

Verkeersveiligheidsonderzoek windturbine Oudenrijn

In opdracht van de Gemeente Utrecht en Rijkswaterstaat

1 oktober 2024 - Confidential

Contactpersoon

5.12.e

5.11.c

T +31

5.11.c

M

5.12.e

E

5.11.c

@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264

6800 AG Arnhem

Nederland

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
	Aanleiding	5
	Vraagstelling	6
	Onderzoeksopzet	6
	Onderzoeksteam	7
	Leeswijzer	7
2	Huidige situatie	8
2.1	Beschrijving kenmerken	8
2.1.1	Wegkenmerken	8
2.1.2	Verkeerskenmerken	11
	Intensiteiten	11
	Filevorming	13
2.2	Ongevalseanalyse	15
2.3	Rittenanalyse	20
2.3.1	Rijtaakanalyse	20
2.3.2	Beoordeling zwaarte rijtaak	25
2.3.3	Human factors analyse	31
2.4	Samenvatting	41
3	Effect windturbine	42
3.1	Inleiding	42
3.2	Zichtbaarheid windturbines	42
	Inleiding	42
3.3	Beschrijving ritten met windturbine	45
3.4	Samenvatting	53
3.5	Conclusies	59
4	Mitigerende maatregelen	60
4.1	Inleiding	60
4.2	Beschrijving kritische wegsegmenten	60

4.3	Erfact mitigerende maatregelen	61
	Wijziging positie windturbine	61
	Wijziging hoogte windturbine	63
	Visueel afschermen van de windturbine	64
	Continue zichtbaar maken van de windturbine	66
	Plaatsen van voorzieningen die de rijtaak faciliteren en daarmee verlichten	68
	Aanpassingen aan het wegontwerp- en inrichting	70
4.4	Voorstel pakket mitigerende maatregelen	73
4.5	Beoordeling pakket mitigerende maatregelen	78
4.6	Afleiding bij duisternis	78
4.7	Afleiding tijdens de bouwfase	79
5	Conclusies en aanbevelingen	81
	Colofon	101

1 Inleiding

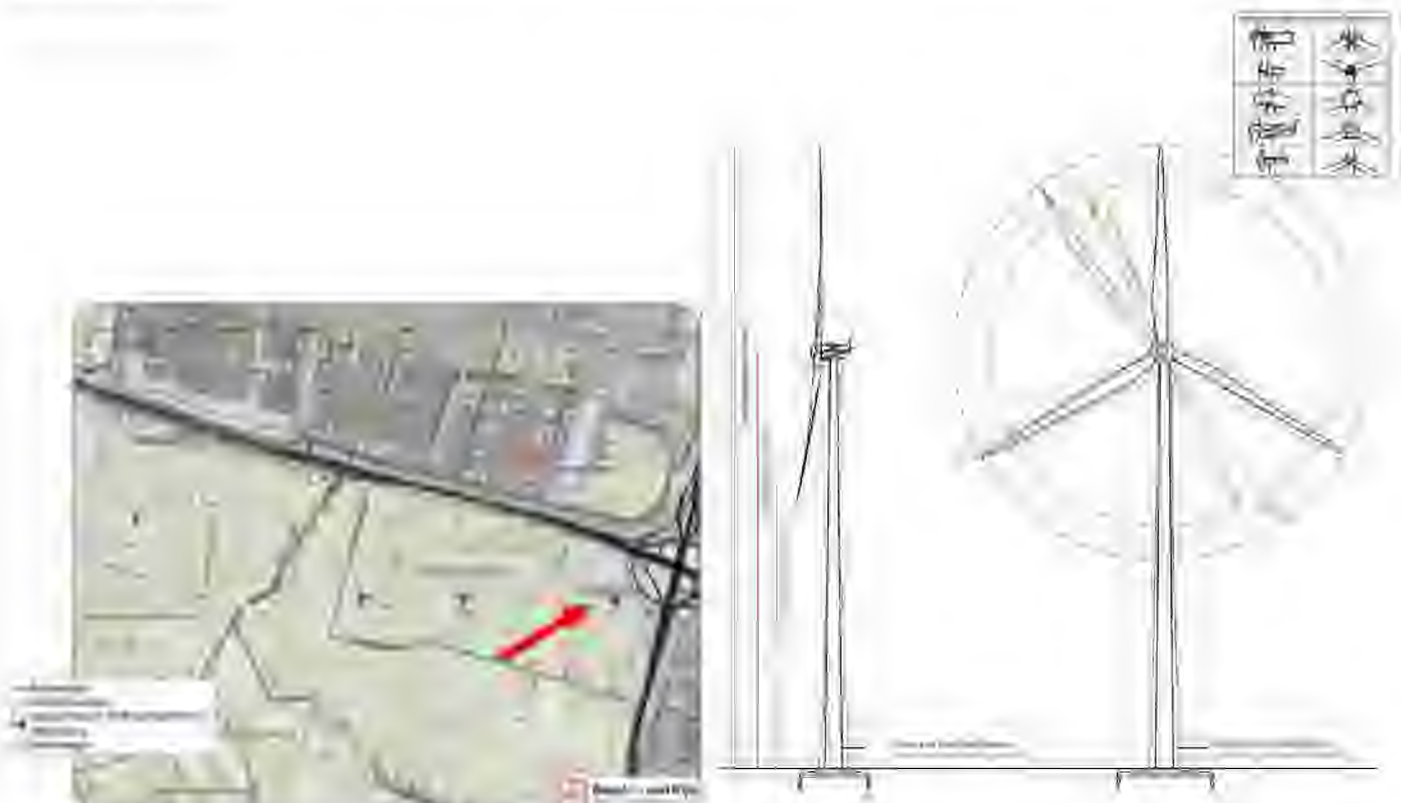
Aanleiding

Initiatiefnemer Rijn Energie heeft grondposities verkregen in de polder Rijnenburg waar ze in totaal vier windturbines op kunnen realiseren. De maximale tiphoogte bedraagt 270m, de ashoogte is tussen de 140 en 180m. De betekenis is dat (in theorie) de laagst mogelijke positie van een rotorblad 50m is (laagste ashoogte en langste rotorbladen).

