

## Rapport

---

Projectnummer: 360661

Referentienummer: SWNL0250774

Datum: 18-10-2019

---

## Spoorkruising Maarsbergen

Actualisatie verkeersonderzoek doorstroming

Eindconcept

Opdrachtgever:  
Provincie Utrecht  
Postbus 80300  
3508 TH UTRECHT

Verantwoording

Titel Spoorkruising Maarsbergen  
Subtitel Actualisatie verkeersonderzoek  
doorstroming  
Projectnummer 360661  
Referentienummer SWNL0250774  
Revisie E  
Datum 18-10-2019

Auteur Jeroen de Wit  
E-mailadres jeroen.dewit@sweco.nl

Gecontroleerd door Dennis van Wieren, Ron Linschoten  
Paraaf gecontroleerd



Goedgekeurd door Martijn van Rij  
Paraaf goedgekeurd



## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Doel en uitgangspunten</b> .....	<b>5</b>
2.1	Doel opdracht .....	5
2.2	Verkeerskundig ontwerp .....	5
2.3	Vraagstelling .....	6
2.4	Verkeersmodel.....	6
2.5	Bepalen verkeersintensiteiten planjaar 2031 .....	7
2.6	Resultaat verkeersgroei 2018 -> 2031 .....	9
<b>3</b>	<b>Resultaten dynamisch verkeersmodel</b> .....	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Doorstromingsmaatregelen</b> .....	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>Conclusies en advies</b> .....	<b>13</b>
	<b>Bijlage 1: Intensiteitenplots (2-uurs in motorvoertuigen)</b> .....	<b>15</b>

## 1 Inleiding

Tussen de regio, waaronder de provincie Utrecht, de gemeente Utrechtse Heuvelrug en het ministerie van Verkeer en Waterstaat is in december 2005 een overeenkomst gesloten om te komen tot een drietal ongelijkvloerse spookruisingen. Eén van die drie ongelijkvloerse spookruisingen is de spookruising in de provinciale weg N226 bij Maarsbergen.

Doel van het ongelijkvloers maken van de spookruising is het bevorderen van de verkeersveiligheid, de doorstroming en de leefbaarheid in het dorp.



*Figuur 1: Impressie van de spookruising (bron: website provincie Utrecht)*

Sweco heeft de afgelopen jaren de provincie Utrecht ondersteund bij het onderzoeken van verschillende infrastructurele varianten zoals de Westvarianten en het Dorpsplan. In 2016 heeft dit geresulteerd in het rapport "Spookruising N226 Maarsbergen - Onderzoek naar doorstroming met microsimulatiemodel" (dd. 20-01-2016). In dit rapport is de verkeersdoorstroming van 3 verkeerskundige plannen onderzocht (Het 'Dorpsplan' en 2 'Westvarianten'). De belangrijkste conclusies uit dit rapport zijn:

- Met de Westvariant met afgesloten Tuindorpweg wordt een robuust netwerk gecreëerd waarmee de geprognosticeerde verkeersstromen in 2030 in het overgrote deel van de dag vertragsvrij afgewikkeld kunnen worden.
- De vertraging die in de spitsperioden opgelopen wordt op de Bosweg kan mogelijk verholpen worden door het verkeer vanaf de Bosweg richting de Tunnelbak (rechtsaf) te faciliteren met een eigen rijstrook.

Het project bevindt zich nu in de fase dat de laatste hand gelegd wordt aan het Provinciale inpassingsplan. Het is hiervoor noodzakelijk het verkeerskundig onderzoek uit 2016 te actualiseren op basis van de meest recente verkeersprognoses en het meest recente verkeerskundig ontwerp. Het voorliggende rapport is het resultaat hiervan.

