstraat/N65 september 2019 (verkregen uit de kwaliteitscentrale van de verkeersregelinstantie en weergegeven in de figuren B1 en B3) zijn vervolgens de factoren voor het totale effect toegepast uit tabel B4.

Omdat in de voorgenomen aanleg van de ovonde de fietsers in de voorrang zijn opgenomen, zijn deze vertaald in pae/h en opgeteld bij de conflicterende autostromen. De gevolgde procedure is beschreven in Bijlage B1. De resultaten zijn in beeld gebracht in de figuren B2 en B4.

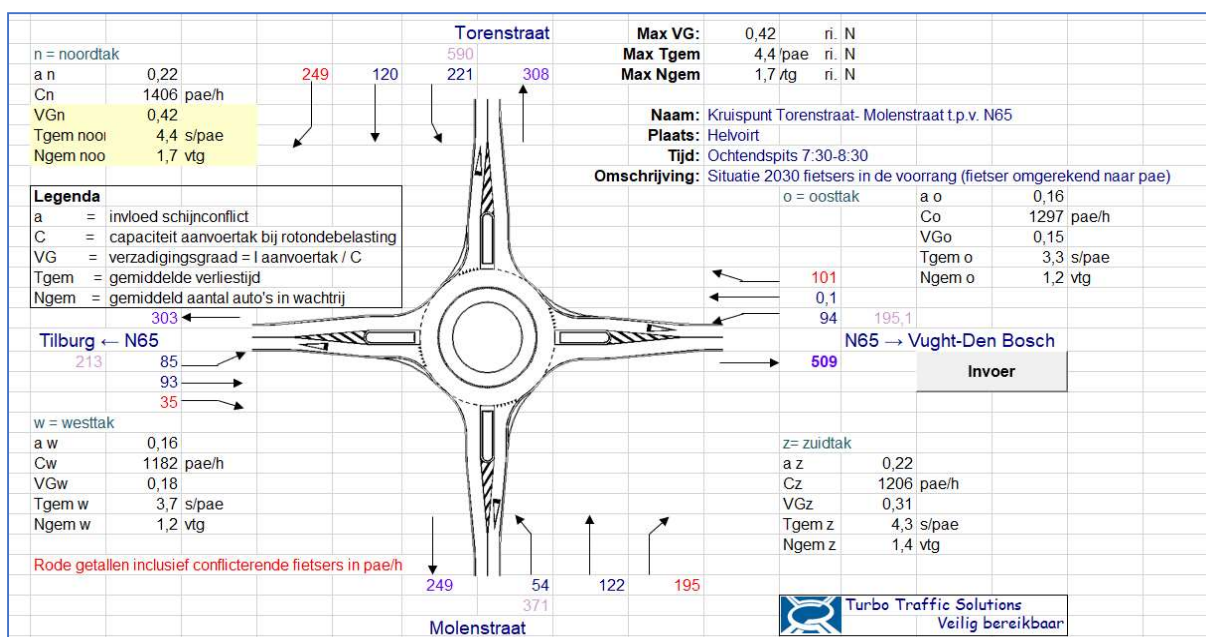
Ook de berekende gemiddelde verliestijden zijn erg laag: ca 4 à 5 seconde/pae. Deze lage waarden zijn opvallend, daar in het rapport *Resultaten kruispuntberekeningen Vught en Haaren* het volgende wordt opgemerkt: "Verkeer vanuit de Oude Rijksweg west naar de N65 oost heeft te maken met de hoogste gemiddelde verliestijd van circa 30 seconden. De overige richtingen vanuit de Oude Rijksweg hebben gemiddeld een verliestijd van 20-25 seconden".

Hoewel ook daarvan wordt opgemerkt dat hiermee geen problemen met de verkeersafwikkeling zijn te verwachten, is duidelijk dat deze aanzienlijk hogere verliestijden vanuit de Oude Rijksweg niet te wijten zijn aan de capaciteit van de ovonde zelf, maar aan:

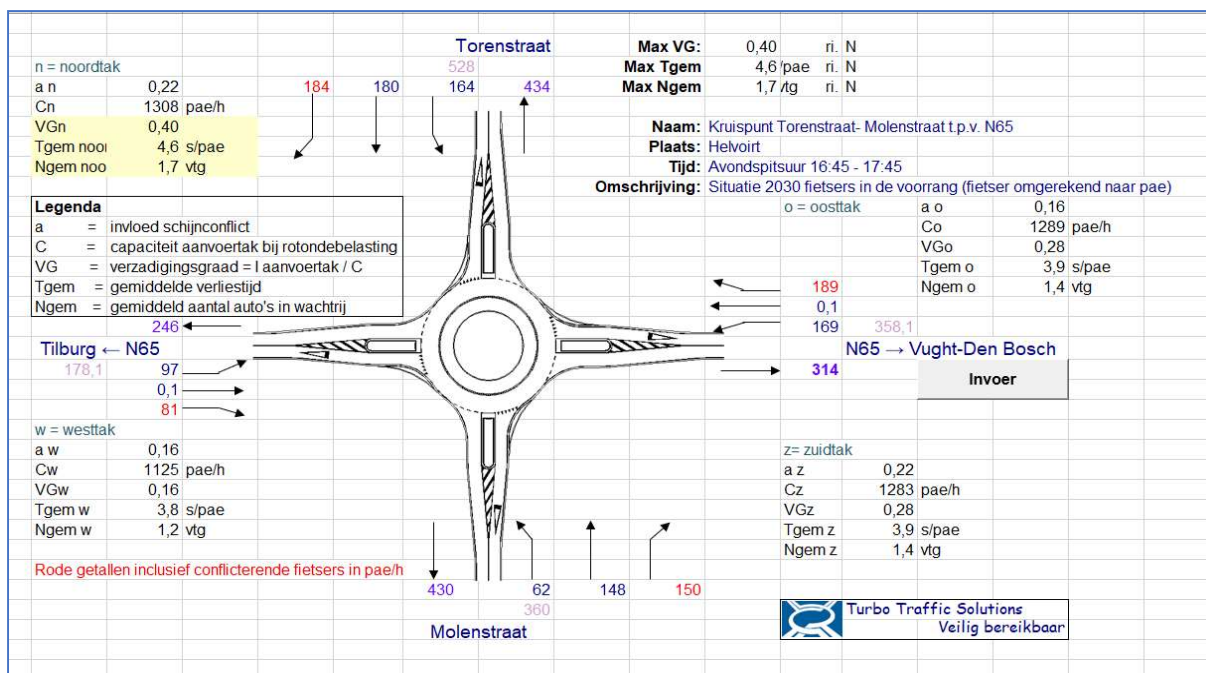
- enerzijds de korte afstand tussen de aansluiting van de Oude Rijksweg en de ovonde, waardoor zelfs bij een kort wachtrijtje op de Torenstraat voor de ovonde het verkeer vanaf de Oude Rijksweg (die een relatief belangrijke verkeersverzamel functie krijgt) in het oprijden belemmerd wordt;
- de versterking hiervan door het feit dat de fietsers op de ovonde voorrang hebben, waardoor het verkeer van bijvoorbeeld de Oude Rijksweg west naar de N65 oost viermaal voorrang moet verlenen in plaats van tweemaal (er van uitgaande dat de Oude Rijksweg als een parallelweg wordt aangesloten; anders is er sprake van een verdrievoudiging: in plaats van eenmaal, driemaal voorrang verlenen).

Terwijl de verkeersvolumes waarmee de ovonde wordt belast het hoogste niveau van verkeersafwikkeling (A) doen verwachten, zorgt de complexe vormgeving ervoor dat deze voor een aansluitende weg direct binnen Helvoirt twee treden lager is (C).

De oorzaak is de kleine afstand tussen De Dijk en Oude Rijksweg. Naast de ruimte voor de open tunnelbak is er ook ruimte nodig voor de extra aansluitpunten vanaf en naar de N65. De beschikbare ruimte daarvoor schiet tekort voor een in verkeerskundig opzicht robuuste oplossing.



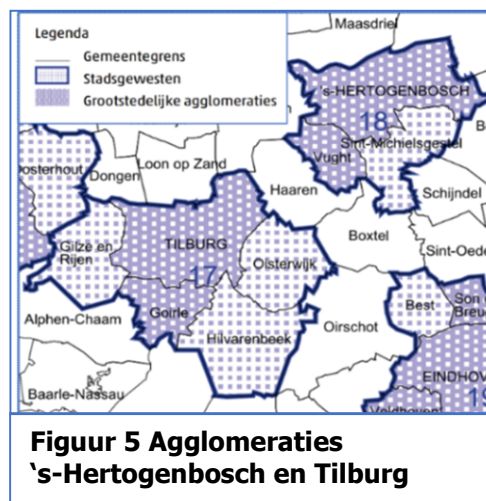
Figuur 3 Capaciteitsberekening MEERSTROOKSROTONDEVERKENNER ochtendspitsuur 2030 met in de fietsers voorrang



Figuur 4 Capaciteitsberekening MEERSTROOKSROTONDEVERKENNER avondspitsuur 2030 met fietsers in de voorrang

Dit duidt op een kwetsbaarheid van de ovondevorm voor de verkeersafwikkeling binnen Helvoirt. Deze kwetsbaarheid wordt veroorzaakt doordat de N65 daar in een tunnelbak ligt, waardoor de rotonde tot een ovonde moet worden uitgerekt, met een te kleine afstand tussen de ovonde en de Oude Rijksweg tot gevolg.

Ook moet worden opgemerkt dat een ander aspect de verkeersafwikkeling binnen Helvoirt kwetsbaar maakt. De ovonde takt rechtstreeks aan op de N65 via afvoer- en invoegtakken van ca. 400 m lengte. Geconstateerd moet worden dat in de prognoseberekningen met een zeer kleine toename van de verkeersbelasting op de N65 rekening wordt gehouden. Maar bedacht moet worden, dat de N65 na het ongelijkvloers maken van de aansluitingen het karakter van een autoweg krijgt, met de allure van een 100 km/h-weg. Op termijn moet ervan worden uitgegaan, dat deze opnieuw als verbindingsweg tussen de agglomeraties van Tilburg en 's-Hertogenbosch weer tot zijn capaciteit belast zal gaan worden. In dat geval zullen er ook invoegproblemen ontstaan wat gezien de relatief geringe afstand terugstuwing tot op de ovonde Torenstraat-Molenstraat zal geven. Daarmee komt dan ook de verkeersafwikkeling binnen Helvoirt zelf onder druk te staan.



Dit betekent dat de voorgenomen oplossing qua verkeersafwikkeling niet robuust is.