Conform de beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatswerken van Rijkswaterstaat heeft de initiatiefnemer, in afstemming met gemeente Utrecht en Rijkswaterstaat, aanvullend onderzoek (inclusief visualisaties) laten uitvoeren naar effecten op de verkeersveiligheid.

Uit dit onderzoek blijkt dat de windmolen naast knooppunt Oudennijn (zie Figuur 1) zorgt voor dermate visuele afleiding dat dit een negatief effect heeft op de verkeersveiligheid, zowel permanent als tijdens de bouwphase. Het gaat hierbij voornamelijk om het verkeer op de verbindingshoog A2 vanuit Amsterdam naar A12 Amstern. Een tweede advies noemt een aantal mogelijke mitigerende maatregelen op en aan het HWN. Rijkswaterstaat heeft aangegeven dat deze maatregelen niet passen binnen de richtlijnen van een wegontwerp en niet leiden tot verbetering van de verkeersveiligheid.

Gemeente Utrecht en Rijkswaterstaat hebben afgesproken om een nieuw, uitgebreider en completer onderzoek uit te laten voeren om een duidelijker advies te krijgen over het effect van de meest oostelijke windturbine op de verkeersveiligheid.



Figuur 1 Locatie en dimensies van de windturbine nabij knooppunt Oudennijn

Vraagstelling

Het doel van het uitgebreidere vervolgonderzoek voor de meest oostelijk geprojecteerde windturbine, is om de effecten op de verkeersveiligheid (beter) in kaart te brengen.

Hiervoor zijn de volgende deelvragen geformuleerd:

- Wat is de huidige situatie van het knooppunt?
 - Wat is de huidige complexiteit van het knooppunt uitgedrukt in Human Factors.
 - Wat is de huidige rijtaakbelasting?
- Wat zijn de effecten van het plaatsen van een windturbine op de onderstaande onderwerpen?
 - Op het wegbeeld (wegontwerp, weginrichting en wegomgeving).
 - Op rijtaakbelasting en verkeersveiligheid.
- Wat zijn mitigatiemaatregelen die genomen zouden kunnen worden, wat is het beoogd effect en hoe haalbaar zijn deze?

De effecten op de verkeersveiligheid dienen beoordeeld te worden voor vier ritten door het knooppunt:

1. A12 rechts => A2 rechts (Gouda => Den Bosch)
2. A12 rechts => A2 links/A12 rechts (Gouda => Amsterdam/Arnhem)
3. A2 links => A2 links (Den Bosch – Amsterdam)
4. A2 rechts => A12 rechts (Amsterdam – Arnhem)



Figuur 2 Te beoordelen ritten door knooppunt Oudenrijn

Onderzoeksopzet

Het onderzoek is verdeeld in de volgende stappen:

1. Beschrijving van de kenmerken van de vier te onderzoeken ritten (weg- en verkeerskenmerken);
2. Ongevalsanalyse van de wegvakken die onderdeel uitmaken van de vier ritten;
3. Human factors analyse van de vier ritten; rijtaken, beoordeling van de zwaarte van de rijtaken en beoordeling op de human factors principes;
4. Analyse van het effect van de windturbine(s) op human factors en verkeersveiligheid aan de hand van videomontages;
5. Selectie en beoordeling mitigerende maatregelen (inclusief afleiding tijdens duisternis en in de bouwfase);
6. Conclusies en aanbevelingen.

Onderzoeksteam

Deze studie is uitgevoerd door een multidisciplinair onderzoeksteam:

- [REDACTED] (Arcadis), gecertificeerd verkeersveiligheidsauditor Rijkswegennet (tevens hoofdauteur van deze rapportage)
- [REDACTED] (Arcadis), gecertificeerd verkeersveiligheidsauditor Rijkswegennet
- [REDACTED] (Arcadis), ongevalsanalyses
- [REDACTED] (KeuzeWeg), verkeerspsycholoog
- [REDACTED] (TNO), research scientist human factors

De resultaten, conclusies en aanbevelingen in dit onderzoek zijn onafhankelijk vastgesteld door bovenstaand onderzoeksteam.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 van deze rapportage worden de kenmerken van de huidige situatie beschreven. Hoofdstuk 3 gaat in op het effect van de windturbine(s) op het rijgedrag en de verkeersveiligheid. De mitigerende maatregelen komen in hoofdstuk 4 aan bod. De conclusies en aanbevelingen zijn opgenomen in hoofdstuk 5.