## 2 Doel en uitgangspunten

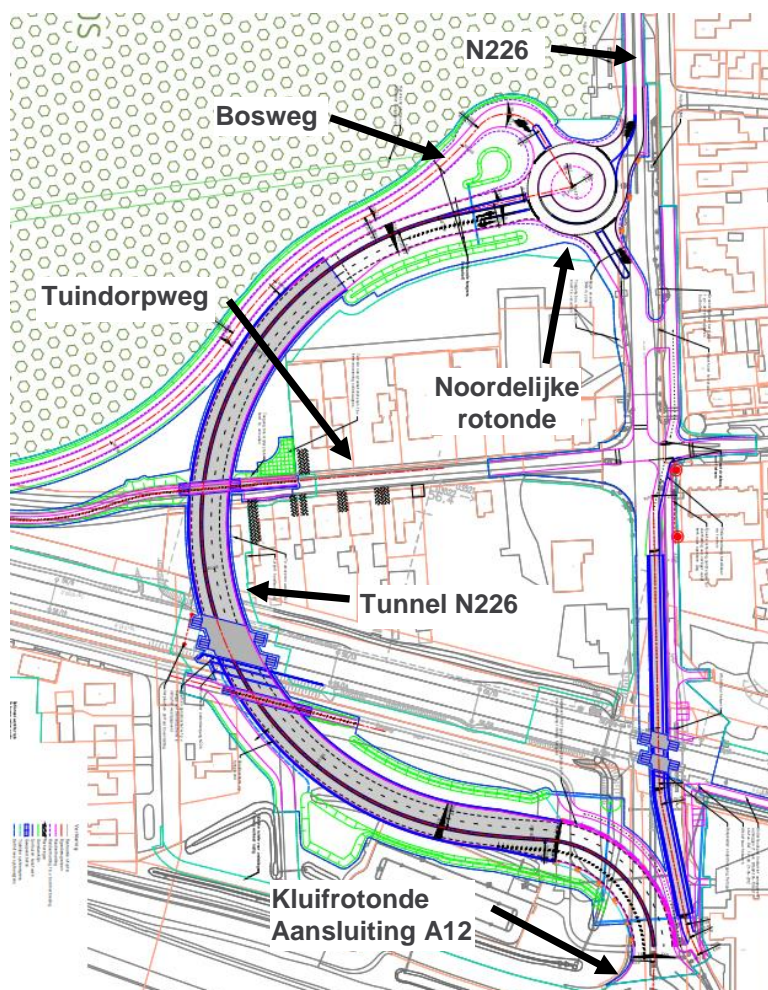
### 2.1 Doel opdracht

In het kader van de inpassingsplanprocedure moet onder andere inzicht worden gegeven in de effecten op de verkeersafwikkeling. In deze rapportage is beschreven wat het doorstromingseffect is in 2031 op basis van het meest actuele verkeerskundig ontwerp en de meest recente verkeersprognoses.

### 2.2 Verkeerskundig ontwerp

Onderstaand figuur toont het verkeerskundig ontwerp wat de basis is geweest voor dit onderzoek. Zichtbaar is:

- een dubbele rijstrook in de tunnel van zuid naar noord
- een enkele rijstrook in de tunnel van noord naar zuid
- dat de noordelijke rotonde een rotondevorm kent waarbij de tak vanuit de tunnel via 2 rijstrooken op de rotonde afgewikkeld wordt. De linker rijstrook is bestemd voor verkeer naar de Bosweg (richting Maarn). De rechter rijstrook is bestemd voor verkeer richting Maarsbergen en Woudenberg.
- dat de Tuindorpweg vanuit Maarn verlegd is naar de Bosweg. Het verkeer van/naar Maarn wordt via de noordelijke rotonde en de Bosweg geleid.



Figuur 2: Verkeerskundige vormgeving plan ondertunneling spoor Maarsbergen

### 2.3 Vraagstelling

De provincie Utrecht heeft Sweco gevraagd een modelstudie uit te voeren om de kwaliteit van de verkeersafwikkeling te beoordelen. De hoofdvraag van het onderzoek is: wat is de resulterende verkeersafwikkeling in termen van rijtijden en vertraging van het verkeerskundig ontwerp in planjaar 2031?

### 2.4 Verkeersmodel

Om de verkeersafwikkeling inzichtelijk te maken is een microsimulatiemodel toegepast. Het hier gebruikte pakket is Paramics. Met dit microsimulatiemodel worden individuele voertuigen en de interactie tussen deze voertuigen en hun omgeving gemodelleerd/gesimuleerd.