In de variant waarin de N65 ondergronds bij Helvoirt wordt uitgevoerd, doen zich deze kwetsbaarheden niet voor:

- Bij een ronde rotondevorm worden de afstanden tot de Oude Rijksweg aan de noordzijde en De Dijk aan de zuidzijde veel groter zodat blokkades door wachtende auto's voor de rotonde niet optreden.
- Wanneer de N65 ter plaatse van Helvoirt in een tunnel wordt gelegd, kan daarboven een verzamelweg worden aangelegd, die op een veel grotere afstanden van de rotonde Torenstraat-Molenstraat op de N65 kan aansluiten. Filevorming voor de invoeringen op de N65 zal dan geen invloed hebben op de interne verkeersafwikkeling van Helvoirt.

4. Veiligheid

In het plan wordt de verdiepte N65 overkluisd door een ovonde. Een ovonde is nodig omdat de N65 2x2 rijstroken breed is, terwijl door de aanwezigheid van de kruispunten met de Oude Rijksweg en De Dijk er onvoldoende ruimte is voor de aanleg van een kluifrotonde.

Qua veiligheid heeft het voorgenomen plan de volgende twee minpunten:

- 1) De ovondevorm heeft een negatief veiligheidseffect door een veel hogere doorrijnsnelheid dan een rotonde.
- 2) Voertuigen komende vanaf een interlokale weg moeten voorrang verlenen aan het fietsverkeer.

Ad. 1 Veiligheidsaspect ovondevorm.

Internationaal hanteren verkeersdeskundigen een gestileerde doorrijcurve als een indicatie voor de doorrijnsnelheid [1,2,3]. Deze methode is in Bijlage B2.2 toegepast voor het bepalen van het verschil in veiligheid tussen een rotonde en een ovonde. Dit is gedaan voor twee ideaaltypen om vertekeningen door de manier waarop een ontwerper toevallig te werk is gegaan te voorkomen.

De conclusie is dat op een ovonde een botsing met 50% meer botsenergie gepaard gaat dan op een rotonde. Dit heeft een grote impact op de ernst van de ongevallen. In de praktijk vertaalt zich dit in zowel een groter aantal letselongevallen, als de ernst van de letselongevallen.

Ad. 2. Het is gebruikelijk om op rotondes binnen de bebouwde kom de fietsers in de voorrang te plaatsen. CROW-publicatie 126 verwoordt dit onder het kopje *'Vrijliggend fietspad binnen de bebouwde kom'* als volgt: *'Rotondes met fietsers in de voorrang worden in principe toegepast op wegen binnen de bebouwde kom'*. Wel is daar vetgedrukt bij vermeld: **Uitgangspunt hierbij is, dat de bromfietzers gebruik maken van de rijbaan.**

In het reconstructieplan N65 is in het ontwerp van de ovonde ook voor een fietspad gekozen met fietsers in de voorrang (af te leiden uit de tracering van het fietspad op ca. 5 m afstand van de ovonde; de haaiantanden ontbreken op de tekening). In Bijlage B2.3 blijkt uit een literatuuroverzicht dat dit voor fietsers een veel hoger letselrisico oplevert (met als gevolg zelfs een toename van letselongevallen onder fietsers) dan een oplossing waarin de fietsers uit de voorrang zijn en voor het oversteken in hun snelheid worden geremd¹⁾. International onderzoek naar ongevallen onder fietsers op rotondes bevestigen de onveiligheid van fietsoversteken die in het Reconstructieplan N65 Vught - Haaren (VKA+) zijn opgenomen, dat de grondslag is van bestemmingsplan N65 Helvoirt 2020. Een complicerende factor daarbij is, dat ook de autobestuurders die vanaf de autoweg N65 komen direct onverwacht geconfronteerd worden met fietsers in de voorrang. En ook de in twee richtingen bereden fietsoversteek —als onderdeel van een beoogd snelfietspad— over de Molenstraat op 5 m afstand van de ovonde moet als zeer onveilig worden aangemerkt. De beoogde plateau-constructie zal de snelheid van het autoverkeer onvoldoende afremmen om de autobestuurder in staat te stellen fietsers op tijd waar te nemen —laat staan de snellere e-bikes. En volgens CROW-publicatie 126 horen brommers en speed-pedelecs op zo'n oversteek niet thuis. Daarmee lijkt het beoogde doel van die oversteek als onderdeel van een snelfietspad in strijd.

Dat alles maakt de oplossing tot een *onveilige keuze*, die niet e-bike bestendig is.

In een variant waarin de N65 als autoweg langs Helvoirt in een tunnel wordt gelegd, is het mogelijk daarboven een lokale verbindingsweg aan te leggen. Dan:

- a) is er geen ovonde nodig maar kan er een gewone enkelstrooksrotonde aangelegd worden;
- b) wordt de afstand tussen die rotonde en het kruispunt met de Oude Rijksweg veel groter, zodat het zelfs mogelijk is die verbindingsweg buiten de bebouwde kom op te nemen (waarvoor wel een maximumsnelheid van 50 km/h kan blijven gelden). Dan kunnen de fietsers (met een uitbuiging van de fietspaden) uit de voorrang gehouden worden, wat vooral voor de vele jeugdige fietsers een aanzienlijk veiliger oplossing is.

De conclusie is, dat ook in verkeersveiligheidsopzicht de ovonde-oplossing sterk in het nadeel is van een rotonde. Rekening moet worden gehouden met (wellicht meer dan) zesmaal zoveel letselongevallen onder fietsers dan bij een enkelstrooksrotonde met fietsers uit de voorrang, aangelegd volgens het principe van figuur B9. Extra nadelig zijn het voorrang verlenen aan fietsers komend vanaf een autoweg en de in twee richtingen bereden fietsoversteek in de voorrang over de Molenstraat.

¹⁾ Dat betekent dat het eventueel later omdraaien van de voorrang niet echt effectief is; daarvoor is een andere tracering van het fietspad nodig.

5. Literatuur

- [1] CROW (1998) *Eenheid in rotondes*. Publicatie 126. CROW, kenniscentrum voor infrastructuur, verkeer, vervoer en openbare ruimte, Ede, maart 1998.
- [2] CROW (2008) *Turborotondes*, Publicatie 257. CROW, nationaal kennisplatform voor infrastructuur, verkeer, vervoer en openbare ruimte, Ede.
- [3] TRB (2010) *Roundabouts: An Informational Guide, Second Edition, NCHRP Report 672*. Transportation Research Board, Washington, DC, USA
- [4] Fortuijn, L.G.H.(Bertus) & A. Maria Salomons, (2018). Vergelijking methoden ter bepaling van doorrij snelheden op rotondes. *Nationaal verkeerskundecongres 2018*, 's-Hertogenbosch.
- [5] Weijermars, W.A.M. (2001). "*Voorrang aan veiligheid op rotondes*", Afstudeerscriptie Universiteit Twente, Enschede, september 2001.
- [6] Dijkstra, A, *Rotondes met vrijliggende fietspaden ook veilig voor fietsers?* Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, R-2004-14, Leidschendam, 2005.
- [7] Fortuijn, L.G.H. "Voorrangsregeling fietsers op rotondes; overzicht van gegevens uit Nederlandse studies sinds 2000". *Verkeerskundige werkdagen 2005, B52*, CROW, Ede.
- [8] Niranjana Poudel and Patrick A. Singleto. *Bicycle safety at roundabouts: a systematic literature review*. Routledge Taylor and Francis Group, Transport Reviews, Received 18 Apr 2020, Accepted 11 Jan 2021, Published online: 25 Jan 2021; TRANSPORT REVIEWS <https://doi.org/10.1080/01441647.2021.187720>

Bijlage 1. Berekeningen verkeersafwikkeling

B1.1 Bepaling groeicijfers

In het ontwerp van de N65 resteert in Helvoirt alleen de aansluiting Torenstraat- Molenstraat. Omdat een regionaal prognosemodel herroteringen op lokaal niveau niet adequaat kan weergeven, wordt voor het bepalen van de potentiële belasting van de aansluiting Torenstraat- Molenstraat niet zonder meer gebruik gemaakt van groeicijfers die zijn gebaseerd op 'Plot 4 2030 VKA+: 2030-situatie met VKA+ N65 (met ongelijkvloerse aansluitingen) & PHS' in vergelijking met 'Plot 1: Huidige situatie 2017: 2017-situatie' van het regionale prognosemodel weergegeven in de Openbare Viewer N65

(https://pimplatform.nl/?environment_id=71&zoom=12&x=144549&y=404469&rotation=1&baselayer=openbasis_0.62&layers=10172_0.95_0-1-2-3-4-5,16_0.9_3 geraadpleegd 2-9-2021), maar is een benadering in twee stappen toegepast.

- Allereerst is de omvang van de verkeersbelastingen van de overige aansluitende takken aan de N65 in Helvoirt gerelateerd aan die van de Torenstraat en de Molenstraat. Dat levert ophoogfactoren op voor het potentiële effect van het afsluiten van de overige aansluitingen aan de N65 op de belasting van de aansluiting Torenstraat – Molenstraat. Gebruik is gemaakt van de gegevens van *Plot 1: Huidige situatie 2017: 2017-situatie*. Zie Tabel B1.

Tabel B1 Etmaalcijfers aansluitende wegen in Helvoirt op de N65 in de Openbare Viewer N65					
	intensiteiten uit Openbare viewer N65	Omvang gerelateerd aan Torenstraat		intensiteiten uit Openbare viewer N65	Omvang gerelateerd aan Molenstraat
Huidige situatie			Huidige situatie		
Torenstraat vanaf N65	3430	100%	Molenstraat van N65 2e link	2210	100%
Torenstraat naar N65	<u>3450</u>	100%	Molenstraat naar N65 2e link	2570	100%
Samen	6880	100%	Samen	4780	100%
Aansluiting Achterstraat			Aansluiting Kreitestraat -Hoge Raam zuidwestkant		
vanaf N65	1000	29,2%	vanaf N65	390	17,6%
naar N65	<u>680</u>	19,7%	naar N65	240	9,3%
Samen	1680	24,4%	Samen	630	13,2%
Aansluiting Kreitestraat-Hoge Raam noordoostkant			Totaal ophoogfactor ad Molenstraat		
vanaf N65	186	5,4%	vanaf N65		1,18
naar N65	<u>270</u>	7,8%	naar N65		1,09
Samen	456	6,6%	samen		1,13
Julianastraat					
vanaf N65	140	4,1%			
naar N65	(210)	Blijft intact ?			
Samen	140				
Totaal ophoogfactor ad Torenstraat					
vanaf N65		1,39			
naar N65		1,28			
samen		1,33			

- Voor het bepalen van de ophoogfactoren voor de verkeersgroei tussen nu en 2030 is gebruik gemaakt van de verhouding tussen de verkeersbelastingen in *Plot 3 (Voorkeursalternatief(VKA): 2030 situatie met VKA N65 (zonder ongelijkvloerse aansluitingen) & PHS* en *Plot 1: Huidige situatie 2017: 2017-situatie*. Zie **Tabel B2**.