2 Huidige situatie

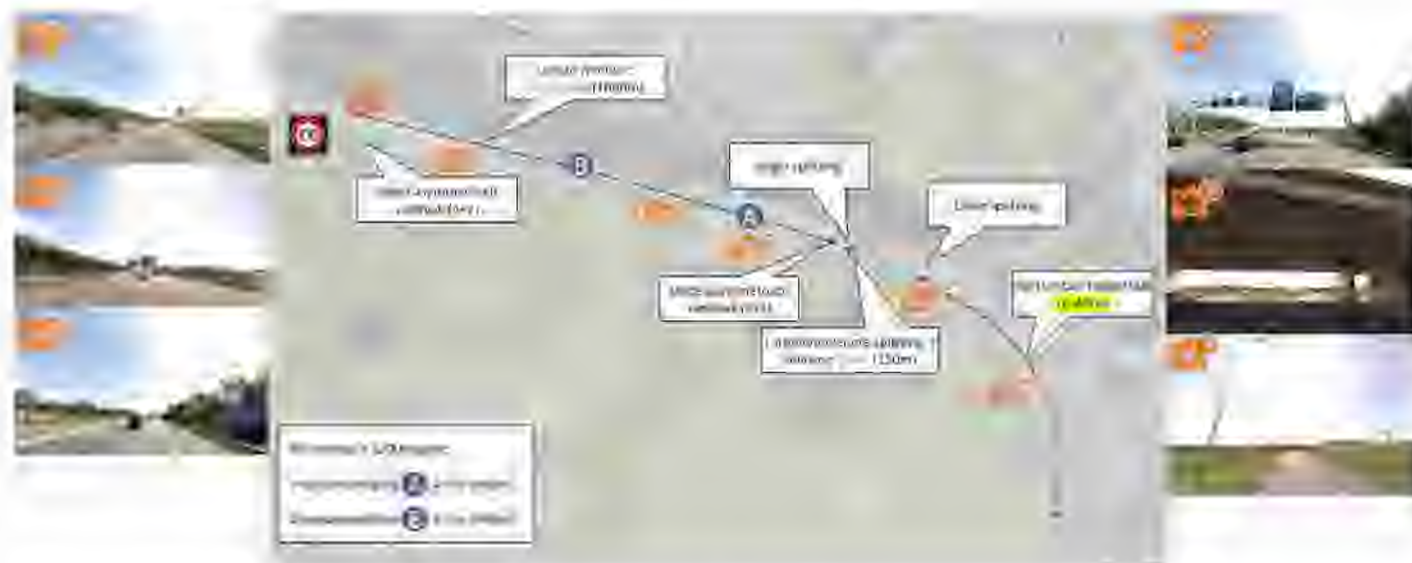
2.1 Beschrijving kenmerken

In dit hoofdstuk zijn de kenmerken beschreven van de wegelementen die onderdeel uitmaken van de 4 ritten. Na de toelichting op de wegkenmerken wordt ingegaan op de verkeerskenmerken. Deze beschrijving hangt samen met de rittenanalyse zoals opgenomen in paragraaf 2.3.

2.1.1 Wegkenmerken

De wegkenmerken zijn beschreven aan de hand van informatie uit Google Maps en Cyclomedia Street Smart en informatie uit de camera-opnames die gemaakt zijn op maandag 8 april 2024. In deze paragraaf zijn de belangrijkste kenmerken per rit samengevat in enkele figuren. De configuraties zijn getoetst aan de ontwerprichtlijnen (ROA 2019) voor de volgende aspecten: bewegwijzeringsafstanden, turbulentieafstanden en de aanwezigheid van (voldoende brede) vluchtstroken. In de figuren is tussen haakjes de benodigde lengte conform de richtlijnen weergegeven. De aanwezige lengte is in groen of rood weergegeven indien de aanwezige lengte respectievelijk wel of niet voldoet aan de lengte uit de richtlijnen. In bijlage A zijn nog aanvullende wegkenmerken opgenomen.

Gouda – Den Bosch



Figuur 1 Overzicht camera-opnames en beschrijving wegkenmerken voor rit 1 (van Gouda richting Den Bosch)

Toelichting

- Deze rit begint bij de toerit De Meern (foto 1). De toerit bestaat uit twee rijstroken, de hoofdrijbaan van de A12 heeft vier rijstroken.
- De toerit en hoofdrijbaan voegen samen tot een 6-strooks asymmetrisch weefvak, waarvan 3 rijstroken naar de hoofdrijbaan van de A12 gaan en 3 rijstroken naar de parallelbaan (foto 2 en 3). Het weefvak heeft een lengte van ca. 1250m, wat meer is dan het minimum voor deze configuratie (gebaseerd op bewegwijzeringslengtes). Op enkele honderden meters na het begin van het weefvak staat een geluidsscherm, waarachter begroeiing aanwezig is.
- Van de drie rijstroken op de parallelbaan gaat de rechterrijstrook over in de verbindingsweg naar Den Bosch (afvallende rijstrook). De turbulentieafstand tussen de splitsing (einde weefvak) en splitsing (afvallende rijstrook richting Den-Bosch) voldoet aan de ontwerprichtlijnen.
- De enkelstrooks verbindingsweg kruist de verbindingsweg Amsterdam – Arnhem onderlangs (foto 5) en bestaat uit twee krappere bogen met daartussen een ruimere boog (foto 6).