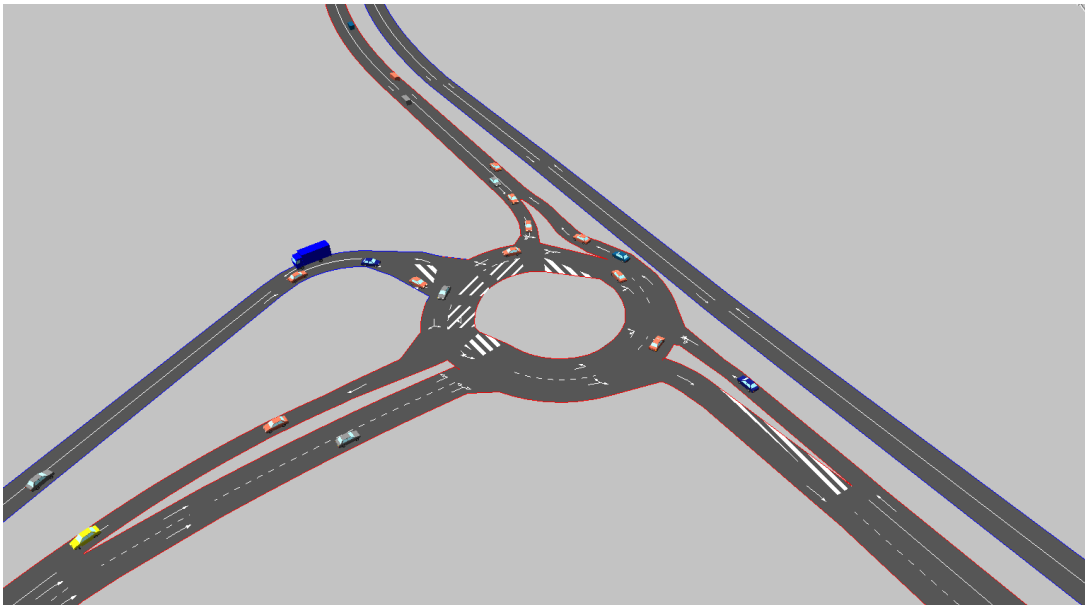
#### Voertuigen

Dit microsimulatiemodel houdt rekening met verschillende voertuigcategorieën (autoverkeer en vrachtverkeer) en hun karakteristieken, zoals optrek- afremsnelheden, volgafstanden en reactietijd.

#### Omgeving

Met de omgeving bedoelen we de beschikbare infrastructuur en de hiervoor vastgestelde normen zoals: geldende maximum snelheden, boogstralen, hellingspercentages, kruispunttypes (een rotonde geeft bijvoorbeeld een ander verkeersbeeld dan een geregeld kruispunt met een verkeerslicht). Al deze informatie is conform het aangeleverde verkeerskundig ontwerp in het microsimulatiemodel ingevoerd.

Onderstaande figuur geeft een indruk van het microsimulatiepakket dat is toegepast.



*Figuur 3: Impressie toegepast verkeersmodel (noordelijke rotonde)*

Tot slot is de hoeveelheid verkeer dat gesimuleerd wordt van belang. In de volgende paragraaf wordt hier verder op ingegaan.

## 2.5 Bepalen verkeersintensiteiten planjaar 2031

Alvorens met het microsimulatiemodel de verkeersafwikkeling inzichtelijk gemaakt wordt, is een herkomst en bestemmingsmatrix (HB-matrix) opgesteld. Deze herkomst- en bestemmingsmatrix geeft de omvang van de verkeersrelaties in het te modelleren gebied weer en is opgesteld voor het pronosejaar waarvoor de verkeersdoorstroming inzichtelijk gemaakt dient te worden. In dit geval is dat 2031.



Voor de bepaling van de verkeersintensiteiten in het planjaar 2031 is in eerste instantie de HB-matrix voor het basisjaar 2015 als uitgangspunt gehanteerd. Deze HB-matrix is geactualiseerd naar de huidige situatie (stap 1) op basis van recente telgegevens. Vervolgens is de verkeersgroei die voor het planjaar 2030 voorspeld wordt door het VRU-model versie 3.4 hierop toegepast (stap 2) en zijn handmatige correcties doorgevoerd voor de ruimtelijke ontwikkelingen die in de nabije omgeving gerealiseerd worden en niet in het VRU-model zijn opgenomen (stap 3). Tot slot zijn de HB-matrices opgehoogd van planjaar 2030 naar planjaar 2031 (stap 4).