Tabel B2 Bepaling factoren verkeersgroei tot 2030 aansluiting Torenstraat-Molenstraat uit gegevens Openbare Viewer N65

Bron: Openbare viewer N65	Plot 1 Huidige situatie mvt/etm		2030 plot2 mvt/etm		2030 plot3 VKA mvt/etm		2030 plot4 (N65 ongelijkvloers) mvt/etm		Groei pl2/pl1	Groei pl3/pl1	Groei plt4/plt 1
	volgen- de link	link aan N65	volgen- de link	link aan N65	volgen- de link	link aan N65	volgen- de link	link aan N65 (geraamd) ¹⁾	autonome groei	VKA/ huidig	plan / huidig
Torenstraat vanaf N65	3300	3430	3070	3190	3880	4010	4120	4528	0,93	1,17	1,3
Torenstraat naar N65	<u>3240</u>	<u>3450</u>	<u>3220</u>	<u>3220</u>	<u>3470</u>	<u>3690</u>	<u>3560</u>	<u>4056</u>	0,93	1,07	1,2
Beide richtingen samen	6540	6880	6290	6410	7350	7700	7680	8046	0,93	1,12	1,2
Molenstraat vanaf N65	2210	2440	2210	2440	2560	2826	2530	2793	1,00	1,05	1,04
Molenstraat naar N65	<u>2570</u>	<u>2950</u>	<u>2480</u>	<u>2847</u>	<u>2780</u>	<u>3191</u>	<u>2650</u>	<u>3042</u>	0,96	0,94	0,90
Beide richtingen samen	4780	5390	4690	5287	5340	6017	5180	5835	0,98	1,12	0,96

Tabel B3 Bepaling factoren verkeersgroei tot 2030 op N65 uit gegevens Openbare Viewer N65

	Plot 1 Huidige situatie	2030 plot2	2030 plot3 VKA	2030 plot4 (N65 ongelijkvloers)	Groei pl2/pl1	Groei pl3/pl1	Groei plt4/plt1	effect verdwijnen gelijkvloerse kruispunten op N65 plt4/plt1
N65 oost in westelijke richting	19510	23380	23630	24750	1,20	1,21	1,27	1,05
N65 oost in oostelijke richting	<u>20290</u>	<u>24090</u>	<u>24620</u>	<u>25820</u>	1,19	1,21	1,27	1,05
Beide richtingen samen N65 oost	39800	47470	48250	50570	1,19	1,21	1,27	1,05
N65 west in westelijke richting	17820	21440	21300	22020	1,20	1,20	1,24	1,03
N65 west in oostelijke richting	<u>18050</u>	<u>21820</u>	<u>22220</u>	<u>23440</u>	1,21	1,23	1,30	1,05
Beide richtingen samen N65 west	35870	43260	43520	45460	1,21	1,21	1,27	
N65 westrand studiegebied naar westen	17590	20990	21270	22020	1,19	1,21	1,25	1,04
N65 westrand studiegebied naar oosten	<u>18200</u>	<u>22200</u>	<u>22580</u>	<u>23440</u>	1,22	1,24	1,29	1,04
Totaal N65 westrand studiegebied	35790	43190	43850	45460	1,21	1,23	1,27	1,04



In Tabel B3 zijn voor een aantal plaatsen op de N65 de intensiteitswaarden weergegeven voor de verschillende varianten, met de daaruit afgeleide groeifactoren. Opvallend is dat voor het effect van het ongelijkvloers maken van de aansluitingen op de N65 slechts een effect van 4 à 5 % wordt berekend. De vraag is of dat niet wijst op de invoer van kleine snelheidsverschillen op de N65 in het prognosemodel.

Daarbij komt, dat voor de langer termijn ook gerekend moet worden met een toenemende uitwisseling van verkeer tussen de agglomeraties van 's-Hertogenbosch en Tilburg, die tot een aanzienlijk grotere verkeerstoename zal leiden.

Voor de aansluiting Torenstraat-Molenstraat aan de N65 is in Tabel B4 de gecombineerde invloed van zowel de verkeersgroei tussen nu en 2030 als van het potentiële effect van het afsluiten van de overige aansluitingen op de N65 in Helvoirt berekend.

Tabel B4 Gecombineerde groeicijfers verkeer aansluiting Torenstraat-Molenstraat aan N65			
	Factor verkeersgroei	Effect vervallen overige aansluitingen N65	Totaal factor
Torenstraat vanaf N65	1,17	1,39	1,6
Torenstraat naar N65	1,07	1,28	1,4
Torenstraat beide richtingen samen	1,12	1,33	1,5
Molenstraat vanaf N65	1,16	1,18	1,4
Molenstraat naar N65	1,08	1,09	1,2
Molenstraat beide richtingen samen	1,12	1,13	1,3

B 1.2 Huidige kruispuntbelasting Torenstraat-Molenstraat / N65

De gegevens van de kruispuntbelastingen in het ochtend- en avondspitsuur zijn van september 2019, verkregen uit de kwaliteitscentrale van de verkeersregelininstallatie op het kruispunt Torenstraat-Molenstraat/N65 (bron een evaluatierapport van Goudappel Coffeng, gemaakd door Rijkswaterstaat).

Tabel B5 Gemiddelde Intensiteiten kruispunt Torenstraat-Molenstraat / N65

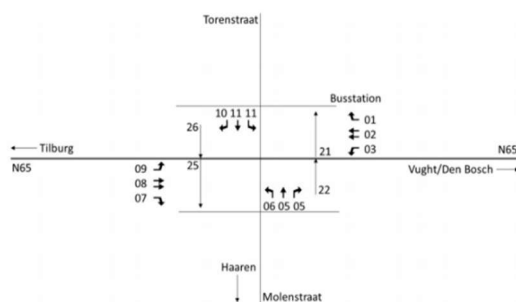
2.2 Intensiteiten

Uit de Kwaliteitscentrale zijn gemiddelde spitsuurintensiteiten op maandagen/dinsdagen/donderdagdagen uit september 2019 gehaald. Deze zijn in tabel 2.1 aangegeven.

	01	02R	02L	03	05R	05L	06	07	08R	08L	09	10	11R	11L
ochtendspits	89	652	989	69	158	103	46	26	693	1001	82	114	88	162
avondspits	185	702	1.002	124	95	125	52	49	651	909	119	124	132	120

Tabel 2.1: Gemiddelde spitsuurintensiteiten september 2019 in pae/h

Het drukste uur in de ochtendspits is van 07.30 tot 08.30 uur. In de avondspits is het drukste spitsuur van 16.45 tot 17.45 uur. Duidelijk is verder dat richting 02 's ochtends de drukste richting is en richting 08 in de avondspits. Omdat zowel op richting 02 als richting 08 wel oververzadiging in de spitsuren voorkomt, zullen de werkelijke intensiteiten hoger zijn.



B 1.3 Fietsverkeer

Ook heeft Rijkswaterstaat vanuit de kwaliteitscentrale de gegevens geleverd voor het fietsverkeer. Daarbij is opgemerkt: "Dit zijn uiteraard geen betrouwbare/werkelijke fietstellingen, omdat fietsers naast elkaar rijden. In de praktijk zullen er dus eerder méér dan minder fietsers zijn, maar dat is niet te kwantificeren met de beschikbare gegevens."



Het omrekenen van de lismeldingen c.q. aanvragen naar het werkelijke aantal fietsoversteken is arbitrair. Het lijkt verantwoord om voor de spits daarvoor een omrekenfactor 2 te gebruiken.

Duidelijk is, dat in de ochtendspits de hoofdstroom fietsers in zuidelijke en in het de avondspits in noordelijke richting is. Het blijkt dat het fietsverkeer vooral in de ochtend geconcentreerd is in een relatief korte spitsperiode (waaronder veel scholieren die op de Molenweg dan direct linksaf slaan richting Vught). Daarom wordt ervoor gekozen om de zwaarst belaste kwartierperiode om te rekenen naar een uur voor het verkrijgen van de maatgevende belasting.

Wanneer fietsers uit de voorrang zijn, hebben zij nauwelijks invloed op de verkeersafwikkeling van het overige rotondeverkeer. Wanneer fietsers wel voorrang hebben, is er een zekere invloed. Uit de scriptie *'Effect van fietsers op de capaciteit van enkelstrooksrotondes'* (<https://www.verkeerskunde.nl/artikel/sc-riptide-effect-van-fietsers-op-de-capaciteit-van-enkelstrooksrotondes-vk-8-2010,geraadpleegd-2-9-2021>) kan als praktische maat voor de omrekening naar pae's de factor *3 fietsers/uur* $\approx 1 \text{ pae/h}$ worden afgeleid. Dit is gebeurd voor het toeritverkeer. Het lijkt redelijk dat ook voor het afritverkeer toe te passen.

In de MEERSTROOKSROTONDEVERKENNER kan die invloed benaderd worden door het kruisend fietsverkeer omgerekend naar pae/h steeds op te tellen bij één van de conflicterende autostromen. Het beste kan dat bij de conflicterende rechtsafbeweging, omdat die niet de andere rotondesegmenten belast. Alleen wanneer een fietsstroom na het oversteken ook nog voornamelijk linksaf slaat (zoals in de ochtendspits de beweging noord-zuid wordt vervolgd naar het oosten) komt daarvoor een conflicterende rechtdoorbeweging in aanmerking.

Tabel B6 Gegevens kwaliteitscentrale fietsers :

02-09-2019 t/m 30-09-2019
Maandag, Woensdag, Donderdag

	SG21	SG25	Geselecteerde richtingen
	Abs.	Abs.	
07:00-07:15	0	1	1
07:15-07:30	1	2	3
07:30-07:45	1	7	8
07:45-08:00	0	13	13
07:00-08:00	2	22	24
08:00-08:15	1	25	26
08:15-08:30	2	4	6
08:30-08:45	0	6	6
08:45-09:00	1	7	8
08:00-09:00	4	42	46
16:00-16:15	9	3	12
16:15-16:30	6	2	8
16:30-16:45	4	3	7
16:45-17:00	3	4	7
16:00-17:00	23	12	35
17:00-17:15	4	4	8
17:15-17:30	3	3	6
17:30-17:45	3	2	5
17:45-18:00	1	2	3
17:00-18:00	11	12	23

B 1.4 Berekeningen verkeersafwikkeling 2030

In de figuren B1 en B3 zijn de gegevens, verkregen uit de kwaliteitscentrale van de verkeersregelininstallatie, weergegeven.