Gouda – Amsterdam



Figuur 4 Overzicht camera-opnames en beschrijving wegkenmerken voor rit 2 (van Gouda richting Amsterdam)

Toelichting:

- Deze rit gaat voor een groot deel (tot het begin van de parallelbaan) over dezelfde wegvakken als van de rit Gouda – Den-Bosch; voor deze wegvakken wordt dan ook verwezen naar de beschrijving van de vorige rit.
- Na de afvallende rijstrook richting Den-Bosch loopt de parallelbaan door met twee rijstroken.
- De uitvoeger richting Amsterdam gaat onder het centrale kunstwerk door. De uitvoeger is iets korter dan de richtlijnen voorschrijven en de vluchtstrook ontbreekt.
- De klaverblad is krap: er staan bochtschilden en er geldt een maximumsnelheid van 50 km/uur.
- Aan het einde van de klaverbladlus voegt de verbinding in op de tweestrooks parallelbaan van de A2.

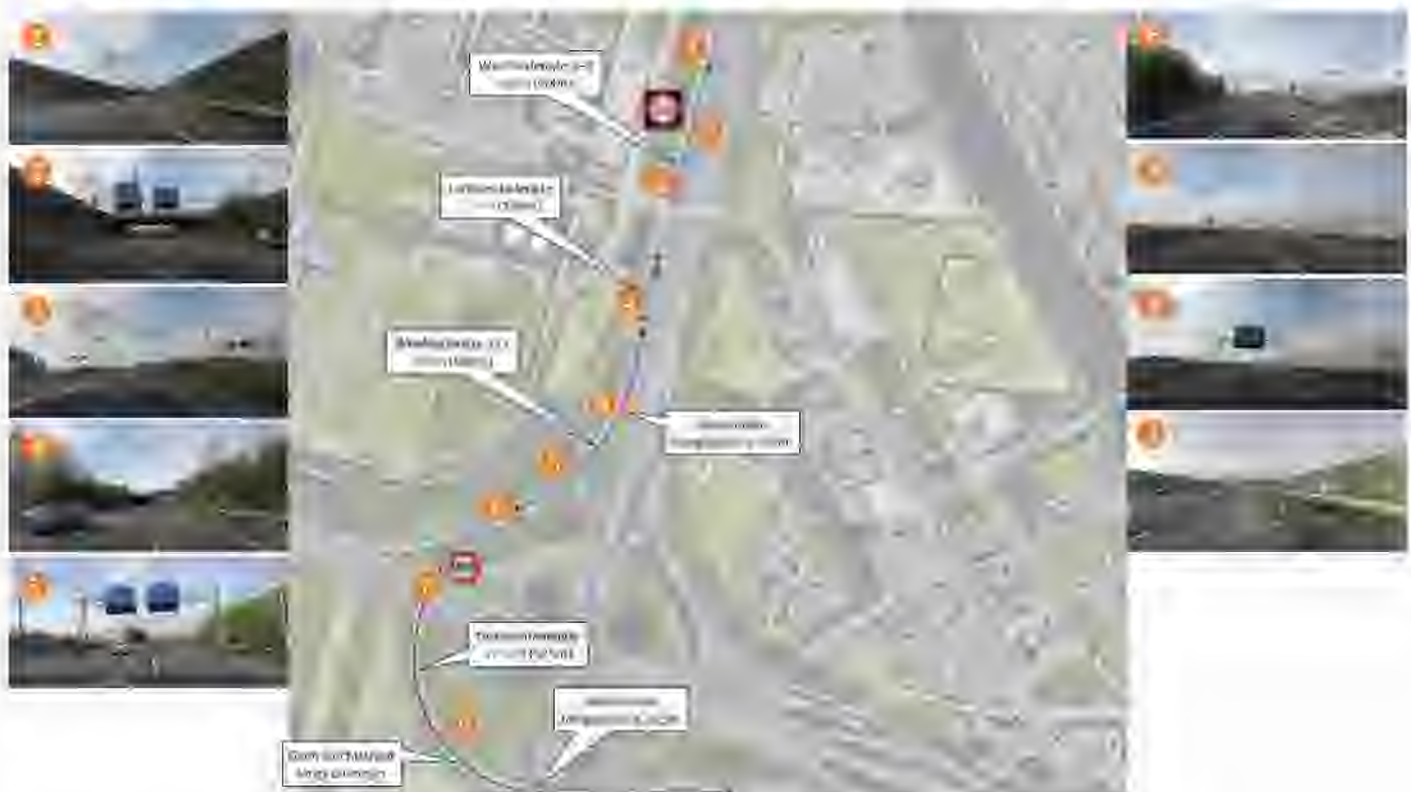
Den Bosch - Amsterdam



Figuur 5 Overzicht camera-opnames en beschrijving wegkenmerken voor rit 3 (van Den Bosch richting Amsterdam)

Toelichting:

- De twee rijstroken van de toerit Nieuwegeln (foto 4) voegen samen met de vier rijstroken van de twee. Na het afvallen van de rechterrijstrook splitst de A2 zich in een driestrooks hoofdrijbaan en een tweestrooks parallelbaan naar de A12 (foto 1).
- Verder stroomafwaarts op de hoofdrijbaan is de aftakking naar de parallelbaan van de A2. vormgegeven als een tapersplitsing (foto 2 en 3).
- De parallelbaan van de A2 splitst zich in een rijbaan naar de A12-oost (richting Arnhem) en de A12-west (richting Gouda).
- De turbulentielengtes op zowel de hoofd- als parallelbaan voldoen ruim aan minimale waarden uit de richtlijnen.