Voor het verkrijgen van inzicht in de verkeersintensiteiten is voor de verschillende stappen inzichtelijk gemaakt wat de groei is op de vier wegvakken zichtbaar in figuur 4. Deze groei is vervolgens stapsgewijs in de HB-matrices verwerkt. Deze 4 stappen zijn hieronder verder uitgewerkt:

Figuur 4: Wegvakken voor bepaling verkeersgroei

### 1. Bepalen huidige verkeersintensiteiten

De volgende bronnen zijn gehanteerd om de huidige verkeersintensiteiten te bepalen:

- NDW-data 2018 exclusief de zomermaanden juli en augustus voor specifiek de ochtendspits (07:00 – 09:00) en de avondspits (16:00 – 18:00). Twee telpunten op de N226 nabij Maarsbergen zijn hiervoor beschikbaar.
  - Telpunt N226.31 (wegvak tussen de Griftdijk en de aansluiting op de parallelweg)
  - Telpunt N226.39 (wegvak tussen de zuidelijke toe-afrit van de A12 en de Maarnse Grindweg)
- Data uit de VRI van het kruispunt Tuindorpweg-Haarweg-N226. Voor dit onderzoek zijn de intensiteiten uit september 2018 gebruikt en geverifieerd aan de hand van intensiteiten uit het kentekenonderzoek (vier dagen in november 2018). Uit deze vergelijking bleek dat de intensiteiten op de Tuindorpweg uit twee verschillende bronnen consistent zijn. Hiermee is aangetoond dat de VRI-tellingen bruikbaar zijn voor dit onderzoek.
- Intensiteiten op de N226 zijn gebaseerd op de NDW-data. Intensiteiten op de Tuindorpweg en de Haarweg zijn gebaseerd op intensiteitdata uit de VRI.

## 2. Bepalen verkeersgroei 2018 -> 2030

Het VRU-model versie 3.4 is gebruikt om de verkeersgroei af te leiden naar het planjaar 2030. Het VRU-model is specifiek voor dit onderzoek geactualiseerd met de volgende informatie:

- Sociaal-economische gegevens van de gemeente Woudenberg planjaar 2030
  - Woudenberg aantallen woningen o.b.v. niveau 2015 + toevoeging Woudenberg-Oost (1.160 woningen)
  - Woudenberg aantallen arbeidsplaatsen op niveau planjaar 2030
- Sociaal-economische gegevens van Maarsbergen planjaar 2030
  - Maarsbergen aantallen woningen op niveau 2015
  - Maarsbergen aantallen arbeidsplaatsen op niveau 2015 + toevoeging Marezhof (90 woningen). 47 woningen hiervan waren eind 2018 reeds gerealiseerd.
- Ronde N224-N226 in capaciteit uitgebreid tot turboronde met by-passes
- Maximum snelheid Tuindorpweg en Haarweg binnen de bebouwde kom aangepast naar 30 km/uur. Dit was ten onrechte 50 km/uur. Dit is zowel in het basisjaar 2015 als in het planjaar 2030 gecorrigeerd.
- Vrachtverbod op het westelijke deel van de Haarweg vanwege uitbreiding bedrijventerrein Maarsbergen-Oost.

Met het resulterende model is een volledige modelrun voor het planjaar 2030 uitgevoerd waarbij ook de ritgeneratie en de ritdistributie opnieuw bepaald is.

## 3. Handmatige correcties in HB-matrices

- Toevoegen verkeersproductie Hotel Nuijssenborgh. Conform de verkeersberekening uitgevoerd ten aanzien van Bestemmingsplan Grote Bloemheuvel. (dd 24-01-2014). Het betreft 75 pae per spitsuur
- Toevoegen verkeersproductie realisatie 4,7 ha bedrijvigheid en 24 woningen conform verkeersberekeningen bestemmingsplan Maarsbergen (Verkeersintensiteiten; prognose, verdeling en advies, dd 5-11-2017)

## 4. Ophogen HB-matrices met een autonome verkeersgroei

Het VRU-model prognosticeerd het verkeer voor 2030. In deze studie doen wij onderzoek voor het planjaar 2031. Om te komen tot 2031-intensiteiten passen we een groeipercentage van 0,5%. Dit percentage is afkomstig uit de technische rapportage van het VRU 3.1 en is de gemiddelde jaarlijkse autonome groei voor de provincie Utrecht.



## 2.6 Resultaat verkeersgroei 2018 -> 2031

De resulterende verkeersintensiteiten voor het planjaar 2031 liggen hoger dan de huidige verkeersintensiteiten. In onderstaande tabellen is dit zichtbaar voor de vier wegvakken. Gemiddeld genomen is de verkeersgroei 32% in de ochtendspits en 30% in de avondspits.