In de figuren B2 en B4 zijn daarop de groeifactoren uit Tabel B4 toegepast, terwijl de in personenauto-equivalenten omgerekende fietsers bij de conflicterende auto-stromen zijn geteld.

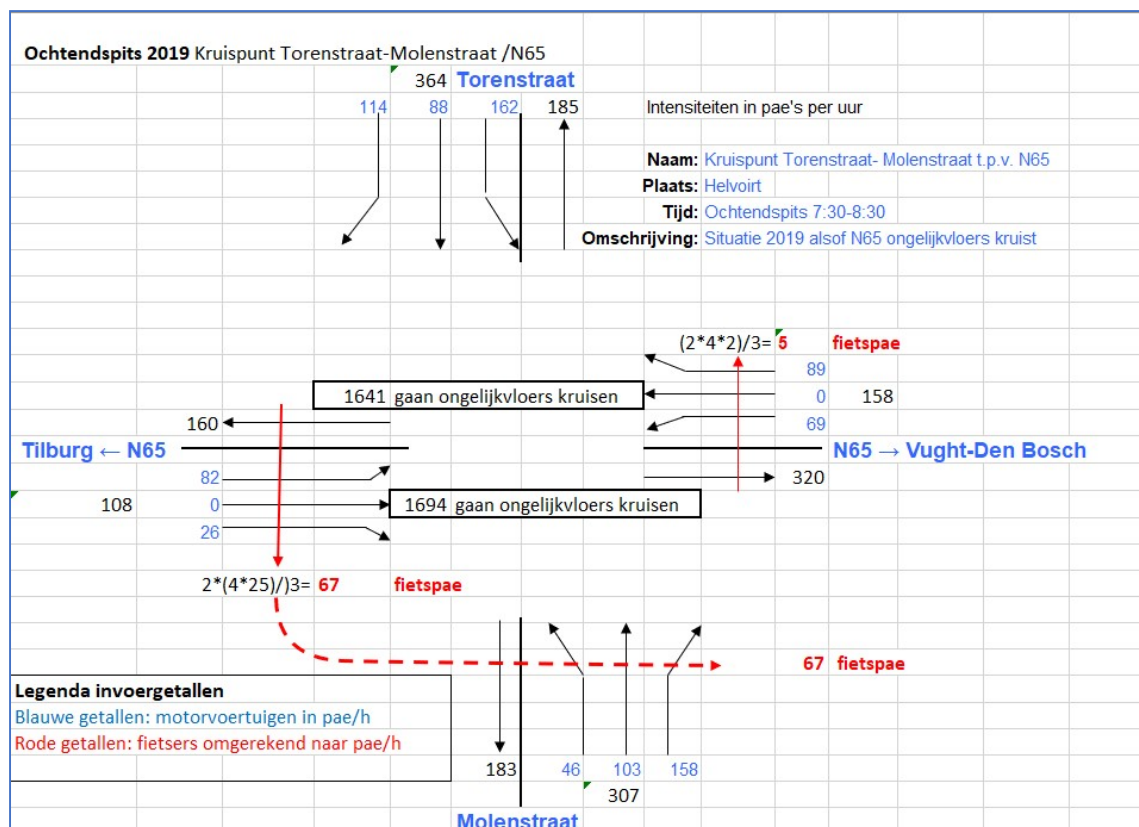
Deze verkeersbelastingen zijn vervolgens in gevoerd in de MEERSTROOKSROTONDEVERKENNER. Dat model laat direct op het invoerblad al de belangrijkste afwikkelingkenmerken voor verschillende rotondetypen zien. Het resultaat is weergegeven in de figuren B5 en B6. De verzadigingsgraad is in beide perioden voor de noordtak het hoogst: 0,42 resp. 0,41.

Voor de beoordeling van de kwaliteit van de verkeersafwikkeling zijn in de Highway Capacity Manual de gemiddelde verliestijden in klassen ingedeeld.

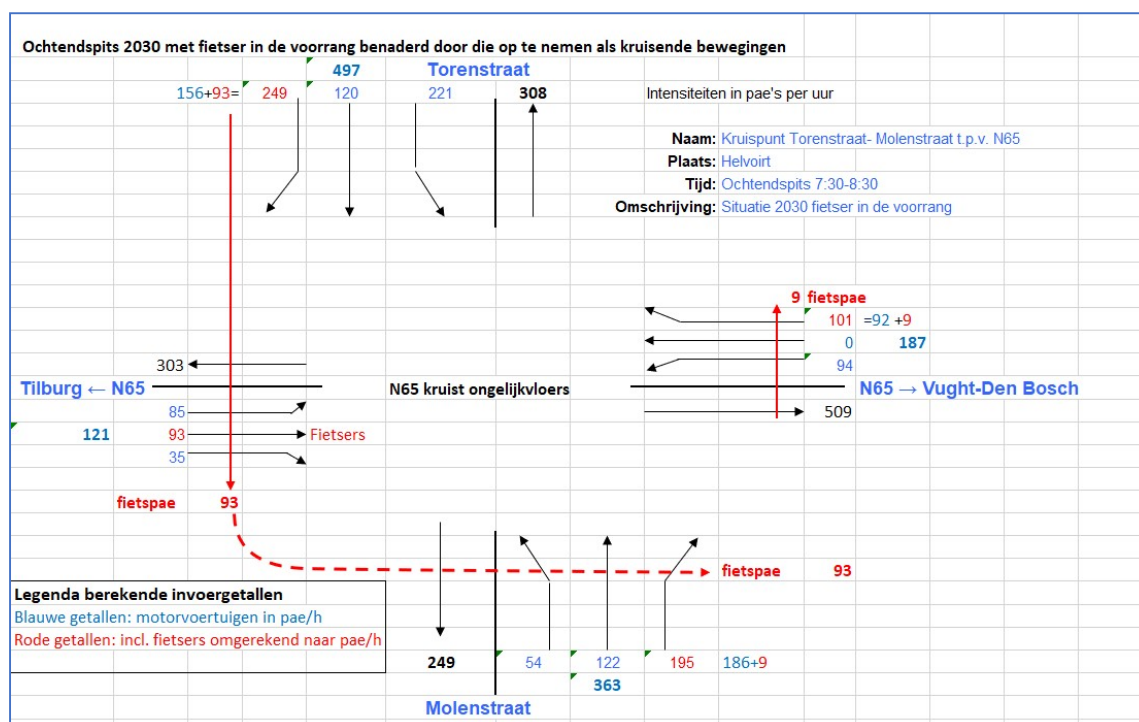
Tabel B7 Level Of Services	
Afwikkelings-niveau	Gemiddelde verliestijd s/mvt
A	0 -10
B	>10 -15
C	>15 -25
D	>25 -35
E	>35 -50
F	>50

De uitkomsten laten met gemiddelde verliestijden $T_{\text{gem}} = 4,4$ resp. $4,6 \text{ s/pae}$ voor de ovonde zelf het hoogste afwikkelingsniveau A zien.

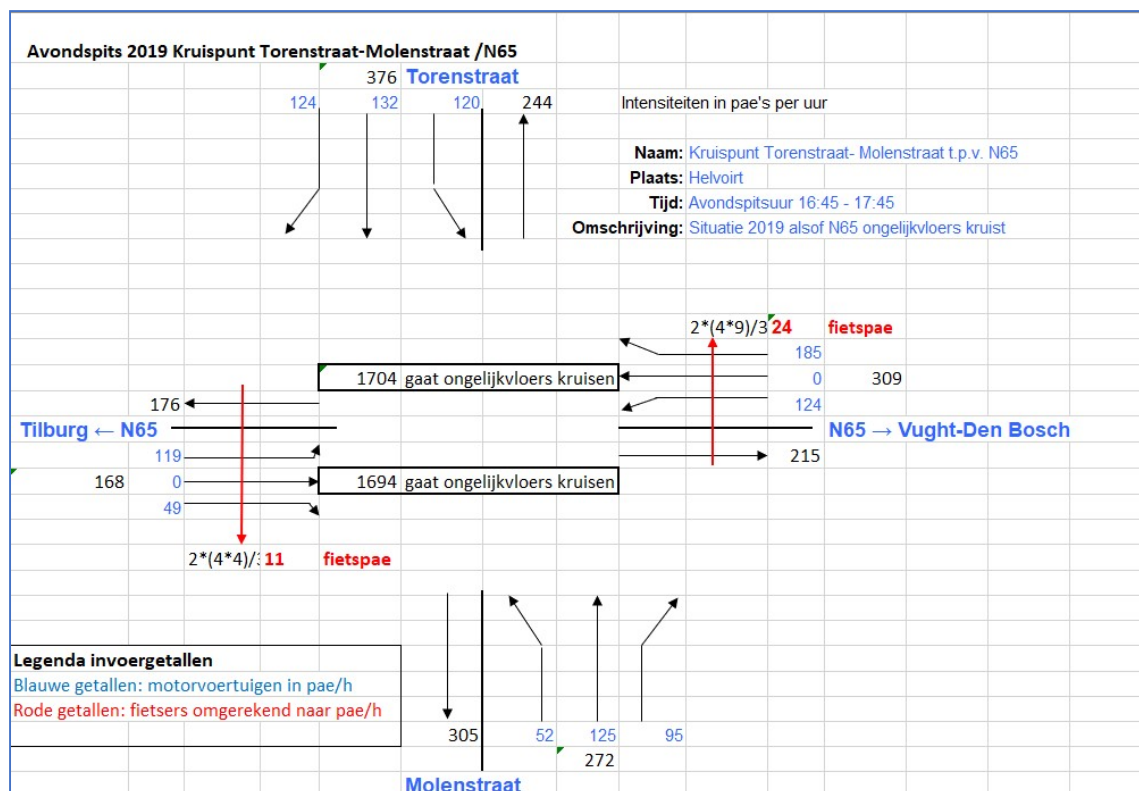
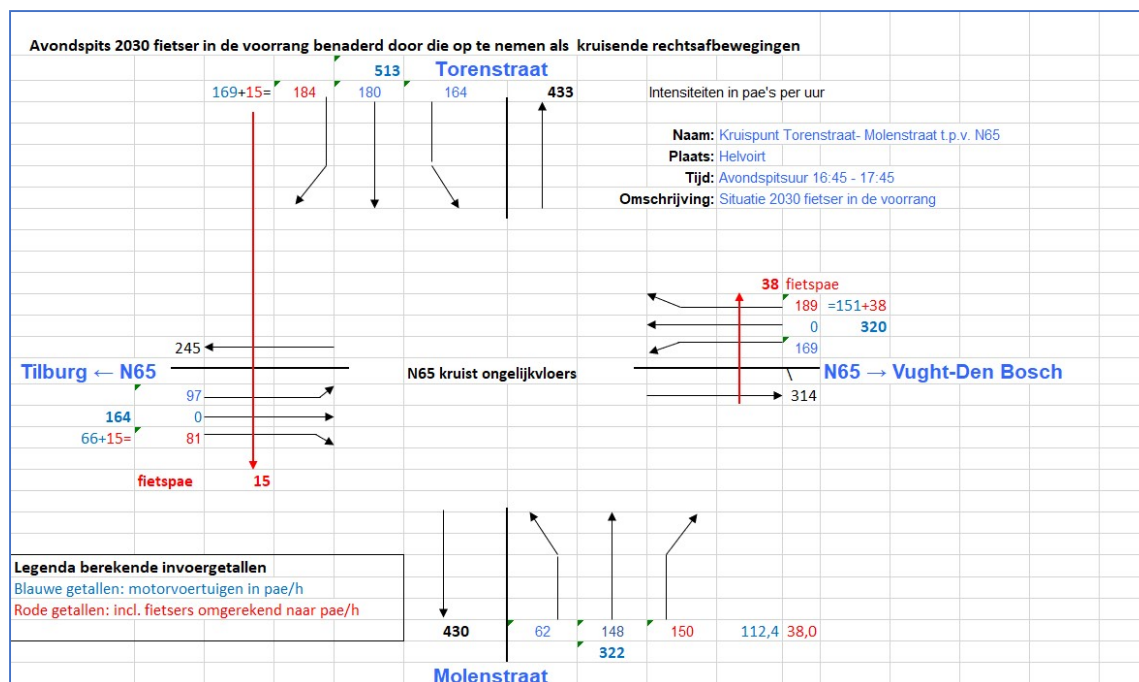
Duidelijk is dat een enkelstrooksrotonde of -ovonde ruimschoots voldoet