Amsterdam – Arnhem

Figuur 8: Overzicht camera-opnames en beschrijving wegkenmerken voor rit 4 (van Amsterdam richting Arnhem)

Toelichting:

- De rit begint stroomafwaarts van de Leidsche Rijn tunnel. De A2 bestaat hier uit een hoofd- en parallelbaan. Vanaf de hoofdrijbaan is er via een splitsing een doorsteek naar de parallelbaan (foto 9).
- De tweestrooks toerit van de aansluiting Leidsche Rijn (foto 1) voegt samen met de twee rijstroken van de parallelbaan tot een 2+2-strooks symmetrische weefvak (foto 2). Het weefvak is te kort voor een 2+2-strooks weefvak: het weefvak heeft een lengte van circa 450m en zou minimaal 800m lang moeten zijn. Het weefvak ligt in een rechtstand is aan beide zijden voorzien van geluidsschermen. Vlak voor het einde van het weefvak wordt de rijbaan gekruist door het Marinus van Tyrusviaduct.
- De twee linker rijstroken van het weefvak gaan over in een kort wegvak van circa 200m (foto 3) dat uitkomt op het volgende weefvak. Ter plekke van dit wegvak zijn er geen geluidsschermen meer aanwezig en is er sprake van een open wegbeeld met zicht op de andere rijbanen en de omgeving.
- Dit tweede weefvak is ook een symmetrische 2+2-weefvak (foto 4). Het weefvak is circa 550m lang en daarmee iets korter dan de ontwerprichtlijnen voorschrijven. Het weefvak is gelagen in een rechtsdraaiende boog met een boogstraal van circa 425m. Verkeer met bestemming Arnhem moet de twee linker rijstroken volgen; dit betekent dat het verkeer afkomstig van de parallelbaan 1 of 2 rijstrookwisselingen in de horizontale boog moet uitvoeren.

Op ongeveer driekwart van de lengte wordt het weefvak schuin gekruist door het viaduct van de verbindingsweg richting de A2 Den Bosch (foto 4).

Er zijn aan beide zijden van het weefvak bosschages aanwezig. Deze zijn onderbroken met open passages (foto 4, 5 en 6).

- Na het einde van het weefvak (keuzepunt richting Arnhem of Gouda) begint de linksdraaiende 2-strooks verbindingsweg richting Arnhem. Middels borden aan beide zijden van de rijbaan wordt een maximumsnelheid van 80 km/uur aangeduid (foto 6).

Ter hoogte van het kunstwerk over de A12 verandert het wegbeeld: de bosschages eindigen en de bestuurder heeft ruim zicht op de verbindingsoog en de wegomgeving (foto 7).

- Direct na het kunstwerk over de A12 begint de uitvoeger naar de parallelbaan van de A12 (foto 8). De uitvoeger is erg lang: circa 800m. Waar de vluchstrook op het kunstwerk extra breed is (vanwege een ruimtereservering voor een extra rijstrook), ontbreekt langs de uitvoeger de vluchstrook (foto 8).

De uitvoeger is gelegen in een krappe linksdraaiende boog met een boogstraal van circa 325m.

Voor het gedeelte tot aan de verbindingsoog Amsterdam – Arnhem geldt dat aan beide zijden lichtmasten aanwezig zijn. In de verbindingsoog is alleen verlichting aan de buitenzijde aanwezig.

2.1.2 Verkeerskenmerken

De verkeerskenmerken van de ritten zijn op de volgende wijzen in beeld gebracht.

- Intensiteiten op de meeklussen van het signaleringssysteem (vastgelegd in het bestand INWEVA) voor de ochtendspits en de avondspits. Hierbij is 55% van de 2-uursintensiteiten als drukste uur gehanteerd. De intensiteiten zijn afgezet tegen (kentallen voor) de capaciteit van de betreffende wegsegmenten. De capaciteiten zijn ontleend aan het Handboek Capaciteitswaarden Infrastructuur Autosnelwegen (Rijkswaterstaat WVL, 30 juli 2015). Resultante hiervan is de intensiteit/capaciteits-verhouding (I/C-verhouding). Bij een waarde van de I/C-verhouding boven 0,8 is er een grote kans op filevorming.
- Filebeelden op basis van Google Maps. Aan de hand van floating car data berekent Google gemiddelde rijksnelheden per wegsegment. Voor deze analyse is een typische donderdagochtend- en donderdagavondspits gebruikt.

Intensiteiten



Figuur 2 Intensiteiten en capaciteiten van de wegvakken van r11 en r12



Figuur 8 Intensiteiten en capaciteiten van de wegvakken van rit 3 (links) en rit 4 (rechts)

Toelichting:

- Over het algemeen zijn de intensiteiten in en rond knooppunt Oudenrijn hoog, zowel in de ochtend- als de avondspits.
- Het 6-strooks weefvak op de A12 tussen de aansluiting De Meern en knooppunt Oudenrijn heeft intensiteiten die dicht bij de capaciteit van het weefvak liggen, vooral in de avondspits.
- De parallelbaan van de A12 (relevant voor het verkeer richting Den Bosch en Amsterdam) kent geen capaciteitsprobleem.
- Aan de zuidkant van het knooppunt zijn de intensiteiten op de hoofd- en parallelbaan richting knooppunt Oudenrijn ook hoog, vooral in de ochtendspits. De I/C-verhouding blijft wel onder de kritische waarde van 0,8.
- Voor de wegvakken van de rit Amsterdam – Arnhem is de avondspits maatgevend. De I/C-verhouding op de verbindingsboog ligt in de range 0,6-0,7.