Tabel 1: Ontwikkeling intensiteiten 2018 -> 2031 ochtendspits 07:00 – 09:00

2018			2031			Groei absoluut		Groei relatief	
Naam wegvak	Gebied in	Gebied uit	Naam wegvak	Gebied in	Gebied uit	Gebied in	Gebied uit	Gebied in	Gebied uit
Tuindorpweg	287	297	Bosweg	320	319	33	22	11%	7%
Haarweg	222	91	Zuidtak rotonde (Maarsbergen)	522	200	300	109	135%	119%
Noordtak (N226)	1075	1421	N226 Noord	1501	1662	426	241	40%	17%
Zuidtak (N226)	1309	653	N226 Zuid	1699	870	390	217	30%	33%

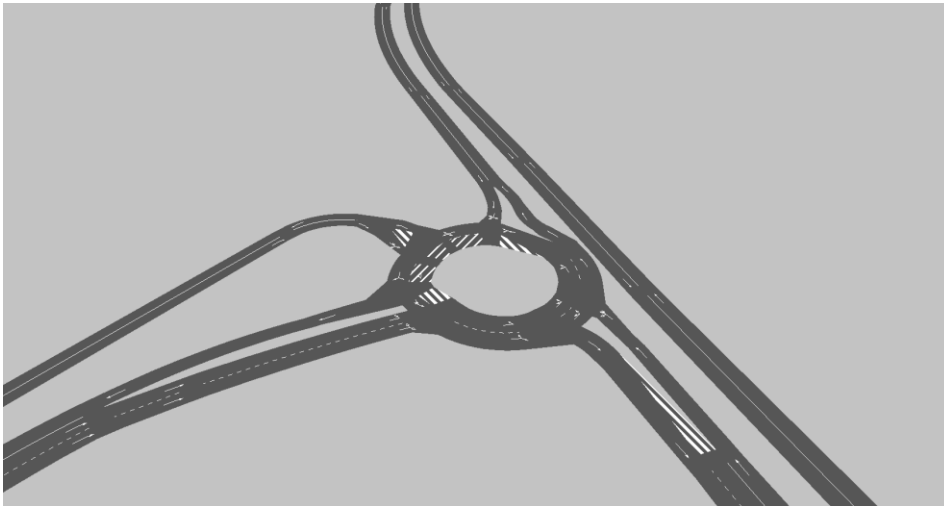
Tabel 2: Ontwikkeling intensiteiten 2018 -> 2031 avondspits 16:00 – 18:00

2018			2031			Groei absoluut		Groei relatief	
Naam wegvak	Gebied in	Gebied uit	Naam wegvak	Gebied in	Gebied uit	Gebied in	Gebied uit	Gebied in	Gebied uit
Tuindorpweg	599	228	Bosweg	731	302	132	74	22%	32%
Haarweg	194	160	Zuidtak rotonde (Maarsbergen)	398	285	204	124	105%	78%
Noordtak (N226)	1105	1382	N226 Noord	1255	1797	150	415	14%	30%
Zuidtak (N226)	767	1418	N226 Zuid	1042	1745	275	327	36%	23%

Met deze resulterende intensiteiten zijn de simulaties uitgevoerd van zowel de ochtend- als de avondspits. Intensiteitenplots met hierin ook zichtbaar de verkeersstromen op de noordelijke rotonde zijn opgenomen in bijlage 1 van dit rapport. Tevens zijn deze plots digitaal bijgevoegd.

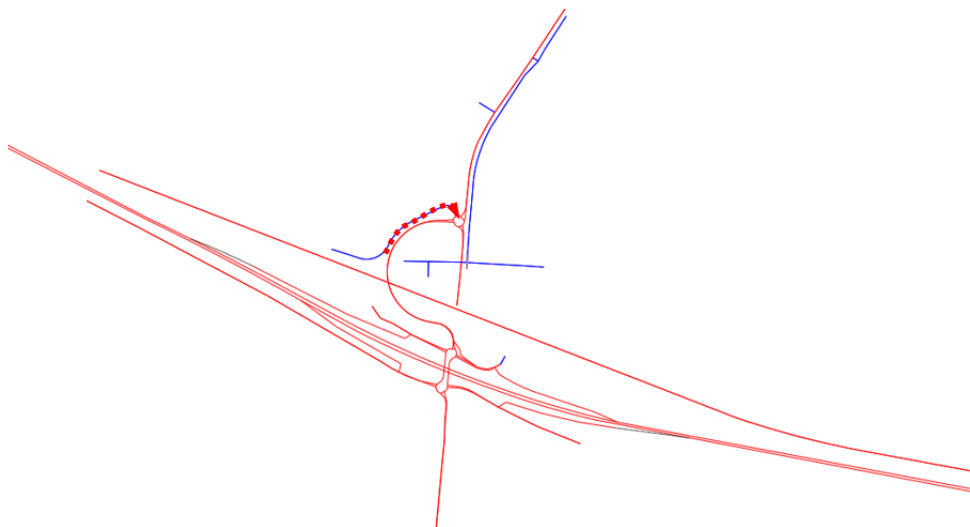
### 3 Resultaten dynamisch verkeersmodel