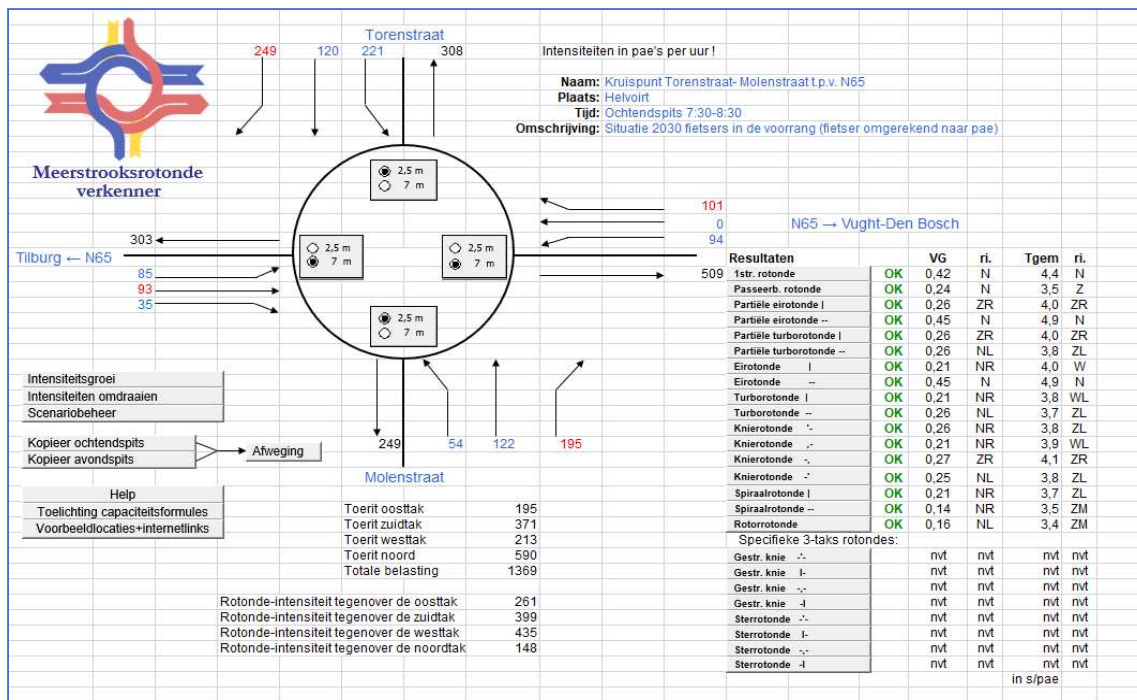


Figuur B1 Kruispuntbelasting ochtendspits 2019

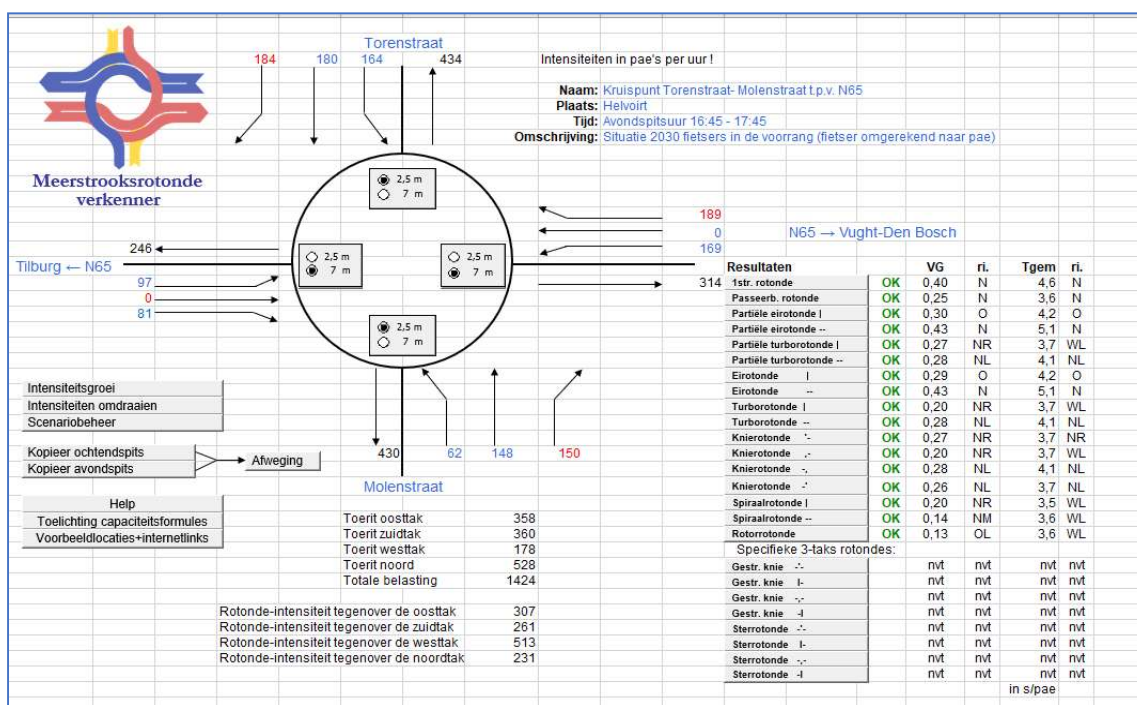


Figuur B2 Samengestelde kruispuntbelasting ochtendspits 2030


Figuur B3 Kruispuntbelasting avondspitsuur 2019

Figuur B4 Samengestelde kruispuntbelasting avondspits 2030



Figuur B5 Berekening MEERSTROOKSROTONDEVERKENNER ochtendspitsuur 2030 met samengestelde kruispuntbelasting (inclusief fietsers in de voorrang)



Figuur B6 Berekening MEERSTROOKSROTONDEVERKENNER avondspitsuur 2030 met samengestelde kruispuntbelasting (inclusief fietsers in de voorrang)

Legenda invoergetallen

Blaauwe getallen: motorvoertuigen in pae/h

Rode getallen: inclusief fietsers omgerekend naar pae/h

Opmerking: het model biedt de mogelijkheid om een smalle (2,5 m) of een brede (7m) middengeleider in de aanvoertakken in te voeren. Op de ovonde liggen van en naar de N65 de aanvoer- en afvoertak nog verder uit elkaar. Het model overschat dus het negatief effect van het schijnconflict. Omdat de takken naar en vanaf de N65 niet maatgevend zijn, is afgezien van het aanbrengen van een correctie daarvoor in het model.



Bijlage 2 Verkeersveiligheid

B2.1 Veiligheid rotondes in relatie tot andere kruispuntvormen

In CROW-publicatie 257 Turborotondes is een tabel opgenomen (op blz. 108) met resultaten van verschillende veiligheidsonderzoeken. Deze tabel laat per uitgangssituatie zien wat de effecten van maatregelen zijn. In Tabel B8 is daaruit één kolom overgenomen, met als uitgangssituatie een met verkeerslichten geregeld kruispunt (waarop géén snelheidsremmende voorzieningen in de vorm van plateaus voor de stopstreep zijn aangebracht).

Tabel B8 Effect op het aantal slachtofferongevallen van verschillende maatregelen

Uitgangssituatie: een kruispunt geregeld met verkeerslichten zonder plateaus	100%	1
Maatregel	Verandering slachtoffer- ongevallen per maatregel	reductiefactor
Aanleg snelheidsremmende plateaus voor de stopstrepen	-40% à -50% ¹⁾	0,6
Aanleg enkelstrooksrotonde met fietsers uit de voorrang	ca. - 70% ¹⁾	0,3
Aanleg enkelstrooksrotonde met fietsers in de voorrang	ca. -40 % ²⁾	0,6
Aanleg turborotonde met fietsers uit de voorrang	ca. - 70% ³⁾	0,3
¹⁾ Verkregen uit effectmetingen ²⁾ Afgeleid uit een combinatie van verschillende bronnen ³⁾ Verkregen uit effectmetingen op kruispunten waar de verkeershoeveelheid de aanleg van een enkelstrooksrotonde niet toeliet Opmerking: deze getallenreeksen zijn gebaseerd op situaties waarin de verkeersstromen na het treffen van de maatregel niet veranderen		

Uit deze tabel blijkt, dat rotondes met fietsers uit de voorrang de veiligste kruispuntvorm zijn. Analyse van de kenmerken van rotondes laten zien dat goed aangelegde rotondes zich kenmerken door twee aspecten die een hoog veiligheidsniveau²⁾ tot gevolg hebben:

- a) een lage conflictsnelheid
- b) een beperkt aantal voorspelbare conflictpunten.