Filevorming

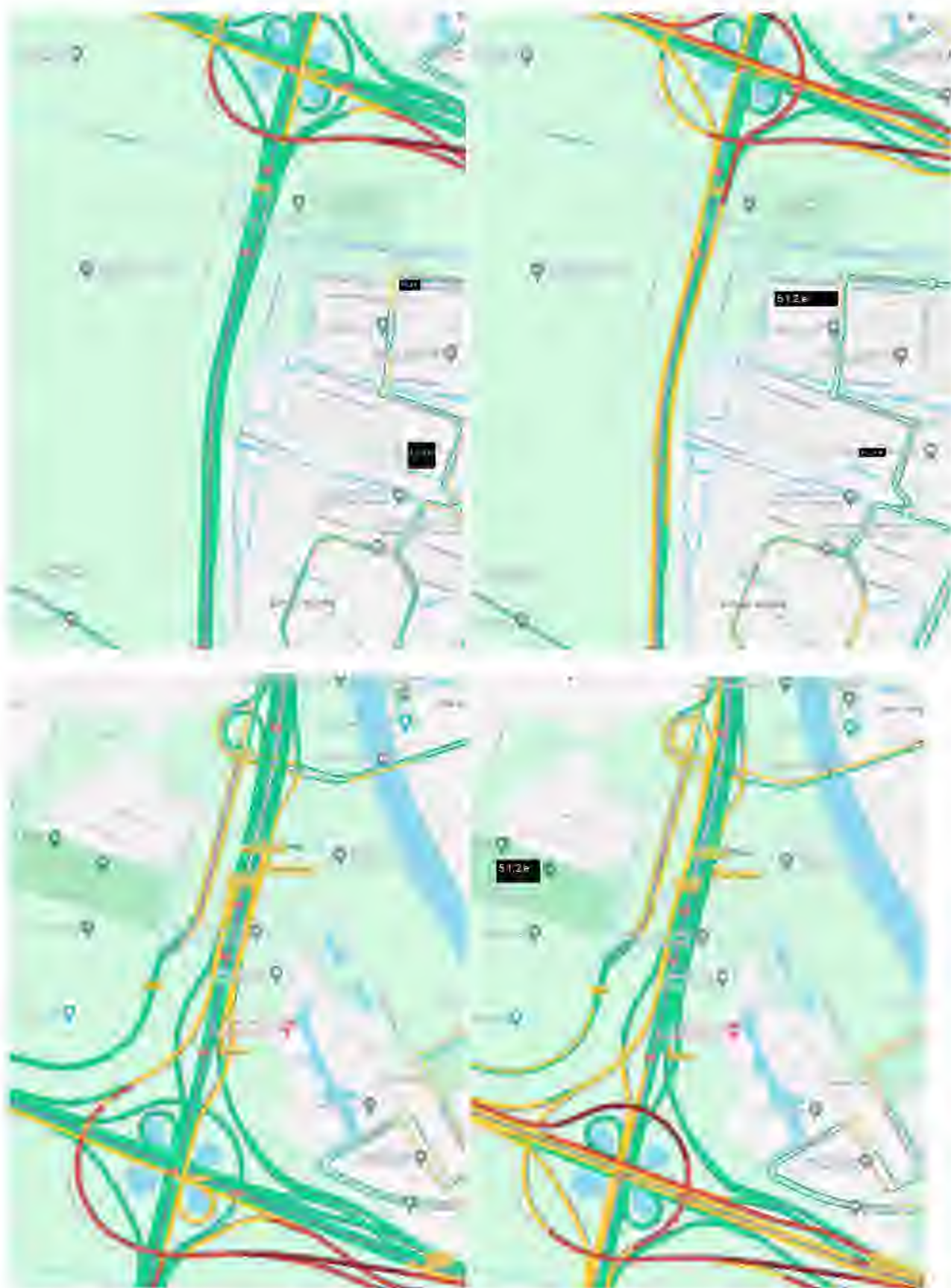
Op basis van informatie uit Google Maps is een globaal beeld samengesteld van de filevorming in en rond knooppunt Oudenrijn in de ochtend- en avondspits. Hiervoor is uitgegaan van de maatgevende dag (dinsdag en donderdag).



Figuur 9 Filevorming knooppunt Oudenrijn, ochtendspits



Figuur 10 Filevorming knooppunt Oudenrijn, avondspits



Figuur 11 Flevorming knooppunt Oudenrijn (links: ochtendspits, rechts: avondspits)

Toelichting

- Uit de figuren is te herleiden dat er aan de oostkant van knooppunt Oudennijr bottlenecks aanwezig zijn die voor terugslag van filevorming in het knooppunt zorgen.
- Dit leidt tot congestie op de verbindingsbaan Amsterdam – Arnhem inclusief het stroomopwaarts gelegen weelvak en op het weelvak tussen de aansluiting De Meern en knooppunt Oudennijr.
- In de avondspits treedt er ook fileterugslag op vanaf de A2 aan de zuidzijde van het knooppunt, wat tot filevorming leidt op de verbindingsweg Gouda – Den Bosch en het eerdergenoemde weelvak aan de westzijde van het knooppunt.
- Ook is te zien dat er in de ochtendspits op de klaverbladlus vanaf Gouda richting Amsterdam file staat dit is het gevolg van terugslag van file op de parallelbaan tussen knooppunt Oudennijr en de Leidsche Rijn tunnel.
- In de avondspits is er een bottleneck aan de westzijde van het knooppunt, wat tot filevorming op de verbinding Den Bosch – Gouda leidt. Deze file slaat terug tot op de parallelbaan van de A2 aan de zuidzijde van het knooppunt.