Het verkeerskundig ontwerp uit figuur 2 is overgenomen in het dynamisch model. Onderstaand figuur toont dit model waarbij ingezoomd is op de noordelijke rotonde.



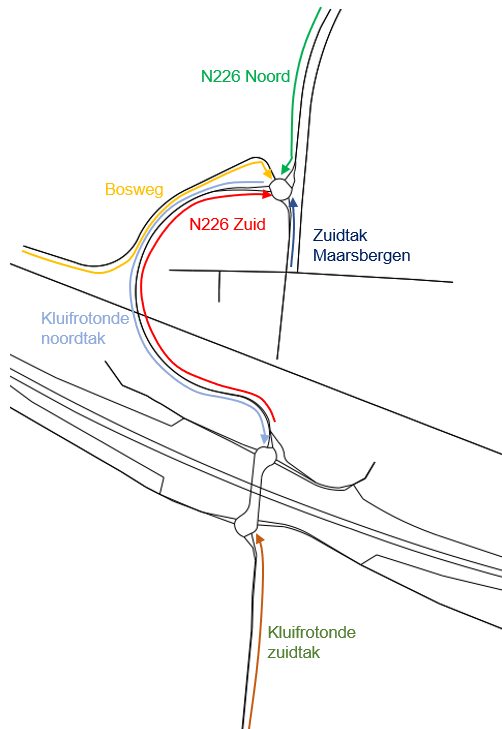
*Figuur 5: Weergave noordelijke rotonde in dynamisch model*

De simulatie toont aan dat het huidige verkeerskundig ontwerp voor het grootste gedeelte van de dag voor een vertragingvrije verkeersafwikkeling in het planjaar 2031 zorgt. Alleen in de avondspits ontstaan wachtrijen voor de noordelijke rotonde. Op de Bosweg wordt deze vertraging opgelopen. Onderstaand figuur geeft schematisch de wachtrij weer die in het model ontstaat. Deze wachtrij is maximaal 200 meter lang en levert in het drukste uur van de avondspits gemiddeld 75 seconden vertraging op.



*Figuur 6: Schematische weergave wachtrij in dynamisch model – ‘huidig verkeerskundig ontwerp’ drukste moment avondspits*

Binnen het gemodelleerde gebied is een rijtjedenanalyse uitgevoerd. Hiervoor zijn trajecten in het model aangemaakt. Deze zijn zichtbaar in figuur 7. Naast vertraging op de Bosweg zien we ook enige vertraging bij de aansluiting op de A12 bij de kluifrotonde. De vertraging in beide spitsen blijft hier beperkt tot gemiddeld 20 seconden.

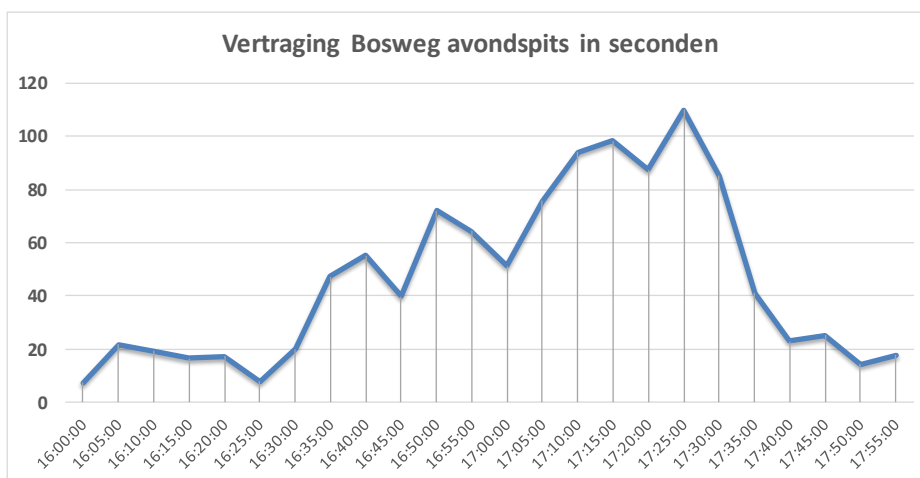


	Gemiddelde vertraging in drukste uur	
	Ochtendspits	Avondspits
N226 Zuid	<20 sec	<20 sec
N226 Noord	<20 sec	<20 sec
Zuidtak (Maarsbergen)	<20 sec	<20 sec
Bosweg	20 sec	75 sec
Kluifrotonde zuidtak	30 sec	30 sec
Kluifrotonde noordtak	30 sec	<20 sec