Het ontwerp van de ovonde zal op deze beide aspecten worden onderzocht.

B2.2 Doorrijnsnelheid

Lage conflictsnelheden worden op rotondes bereikt doordat zowel de voertuigen die op de rotonde rijden als die de rotonde oprijden, bogen volgen met beperkte straal. De centrifugale versnelling die bestuurders ervaren zorgt ervoor dat de snelheid wordt gereduceerd. Uit onderzoek is gebleken dat de snelheid van het rechtdoorgaande verkeer daarbij het meest kritisch is. Op een goed ontworpen enkelstrooksrotonde wordt een doorrijnsnelheid van ca. 35 km/h gemeten [1].

Een ovonde ontworpen met dezelfde cirkelsegmenten kan echter met een hogere snelheid bereden worden, ook al wordt een bredere overrijdbare strook ('rammelstrook') in het centrum toegepast dan thans het schetsontwerp van laat zien. Dat is al in CROW-publicatie 126 *Eenheid in Rotondes* [1] op blz. 69 opgemerkt: "Het ver uiteentrekken van de rotonde heeft wel een hogere rijnsnelheid tot gevolg".

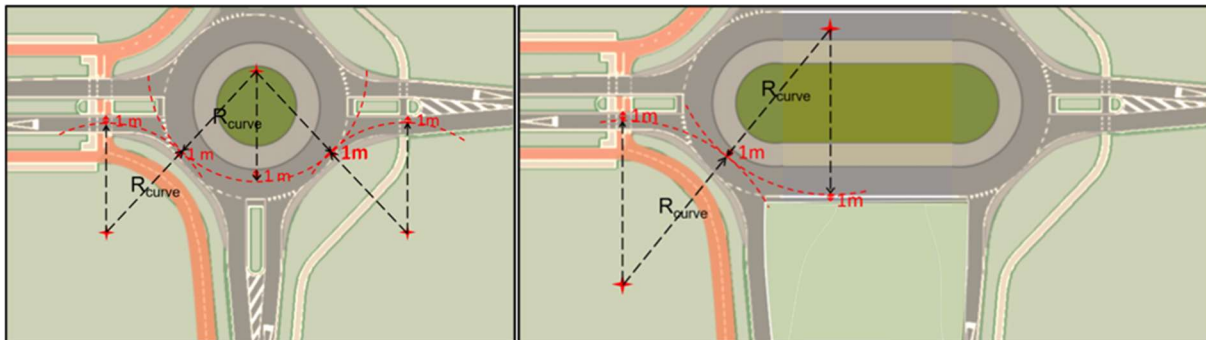
Hieronder wordt daarop nader ingegaan.

De verschillen in doorrijnsnelheid kunnen goed worden benaderd door gestileerde doorrijcurven, zo gevormd dat bestuurders de kleinste centrifugale versnelling ervaren [2,4]. Bij een goed ontworpen enkelstrooksrotonde bedraagt de maximale doorrijstraal van het hart van het voertuig bij wisselende middelpunten ca. 24 m. In Figuur B7 is voor een ovonde met dezelfde stralen van de cirkelsegmenten volgens hetzelfde tekenprincipe de gestileerde doorrijcurve getekend. De straal daarvan blijkt een

² Ook ir. S.T.M.C. Jansen concludeert in zijn studie *Veiligheid op kruisingen van verkeersaders binnen de bebouwde kom*, SWOV R-2003-36 : "De viertaksrotondes scoren in een groot gemiddeld intensiteitsbereik gunstiger dan de andere kruispuntvormen. Omdat bij rotondes niet alleen het aantal conflicten laag is, maar door de vormgeving ook de snelheidsmogelijkheden beperkt worden, is het verklaarbaar at daar het risico extra laag is".

factor 1,53 groter te zijn. Uitgaande van een even groot geaccepteerde centrifugale versnelling door de bestuurders is de bijbehorende doorrij snelheid dan 43 km/h (omdat de centripetale versnelling kwadratisch met de snelheid is).

De ernst van een botsing hangt samen met de kinetische energie van de botsing. Die is weer evenredig met het kwadraat van de snelheid. Het verschil in ernst van een ongeval in beide ontwerpen bedraagt dan ook een factor 1,5.



Figuur B7 Doorrijcurven van een enkelstrooksrotonde en dito ovonde

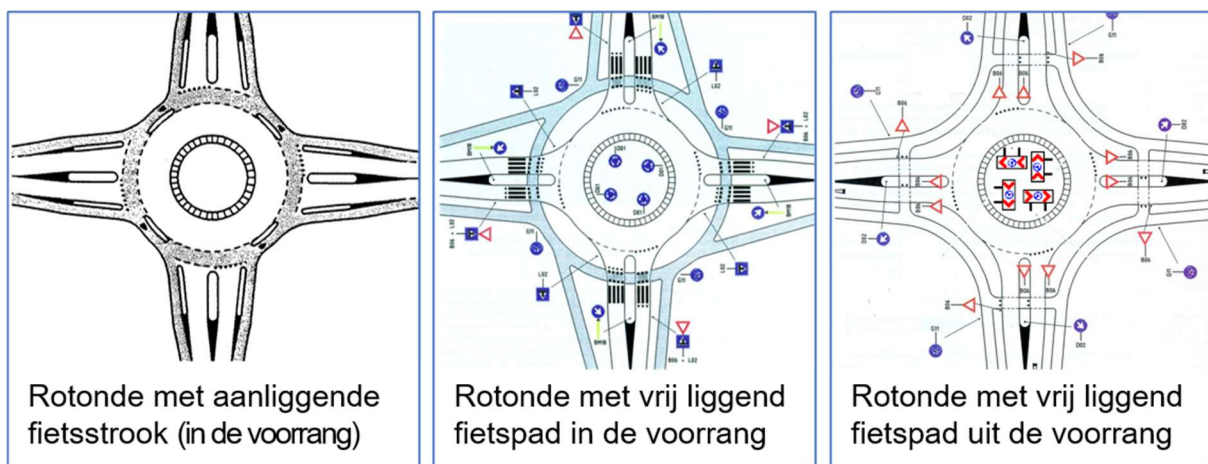
Tabel B9 Berekening verschil in ernst van een ongeval op een rotonde en ovonde			
Aspect	Rotonde	Ovonde	Vershilfactor
Snelheid op een goed ontworpen enkelstrooksrotonde	35 km/h	43 km/h	1,24
Doorrijstralen	24 m	36 m	1,53
Vershilfactor kinetische energie			1,53

In het plan is voor de fietsoversteek aan de zuidzijde een plateau opgenomen om de snelheid alsnog te reduceren. Maar een plateau bij een ovonde c.q. rotonde kan de snelheid veelal onvoldoende reduceren: voor het bereiken van een voldoende effect (een reductie van 43 km/h tot minder dan 20 km/h) moet de helling onaanvaardbaar steil worden.

B2.3 Voorrangssituatie fietsers

Sinds decennia is bekend dat rotondes een veilige oplossing zijn voor zowel het autoverkeer als het voetgangersverkeer. Maar de veiligheid van fietsverkeer op rotondes is problematisch, met name op rotondes die voorzien waren een aanliggende fietsstrook. Eind jaren tachtig is in Nederland een oplossing bedacht voor dat probleem, overgenomen van de oplossingen bij aansluitingen van zijwegen op voorrangswegen buiten de bebouwde kom: het fietspad voor de oversteek uitbuigen en de fietsers voorrang laten verlenen. Met die oplossing bleken op rotondes ook de fietsongevallen ongeveer even sterk te reduceren als die van het overige verkeer. Buiten de bebouwde kom is dat nog steeds de voorkeursoplossing.

Onder invloed de Fietzersbond is het binnen de bebouwde kom gebruikelijk geworden om de fietsers wel een afzonderlijk fietspad te geven, maar bij het oversteken van de aansluitende takken toch in de voorrang op te nemen.



Figuur B8 Verschillende oplossingen voor fietsers bij rotondes (bron CROW 126 [1])

Later onderzoek naar het verschil in veiligheid van fietsers wel dan niet in de voorrang liet zien, dat op rotondes met fietsers in de voorrang het aantal slachtofferongevallen tweemaal zo hoog was, terwijl het aantal letselongevallen tussen fietsers en auto's vier maal zo hoog was [5]. Voornamelijk zijn van de oplossing '*fietsers in de voorrang*' de fietsers dus de dupe. Door dr.ir. A. Dijkstra van de SWOV is ook nog het aantal ziekenhuisopnames in beschouwing genomen. Daarbij heeft hij geconstateerd dat op rotondes met fietsers in de voorrang het aantal ziekenhuisopnames van fietsers zeven maal zo hoog was [6].

Dit is samengevat in onderstaande tabel B10 [7]

Tabel B10: Effect voorrangregeling fietsers op rotondes

Op rotondes met fietsers *in* de voorrang is:

- het aantal letselongevallen twee maal zo hoog,
- het aantal letselongevallen tussen fietsers en auto's vier maal zo hoog en
- het aantal ziekenhuisgewonden zeven maal zo hoog

als op rotondes met fietsers *uit* de voorrang.

Voor alle duidelijkheid dient te worden opgemerkt, dat de veiligheidswinst niet alleen het gevolg is van het verschil in voorrang. Ook het maken van een bocht vóór de oversteek is essentieel. Deze bocht onderstreept voor de fietser niet alleen het geen-recht-hebben-op-voorrang, maar vermindert ook de snelheid van de overstekende (brom)fietsers, waardoor deze meer tijd krijgt om het conflicterende verkeer waar te nemen (zie Figuur B9). In internationaal veiligheidsonderzoek is dat aspect onderbelicht. In Nederlands onderzoek is gevonden dat aanleg van rotondes begin jaren negentig (met deels ook binnen de bebouwde kom een vormgeving volgens figuur B9) een daling van 75% van het totale aantal slachtoffers tot gevolg had, met onder fietsers en brom- en snorfietsers een iets lagere daling van 60 % [6]. In een studie uit 2003 is bij de ombouw van 27 kruispunten in het provinciale wegennet van Zuid-Holland —buiten de bebouwde kom, geheel cf. figuur B9— onder fietsers zelfs een even grote afname van letselongevallen gevonden als voor het totaal. Studies in andere landen laten dat niet zo zien. Een onjuiste vormgeving van de fietsvoorziening lijkt hier debet aan, naast vermoedelijk hogere doorrij-snelheden voor het autoverkeer door een ruimere dimensionering van rotondes in het buitenland. Wel laten studies in andere landen ook de extra onveiligheid van rotondes met fietsers in de voorrang zien, met zelfs een toename van letselongevallen onder fietsers op rotondes binnen de bebouwde kom [8].