2.2 Ongevalsanalyse

Inleiding

Aan de hand van het landelijke bestand met ongevallen BRON (Bestand geRegistreerde Ongevallen) is voor de periode 2018 – 2022 een ongevalsanalyse uitgevoerd. Hierbij zijn alle ongevallen (Uitsluitende Materie Schade (UMS), letsel en dodelijk) meegenomen. Enkele belangrijke kanttekeningen hierbij:

- Er is sprake van onderregistratie van ongevallen. Hierbij geldt dat vooral UMS-ongevallen ondergerapporteerd zijn, waardoor het werkelijke aantal ongevallen hoger ligt.
- De locatie van de ongevallen is bij benadering en afhankelijk van de nauwkeurigheid van de registratie. Uit eerdere studies blijkt dat ongevallen vaak geclusterd worden op hele kilometers en dus niet altijd toegekend kunnen worden aan de betreffende locatie van registratie.

Vanwege bovengenoemde onderregistratie zijn er diverse initiatieven om op basis van andere bronnen ongevalstatistieken in beeld te brengen. In een van deze initiatieven registreren ambulancediensten (in dit geval RAVU) de ongevallen en delen deze gegevens. Via het MOVE-dashboard van VeiligheidNL zijn deze gegevens ontsloten. De RAVU-data is alleen beschikbaar voor de jaren 2022 en 2023. Niet alle ongevalskenmerken zijn vastgelegd en informatie over de exacte locatie ontbreekt vaak.

Omdat het niet te herleiden is of de RAVU-ongevallen aanvullend zijn op de BRON-ongevallen, zijn beide databronnen separaat gepresenteerd. De tabellen met ongevalskenmerken en toelichtingen zijn alleen gebaseerd op de BRON-ongevallen.

Rit 1: Gouda – Den Bosch



Figuur 12 Ongevallenbeeld rit 1 Gouda – Den-Bosch

Toelichting:

- Op de rit van de A12 naar de A2 is te zien dat er verspreid over het 6-strooks weefvak meerdere ongevallen hebben plaatsgevonden: in totaal gaat het om 46 ongevallen.
- Clusters van ongevallen zijn geregistreerd aan het begin van het weefvak en halverwege het weefvak. Dit is echter op hele kilometers: het vermoeden is dat de ongevallen meer gespreid hebben plaatsgevonden over het weefvak.
- Van de 46 ongevallen zijn er 9 ongevallen met letsel (ziekenhuiscgewonden).
- In onderstaande tabel is de aard van het ongeval opgenomen:

	Seventhal	Flare	Amersfoort	Utrecht	Groenland	Totaal
55,0		4	6		1	11
55,3			1	1	1	3
55,6		1				1
55,7			1		1	2
55,8			1		1	2
55,9			1			1
56,0			9		6	15
56,1					1	1
56,2		2				2
56,3			1			1
56,4			1			1
56,6			1			1
56,8			1			1
56,9		1	1			2
57,5					1	1
57,6	1					1
TOTAAL	1	8	24	1	12	46

- Het grootste deel van de ongevallen betreft kop-staart en flankongevallen. Waarschijnlijke verklaringen zijn de filevorming op het weefvak (als gevolg van terugslag vanaf de A12 ten oosten van het knooppunt) en de vele rijstrookwisselingen op het complexe weefvak.

Rit 2: Gouda – Amsterdam



Figuur 13 Ongevallenbeeld rit 2 Gouda – Amsterdam

Toelichting:

- Deze rit gaat tot aan de uitvoeger naar de verbindingsweg naar Den Bosch over dezelfde wegvakken: het ongevallenpatroon is voor dit deel dan ook gelijk aan de vorige rit.
- Op het vervolg van de parallelbaan vinden verspreid enkele ongevallen plaats. Ook aan het begin van de klaverbladlus en aan het einde van de lus bij de invoeger op de parallelbaan van de A2 vinden enkele ongevallen plaats.
- Van de ongevallen die op de parallelbaan en in de klaverbladlus plaatsvinden is de aard van het ongeval niet bekend.

	km 64,0	km 64,5	km 65,0	km 65,5	km 66,0	km 66,5
55,0	4	6		1		11
55,3		1	1	1		3
55,6	1					1
55,7		1		1		2
55,8		1		1		2
55,9		1				1
56,0		9		6		15
56,1				1		1
56,2	2					2
56,3		1				1
56,4		1				1
56,9		1				1
57,1	1					1
57,2					1	1
57,7	1					1
57,8				1		1
57,9				1		1
63,7		1				1
63,8	1					1
TOTAAL	10	23	1	13	1	46

Rit 3: Den Bosch – Amsterdam



Figuur 14 Ongevallenbeeld rit 3 Den-Bosch - Amsterdam

Toelichting:

- Aan het einde van het weefvak tussen de toerit Nieuwegein en de splitsing van de hoofd- en parallelbaan op de A2 is een cluster van ongevallen zichtbaar (2+4 ongevallen).
- Het cluster van 11 ongevallen ligt precies op km 65,0. Ook van deze ongevallen is niet met zekerheid te zeggen dat ze hier hebben plaatsgevonden.
- Van de in totaal 24 ongevallen hebben er 4 ongevallen geresulteerd in (ernstig)letsel.