Figuur 7: Definitie trajecten t.b.v. analyse rijtijden

Tabel 3: Vertragingen in 2031 met huidige verkeerkundig plan

Wanneer we in detail kijken naar het verloop van de vertraging in de avondspits op de Bosweg, dan zien we dat in de 2-uursspitsperiode de vertraging varieert tussen de 10 seconden en 2 minuten. Het gemiddelde in het drukste uur is 75 seconden. De gemiddelde vertraging in de 2-uurs spitsperiode is 40 seconden.



Figuur 8: Verloop vertraging in de avondspits op de Bosweg

## 4 Doorstromingsmaatregelen

De modelresultaten tonen aan dat er in het planjaar 2031 de avondspits vertraging ontstaat op de Bosweg. De in Nederland geldende normen in het kader van doorstroming op ongeregelde kruispunten geven aan dat bij ontwerp van nieuwe infrastructuur gestreefd dient te worden naar een maximale vertraging van 20 seconden op een tak van een kruispunt. Met het overschrijden van deze norm komt de verkeersveiligheid in het geding. Dit heeft te maken met risiconemend gedrag van de weggebruiker door de opgelopen vertraging, zeker in het geval van een verkeerssituatie met relatief hoge intensiteiten. Dit is ook van toepassing op situaties waarbij voor rotondes voorrang verleend moet worden. Dit in tegenstelling tot een situatie waarbij de verkeersafwikkeling met verkeerslichten wordt geregeld. In een dergelijke 'geregelde' situatie weet de weggebruiker dat er een moment komt waarop men groen krijgt en is een langere wachttijd acceptabel.

De volgende criteria met betrekking tot vertraging in relatie tot verkeersveiligheid zijn van toepassing op de noordelijke rotonde:

- Vertraging < 20 seconden: acceptabele vertraging, er geen verhoogd risiconemend gedrag te verwachten -> geen extra maatregelen nodig
- Vertraging tussen 20 en 50 seconden: verhoogde kans op risiconemend gedrag -> maatregelen te overwegen
- Vertraging > 50 sec: grote kans op risiconemend gedrag -> maatregelen noodzakelijk

Omdat in het drukste uur van de avondspits het criterium van 50 seconden overschreden wordt zijn verkeersmaatregelen in 2031 noodzakelijk. Er is een aantal maatregelen te treffen ten behoeve van het verbeteren van de verkeersveiligheid ter plaatse van de noordelijke rotonde.

- In eerste instantie kan de capaciteit van de rotonde verhoogd worden. Extra capaciteit kan geboden worden door het verkeer vanaf de Bosweg richting de tunnelbak (rechtsaf) te faciliteren met een eigen rijstrook. In feite wordt op deze wijze een by-pass aan de rotonde toegevoegd. Het maatgevende conflict op de rotonde wordt hiermee dusdanig verlaagd dat vertraging op de rotonde voorkomen wordt.
- Als beheersmaatregel kan ook gedacht worden aan het plaatsen van een rotonde doseerinstallatie (RDI). Een verkeerslicht op de noordtak van de rotonde kan het verkeer voor een korte periode tegenhouden zodat het verkeer op de Bosweg afgewikkeld wordt zonder dat de vertraging hier oploopt tot het punt dat risico nemend gedrag door de weggebruiker overwogen wordt. Vertraging op de Bosweg wordt hiermee verminderd. Vertraging op de noordelijke tak van de rotonde neemt hierdoor echter toe. Vanwege het feit dat het hier (op dat moment) gaat over een geregelde situatie, is de kans op risiconemend gedrag hier minder groot.