Drie functies scherpe bocht voor fietsers uit de voorrang bij oversteken:

- reduceren snelheid (brom)fietsers;
- onderstrepen verlies van recht op voorrang door afslagbeweging;
- tijdsruimte bieden om goed waar te nemen.

Figuur B9 Functies van het maken van een bocht voor de fietsoversteek



Opmerking: uit een onderzoek naar eenzijdige fietsongevallen (Schepers en Brinkers, 2011) blijkt dat de zichtbaarheid van de kant van het fietspad essentieel is voor het reduceren van het hoge aantal (veelal niet geregistreerde) letselongevallen onder fietsers. Een witte kantmarkering op het fietspad is daarvoor belangrijk. Deze voorziening is thans nog niet opgenomen in de richtlijnen.

Het veiligheidsrisico van fietsers in de voorrang houdt verband met zowel de zichthoek waaronder automobilisten op rotondes fietsers moeten waarnemen, alsook de mentale belasting van de stuurtaak van automobilisten bij het berijden van rotondes. Samen met de ondervonden centrifugale versnelling draagt die enerzijds bij aan een lagere doorrij-snelheid, maar anderzijds is die stuurtaak bij een snelheid met ca. 35 km/h nog zo hoog, dat een bestuurder niet goed in staat is altijd adequaat op een snel aanrijdende fietser te reageren. Voetgangers steken met een veel lagere snelheid over, zodat ook in internationale onderzoeken daarvoor geen veiligheidsproblemen worden gevonden.

B2.4 Vergelijking veiligheidsrisico's

De resultaten van paragraaf B2.2 en B2.3 leiden tot een berekend verschil in letselrisico van een ovonde met fietsers in de voorrang vergeleken met een rotonde met fietsers uit de voorrang met een factor $2 \times 1,5 = 3$. Voor de fietsers leidt dit zelfs tot een factor 6 ($= 4 \times 1,5$) keer zoveel ongevallen met letsel op een ovonde met fietsers in de voorrang vergeleken met een rotonde waar de fietsers voorrang moeten verlenen. Onverwachte verkeerssituaties (voorrang verlenen aan fietsers komend vanaf een autoweg) en de hogere snelheid van e-bikes kunnen dit veiligheidsverschil nog vergroten.



CURRICULUM VITAE (juli 2021)

Naam: Fortuijn
Voornamen: Lambertus Gerrit Hendrik
Geslacht: mannelijk
Geboortedatum: 4 januari 1945
Geboorteplaats: Hagestein
Burgerlijke staat: Gehuwd
Opleiding: Diploma HBS-B in 1963, behaald aan het Chr. Lyceum te Zeist.
Diploma civiel ingenieur Technische Hogeschool Delft (doctorale studie weg- en waterbouwkunde) in 1971.
Promotie op dissertatie *Turborotonde en turboplein: ontwerp, capaciteit en veiligheid*, januari 2013

Medewerker Provincie Zuid-Holland:

1971-1987: Stafmedewerker Verkeer, met name belast met de begeleiding van verkeersstudies.
1987-2003: Hoofd bureau Verkeer, belast met verkeersonderzoek, verkeers(regel)techniek en verkeersveiligheid.
2003-2010: Strategisch beleidsadviseur Verkeer en Vervoer

Gastdocent TU-Delft

2003-heden: gastdocent TUD

Turbo Traffic Solutions Zoetermeer

Sinds 2010: Verkeersadviseur

Beroepsmatige nevenactiviteiten:

1977-1982: Docent verkeersonderzoek en -prognostiek avond-HTS, opleiding verkeerskunde te Den Haag.
1983 -1989: Docent parttime opleiding voor het Hoger Planologisch Onderwijs te Utrecht.
1980: Gastdocent cursus "Prognosemodellen voor personenvervoer" van de Postakademiale Vorming Verkeerskunde.
1996: Gastdocent SWOV-cursus Duurzaam-veilige infrastructuur buiten de bebouwde kom: Duurzaam-veilig binnen de provincie Zuid-Holland
1997 en 1999: Gastdocent Postacademisch Onderwijs (PAO), cursus "De bakens verzetten in het verkeersveiligheidsbeleid: Bevordering verkeersveiligheid op wegen buiten de bebouwde kom".
1999: Gastdocent PAO Vervoerswetenschappen en Verkeerskunde, cursus Doelgroepen in verkeer en vervoer:
2000: Gastdocent DTV-studiedag Verkeerslichtenregelingen: Duurzaam veilige verkeerslichten.
2002 - 2009 Gastdocent, belast met verzorgen van de opzet van de DTV-cursussen "Meerstrooksrotondes" en "Ontwerp Turborotondes".
2003 en 2005: Gastdocent PAO-cursus "Ontwerpen van Wegen en Kruispunten" voor het onderdeel "Verkeersproces op niet-autosnelwegen buiten de bebouwde kom".
2015-2018 Member of the TRB Committee on Roundabouts (ANB75), Washington, USA

Ervaringen

- Voorbereiden bestuurlijke nota's op het gebied van verkeersveiligheid en verkeersmanagement
- Managen voorbereiding infrastructuurprojecten
- Ontwikkelen nieuwe verkeersoplossingen zoals turborotonde, turboplein, kruispuntplateaus op kruispunten met verkeerslichten
- Begeleiden ontwerpers bij het implementeren van nieuwe verkeerskundige oplossingen.

Eervolle vermeldingen

- 2002: Het gemeentebestuur van Reeuwijk geeft de rotonde aansluiting N459-A12-noord de straatnaam: Ir. L.G.H. Fortuijnrotonde, in 2013 gewijzigd in Dr.ir. L.G.H. Fortuijnrotonde.
- 2005 Oeuvreprijs voor de bijdragen aan de Verkeerskundige Werkdagen, vanwege "de vernieuwende elementen, de uitgebreid beschreven analyse van de problematiek en de bruikbaarheid voor anderen"



Publicaties

Verkeerstechnische publicatie vóór 1987

Fortuijn, L.G.H. (1974). "Maatregelen tegen kop-staartbotsingen bij verkeerslichten", *Verkeerstechniek*, 1974, 2, ANWB, Den Haag.

Diverse publicaties op het gebied van verkeersprognostiek 1974 - 1986.

Een selectie:

Fortuijn, L.G.H. en Sloet tot Everlo, bn. F. (1974). Provinciale vervoers- en verkeersstudie Zuid-Holland, *Verkeerstechniek* 1974, 8 en 9, ANWB, Den Haag.

Fortuijn, L.G.H. (1976). "Bereikbaarheid als vestigingsplaatsfactor, een alternatieve notatie voor Hamerslag's model", *Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 1976*

Fortuijn, L.G.H. (1979) "Het logitmodel en de praktijk", discussiebijdrage aan *het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 1979*.

Fortuijn (1980). "Bereikbaarheid en het geaggregeerde distributiemodel; een gedragstheoretische interpretatie", bijlage 6 van onderdeel 24.E.1 "Provinciale vervoer- en verkeersstudie Zuid-Holland" van het cursusmateriaal van de cursus "Prognosemodellen voor Personenvervoer" van de Stichting Postacademiale Vorming Verkeerskunde, 1979-1980.

Hamerslag, R., Fortuijn, L.G.H. e.a. (1981). "Een toepassing van binaire kalibratie in een regionale studie", *Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 1981*.

Publicaties 1987-2003

Fortuijn, L.G.H. (1992a). "Een duurzaam veilige weginfrastructuur: waar gaat het om?" in *Grenzen aan de snelheid*, Studiedag van Wijs op weg, 7 mei 1992.

Fortuijn, L.G.H. (1992b). "A sustainable safe road infrastructure; the start of the realization", *First World Congress on Safety of Transportation*, 26-27 November 1992, Delft., blz. 76-86.

Fortuijn, L.G.H. (1992c). "Duurzaam veilig verkeer: nu de praktijk", *Verkeerskunde* 1992, 12, ANWB, Den Haag.

Fortuijn, L.G.H. (1993a). Naar een duurzaam verkeersveilig regionaal wegennet. *Verkeerskundige werkdagen 1993*, CROW, Ede.

Fortuijn, L.G.H. (1993b). "Wegvakken werkelijk duurzaam veilig inrichten?" Kanttekening in *Verkeerskunde* 1993, 12, blz. 16-17, ANWB, Den Haag.

Fortuijn, L.G.H. (1994). "Preventief beleid voor duurzaam veilig verkeer" en "Doordachte maatregelen gunstig voor duurzaam veilig verkeer", *Wegen* 1994, 7 en 9, CROW, Ede.

Fortuijn, L.G.H. en Weijmans, G (1995a). "Kosten en baten duurzaam veilig", *Verkeerskundige werkdagen 1995*, CROW, 1995.

Fortuijn, L.G.H. en Kramer, D.T. (1995b). "Wegcategorisering: relatie tussen ritduurcriterium; een bijdrage tot discussie", *Verkeerskundige werkdagen 1995*, CROW, Ede.

Fortuijn, L.G.H. (1995c). "Stabiliteit van kencijfers verkeersveiligheid, voor verschillende schaalniveaus", *Verkeerskundige werkdagen 1995*, CROW, Ede.

Fortuijn, L.G.H. (1995d). "Kencijfers veiligheid kruispunten, overwegingen voor een verklarend model voor de relatie tussen ongevallen en kruispunt-intensiteiten", *Verkeerskundige werkdagen 1995*, CROW, Ede.

Fortuijn, L.G.H. en H. Stok (1995e). "Nog meer verkeer over de rotonde?" *Verkeerskunde* 1995, 12, ANWB, Den Haag.

Fortuijn, L.G.H. en Harte, V.F. (1997a). "Meerstrooksrotondes: verkenning van nieuwe vormen", *Verkeerskundige werkdagen 1997*, CROW, Ede.

Fortuijn, L.G.H. (1997b) "Snelheidsbeheersingsproject N216, Evaluatie-periode 1993 t/m 1995", *Verkeerskundige werkdagen 1997*, CROW, Ede.

Fortuijn, L.G.H. (1998) "Speed control project N216 (Schoonhoven-Gorinchem), Period under evaluation 1993 - 1995", *Second World Congress on Safety of Transportation*, 18-20 February 1998, Delft.