Het voordeel van deze beheersmaatregel is dat na realisatie van de ongelijkvloerse spoor kruising en de noordelijke rotonde de verkeerssituatie gemonitord kan worden. De verwachting is op basis van de huidige verkeersprognoses dat de berekende vertraging pas tegen 2030 optreedt. Tot die tijd dient de verkeerssituatie ter plaatse en het verloop van de verkeersintensiteiten gemonitord te worden. Jaarlijks dient een nieuwe inschatting gemaakt te worden of en wanneer de vertraging gaat ontstaan waardoor de verkeersveiligheid in het geding komt.

## 5 Conclusies en advies

De provincie Utrecht heeft Sweco gevraagd een modelstudie uit te voeren om de kwaliteit van het verkeerskundig ontwerp op basis van de verkeersafwikkeling te beoordelen. De verkeersafwikkeling is hiervoor met een microsimulatiemodel inzichtelijk gemaakt. De hoofdvraag van het onderzoek is: wat is de resulterende verkeersafwikkeling in termen van rijtijden en vertraging van het verkeerskundig ontwerp in het planjaar 2031?

Hieronder zijn de conclusies opgesomd die getrokken zijn na het modelleren van het meest recente verkeerskundig ontwerp van de ongelijkvloerse de spoor kruising Maarsbergen voor het planjaar 2031 met een microsimulatiemodel.

- Het huidige verkeerskundig ontwerp zorgt voor het grootste gedeelte van de dag voor een vertragingsvrije verkeersafwikkeling in het planjaar 2031. Alleen in de avondspits ontstaat een wachtrij voor de noordelijke rotonde op de Bosweg. Deze wachtrij is maximaal 200 meter lang en levert in het drukste uur van de avondspits gemiddeld 75 seconden vertraging op. Deze vertraging overschrijdt de in Nederland geldende normen in het kader van doorstroming op ongeregelde kruispunten. Deze normen geven aan dat bij ontwerp van nieuwe infrastructuur gestreefd dient te worden naar een maximale vertraging van 20 seconden op een tak van een kruispunt en dat bij een vertraging van meer dan 50 seconden maatregelen noodzakelijk zijn. Met het overschrijden van deze norm komt de verkeersveiligheid in het geding. Dit heeft te maken met risiconemend gedrag van de weggebruiker door vertraging.
- De kluifrotonde bij de A12 wordt maximaal belast omdat een vrije doorstroming richting deze rotonde gecreëerd is. Er is geen sprake meer van de aanwezigheid van een verkeerslichteninstallatie die een doserende werking heeft. Op het drukste moment in de ochtendspits wordt hierdoor bij de kluifrotonde lichte vertraging waargenomen. Op zowel de noord- als de zuidtak is de gemeten vertraging gemiddeld tussen de 20 en 30 seconden.

Ons advies is om maatregelen te treffen ter verbetering van de verkeersveiligheid op de Bosweg ter hoogte van de noordelijke rotonde.

- In eerste instantie kan de capaciteit van de rotonde verhoogd worden. Extra capaciteit kan geboden worden door het verkeer vanaf de Bosweg richting de tunnelbak (rechtsaf) te faciliteren met een eigen rijstrook. In feite wordt op deze wijze een by-pass aan de rotonde toegevoegd. Het maatgevende conflict op de rotonde wordt hiermee dusdanig verlaagd dat vertraging op de rotonde voorkomen wordt.
- Als beheersmaatregel kan ook gedacht worden aan het plaatsen van een rotonde doseerinstallatie (RDI) in combinatie met het huidig verkeerskundig plan. Een verkeerslicht op de noordtak van de rotonde kan het verkeer hier een korte periode tegenhouden zodat het verkeer op de Bosweg afgewikkeld wordt zonder dat de vertraging hier oploopt tot het punt dat risiconemend gedrag door de weggebruiker overwogen wordt. Vertraging op de Bosweg wordt hiermee verminderd. Vertraging op de noordelijke tak van de rotonde neemt hierdoor echter toe. Vanwege het feit dat het hier (op dat moment) gaat over een geregelde situatie, is de kans op risiconemend gedrag hier minder groot.

- Na realisatie van het huidige verkeerskundig plan is het advies om de verkeersdoorstroming en de ontwikkeling van de intensiteiten jaarlijks te monitoring. Op basis hiervan kan een nieuwe inschatting gemaakt worden of en wanneer de vertraging gaat ontstaan waardoor de verkeersveiligheid in het geding komt. Bij deze analyse dienen ook de dan vigerende verkeersmodellen geraadpleegd/toegepast te worden. Beheersmaatregelen zoals een RDI kunnen zo tijdig voorbereid worden.



Avondspits: 16:00 uur – 18:00 uur