Fortuijn, L.G.H. en Carton, P.J. (2000a). "Turbopleinen: een beproefd concept in een nieuw jasje", *Verkeerskundige werkdagen 2000*, CROW, Ede. ("Turbo circuits: A well-tried concept in a new guise". [www.pzh.nl/onderwerpen/verkeer en vervoer/ Turbo circuits](http://www.pzh.nl/onderwerpen/verkeer%20en%20vervoer/Turbo%20circuits)).

Fortuijn, L.G.H. (2000b). "Ronde-pijlmarkering", *Verkeerskundige werkdagen 2000*, CROW, Ede.

Fortuijn, L.G.H. (2000c). "Verhoogde baanscheidingen op een twee-strooksrotonde; keuze tussen kans op aansprakelijkheid of veiligheid", *Verkeerskundige werkdagen 2000*, CROW, Ede.

Fortuijn, L.G.H. (2000d). "Duurzaam veilige verkeerslichten", *Verkeerskundige werkdagen 2000*, CROW, Ede.

Fortuijn, L.G.H. (2001a). "Automatische voertuiggeleiding (AVG) bij verkeerslichten; een optie met perspectief", *Symposium Dynamisch Verkeersmanagement*, april 2001, ANWB, Den Haag.

Fortuijn, L.G.H. (2001b). "Kosten-effectiviteitsanalyses van Verkeersmanagementprojecten", *Symposium Dynamisch Verkeersmanagement*, april 2001, ANWB, Den Haag.

Fortuijn, L.G.H. (2001c). "Evaluatie van doelgroepenvoorzieningen". *Verkeerskundige werkdagen 2001*, CROW, Ede.

Fortuijn, L.G.H. (2001d). "De stand van zaken van de turbo- en kluirotonde". *Verkeerstechnische Leergang 2001*, ANWB, Den Haag, blz. 31-42.

Publicaties 2003-heden

Fortuijn, L.G.H. (2003a). "Turbopleinen met verkeerslichten; het geometrisch ontwerp". *Verkeerskundige werkdagen 2003*, CROW, Ede.

Fortuijn, L.G.H. en de Leeuw, A.M. (2003b). "Turbopleinen met verkeerslichten; verkeersregeling en -afwikkeling". *Verkeerskundige werkdagen 2003*, CROW, Ede.

Fortuijn, L.G.H. en Carton, P.J. (2003c). "Kosten baten tweede fase duurzaam veilig provinciale wegen in Zuid-Holland". *Verkeerskundige werkdagen 2003*, CROW, Ede.



- Fortuijn, L.G.H.(2003d). "Explosieve groei van kop-staartbotsingen: wat doen we er aan?" *Verkeerskundige werkdagen 2003*, CROW, Ede.
- Fortuijn, L.G.H.(2003e). "Linksafvakken op kruispunten: met of zonder middengeleider?" *Verkeerskundige werkdagen 2003*, CROW, Ede.
- Fortuijn, L.G.H. (2003f). "Pedestrian and Bicycle-Friendly Roundabouts; Dilemma of Comfort and Safety", contribution to the *Annual Meeting of the Institute of Transportation Engineers* in Seattle in 2003, ITE, Washington D.C, USA.
- Braimaister, L en Fortuijn, L.G.H. (2005). "Wegverbreding en/of bermverharding van smallere provinciale wegen: wat is het belang voor de verkeersveiligheid?" *Verkeerskundige werkdagen 2005, B18*, CROW, Ede.
- Fortuijn, L.G.H., P.J Carton en B.J. Feddes (2005). "Veiligheidseffect van kruispuntplateaus op gebiedsontsluitingswegen" *Verkeerskundige werkdagen 2005, B20*, CROW, Ede.
- Fortuijn, L.G.H. (2005a). "Veiligheidseffect turborotondes in vergelijking met enkelstrooksrotondes." *Verkeerskundige werkdagen 2005, B27*, CROW, Ede.
- Fortuijn, L.G.H. (2005b). "Voorrangsregeling fietsers op rotondes; overzicht van gegevens uit Nederlandse studies sinds 2000". *Verkeerskundige werkdagen 2005, B52*, CROW, Ede.
- Hansen, I.A. und Fortuijn, L.G.H. (2006). "Steigerung der Leistungsfähigkeit und Sicherheit von mehrspurigen Kreisverkehrsplätzen durch Spiralform" in *Straßenverkehrstechnik 1.2006*, pag. 37-42.
- Fortuijn, ir. L.G.H. en Jhr. mr. H.J.J. de Bosch Kemper (2006). "Rotondes en turborotondes Over pijlen, strepen en stroken" in *Verkeersrecht 2006, 4*, pag.101- 106, ANWB, Den Haag.
- Fortuijn, L.G.H. en P.J. Carton (2007). "Meerstrooksrotondes en pijlmarkering (artikel 78 RVV)" *Verkeerskundige werkdagen 2007, B6*, CROW, Ede.
- Fortuijn, L.G.H. en P.J. Carton (2007). "Turborotondes en lijnmarkering (artikel 76 RVV)". *Verkeerskundige werkdagen 2007, B7*, CROW, Ede.
- Fortuijn, L.G.H. en A.S. van Beinum (2007). "Nieuwe inzichten in rotondecapaciteiten". *Verkeerskundige werkdagen 2007, B9*, CROW, Ede.
- Fortuijn, L.G.H. (2007). "Nederlands Ontwerpvoertuig Trekker-opleggercombinatie niet Europees goedgekeurd; Enige kritische kanttekeningen bij CROW-publicatie164a". *Verkeerskundige werkdagen 2007, B8*, CROW, Ede.
- Fortuijn, L.G.H. (2007). "Doorrijcurve en rammelstroken op rotondes; Enige kritische kanttekeningen bij CROW-publicaties 126 en 220", *Verkeerskundige werkdagen 2007, B8*, CROW, Ede.
- Baan, Dirk de, John Boender een Bertus Fortuijn. (2008) „Turborotondes: een opkomend fenomeen; CROW brengt richtlijnen uit voor afweging, ontwerp en voorlichting“. *Verkeerskunde 2008, 3*, ANWB, Den Haag.
- Fortuijn, L.G.H. (2008). "Turboplein maakt zijn naam waar". *Bijdragebundel Studiedag Verkeerslichtenregelingen 12 maart 2008*, DTV Consultants, Breda.
- Fortuijn, Lambertus G.H (2009a). "Turbo Roundabouts: Design Principles and Safety Performance", *Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board, No. 2096*, Washington, D.C., 2009, pp.16-24.
- Fortuijn, Lambertus G.H (2009b). "Turbo Roundabouts: Estimation of Capacity", *Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board, No 2130*, Washington, D.C., 2009, pp 83-92.
- Fortuijn, L.G.H. (2009c) "Bewegwijzering turborotondes: Introductie van de strookwisselwegwijzer", *Bijdrage 5150802 aan Verkeerskundige werkdag 2009*, CROW, Ede.
- Fortuijn, L.G.H. (2009d) "Verbeterde bebording en markering turboplein", *Bijdrage 5150803 aan Verkeerskundige werkdag 2009*, CROW, Ede.
- Fortuijn, L.G.H. en A.M. de Leeuw, (2009e). "Eenvoudige wachtrijformules voor een stationair verkeersproces", *Bijdrage 5150808 aan Verkeerskundige werkdag 2009*, CROW, Ede.
- Fortuijn, ir. L.G.H. (2010). Rotondes en kennisuitwisseling, Second Opinion, *Verkeerskunde 2010, 1*, pp. 38-39. ANWB, Den Haag.
- Fortuijn, Bertus en John Boender (2010). Nieuwe generatie bewegwijzering turborotondes en turbopleinen, weggebruik geeft nieuw inzicht. *Verkeerskunde 2010, 03*, pp. 32-37. ANWB, Den Haag.
- Fortuijn, L.G.H (Bertus), 2011. Roundabouts in the Netherlands Development and experiences, International Roundabout Design and Capacity Seminar, 1st July 2011, Stockholm, http://nmfv.dk/wp-content/uploads/2012/06/RDC_Netherlands_2.pdf
- Fortuijn, L.G.H. (Bertus), en B.C. (Bob) Granneman, Rotondoseerinstallaties (RDI's) op robuustheid onderzocht, *Bijdrage 55, Nationaal Verkeerskundecongres 2011, Nieuwegein*, CROW & ANWB, november 2011.
- Fortuijn, L.G.H. (Bertus), (2013) *Turborotonde en turboplein: ontwerp, capaciteit en veiligheid*, januari 2013, TRAIL Thesis Series T2013/1, Nederland, ISBN: 978-90-5584-157.
- Fortuijn, LGH (Bertus), 2014. Robustness of roundabout metering systems (RMS). In s.n. (Ed.), *Proceedings of the TRB 2014 4th international roundabout conference* (pp. 1-13). Washington: TRB.
- Fortuijn, L.G.H.(Bertus) & A. Maria Salomons, (2015). Signalized turbo circle; Design and performance. In s.n. (Ed.), *Proceedings of the Transportation Research Board 94th annual meeting* (pp. 1-16). Washington: TRB.
- Fortuijn, Lambertus G.H. (Bertus) & Serge Hoogendoorn (2015). Capacity Estimation on Turboroundabouts with Gap Acceptance and Flow Level Methods. *Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board, No 2517*. Washington D.C. 2015, pp 71-79. DOI 10.3141/2517-08.
- Fortuijn, L.G.H. (Bertus), 2015. Fiets en drempel; een beschouwing vanuit comfort oogpunt, NVC bijdrage 24. *Congresbundel Nationaal verkeerskundecongres 2015*, Zwolle.
- Fortuijn, L.G.H.(Bertus) & A. Maria Salomons, (2017). Sustainably Safe Signalized Intersections on High Speed Roads: Speed Plateaus with Camera Enforcement. *TRB 96th Annual Meeting Compendium of Papers*, Washington: TRB.
- Fortuijn, L.G.H.(Bertus) & A. Maria Salomons, (2018). Vergelijking methoden ter bepaling van doorrij snelheden op rotondes. *Nationaal verkeerskundecongres 2018*, 's-Hertogenbosch
- Fortuijn, L.G.H.(Bertus) & A. Maria Salomons, (2019). Het effect van automatisch voertuiggeleiding op de capaciteit van turborotondes; een vergelijkende benadering, (of: de i-turborotonde verkend). *Nationaal verkeerskundecongres 2019*, Den Haag.
- Fortuijn, L.G.H.(Bertus) & A. Maria Salomons, (2020). Capacity Increase Through Connectivity for the i-(Turbo)Roundabout. *Forum on Integrated and Sustainable Transportation System. 3-5 November 2020*, Delft, Th