Opmerking: voor de meeste ongevallen is de zogenaamde dvk-letter niet geregistreerd. Dit betekent dat niet te herleiden is of het ongeval op de hoofd- of parallelbaan heeft plaatsgevonden.

	Formator	Ritnr	Gepasseerd	Opgehoofd	Volgzaam	Erkentijd	Maat voorrang	
54,4						1		1
54,6		1						1
54,7						1		1
54,8				1				1
54,9				1				1
55,0	2			5		3	1	11
55,3			1					1
55,6						1		1
55,7				1	1	2		4
55,9				1			1	2
TOTAAL	2	1	1	9	1	8	2	24

- Voor de aard van de ongevallen geldt dat het in de meeste gevallen om kop-staart ongevallen gaat (van een aanzienlijk deel van de ongevallen is de aard van het ongeval niet bekend).

Rit 4: Amsterdam – Arnhem



Figuur 15 Ongevallenbeeld rit 4 Amsterdam - Arnhem

Toelichting:

- Verspreid over de hele rit zijn er enkele ongevallen geregistreerd.
- Ter plaatse van het tweede weefvak (in de horizontale boog) is een kleine concentratie zichtbaar.
- Ook aan het begin van de uitvoeger op de verbingsboog hebben zich meerdere ongevallen voorgedaan.

	Segment	Rijbaan	Analyseniveau	Ontbrekend	Totaal	Segment
57,6	1					1
52,5			1			1
52,9			1			1
52,7			1			1
52,9			1			1
63,1					1	1
63,3				1		1
63,4		1			1	2
63,9					1	1
64,0					1	1
64,3		1		1		2
64,5					1	1
64,8			1			1
TOTAAL	1	2	5	2	5	15

2.3 Rittenanalyse

2.3.1 Rijtaakanalyse

Voor de vier ritten is een zogenaamde rijtaakanalyse uitgevoerd. Voor de verschillende segmenten van de ritten is bepaald welke rijtaak de bestuurder dient uit te voeren. De rijtaakanalyse is een basis voor de beoordeling van de zwaarte van de rijtaak (zie volgende subparagraaf). Naarmate een bestuurder meer rijtaksen tegelijk of kort na elkaar moet uitvoeren, resulteert dit in een zwaardere rijtaak.

Om het analyseren van de rijtaak onderscheiden we drie verschillende niveaus: strategisch, tactisch en operationeel. Operationele taken zoals gas geven, remmen en koershouden worden vrijwel automatisch uitgevoerd. Dit vergt weinig bewuste aandacht maar heeft wel een hoge urgentie bij fouten op dit niveau. Het tactisch niveau (manoeuvreniveau) heeft betrekking op rijstrookwisselingen, afstand houden en inhaalmanoeuvres. Kenmerkend voor de rijtaak op dit niveau is een soort wederkerende combinatie van meerdere taken. Zo kent een rijstrookwisseling een typisch schema van kijken, richting aangeven en een stuurbeweging. De complexiteit van deze handelingen is groter dan op het operationele niveau. Het strategisch niveau betreft de planning van een verplaatsing en het volgen van een route naar een bestemming. Dit vergt de meeste bewuste aandacht. Strategische fouten kunnen leiden tot bijvoorbeeld onnodig. Dit heeft doorgaans geen directe gevolgen, tenzij weggebruikers op het laatste moment nog proberen te corrigeren en dan gevaarlijke manoeuvres maken. Strategische fouten kunnen ook ernstige gevolgen hebben, bijvoorbeeld wanneer men besluit een auto te gaan besturen terwijl men onder invloed is, of erg vermoeid is.

Op sommige segmenten worden specifieke taken gevraagd van een bestuurder, denk aan routekeuze en rijstrookwisselingen op een weefvak. Andere taken zijn generiek en kunnen op alle segmenten voorkomen, denk aan inhalen (op meersprooks rijbanen), koers houden of remmen. In de weergave van de taken hebben we onderscheid gemaakt in generieke taken en taken specifiek voor een bepaald wegsegment (deze laatste categorie is vetgedrukt weergegeven).

Rit 1: Gouda – Den Bosch



Figuur 16 Rijtaken rit 1 Gouda - Den-Bosch

Toelichting:

- Stroomafwaarts van de toent De Meern begint het 6-strooks asymmetrische weefvak (2a en 2b) waarop weggebruikers moeten kiezen tussen de hoofdrijbaan van de A12 of de A2 (inclusief parallelbaan van de A12).
- Verkeer komende uit de richting Gouda met een bestemming in de richting Den Bosch, moet 1, 2 of 3 rijstrookwisselingen uitvoeren (afhankelijk van positie op de rijbaan). Het verkeer op de toent De Meern (1b) hoeft op het weefvak niet van rijstrook te wisselen (kan wel alvast voorsorteren naar de rechterrijstrook die overgaat in de verbindingsweg naar de A2).
- Na de splitsing van de A12 hoofdrijbaan en de A2 gaat de rechterrijstrook van de drie rijstroken (4) over in de verbindingsweg naar de A2 richting Den Bosch (5); verkeer dat zich niet op de rechterrijstrook bevindt, moet van rijstrook wisselen.

Rit 2: Gouda – Amsterdam



Figuur 17 Rijtaken rit 2 Gouda - Amsterdam

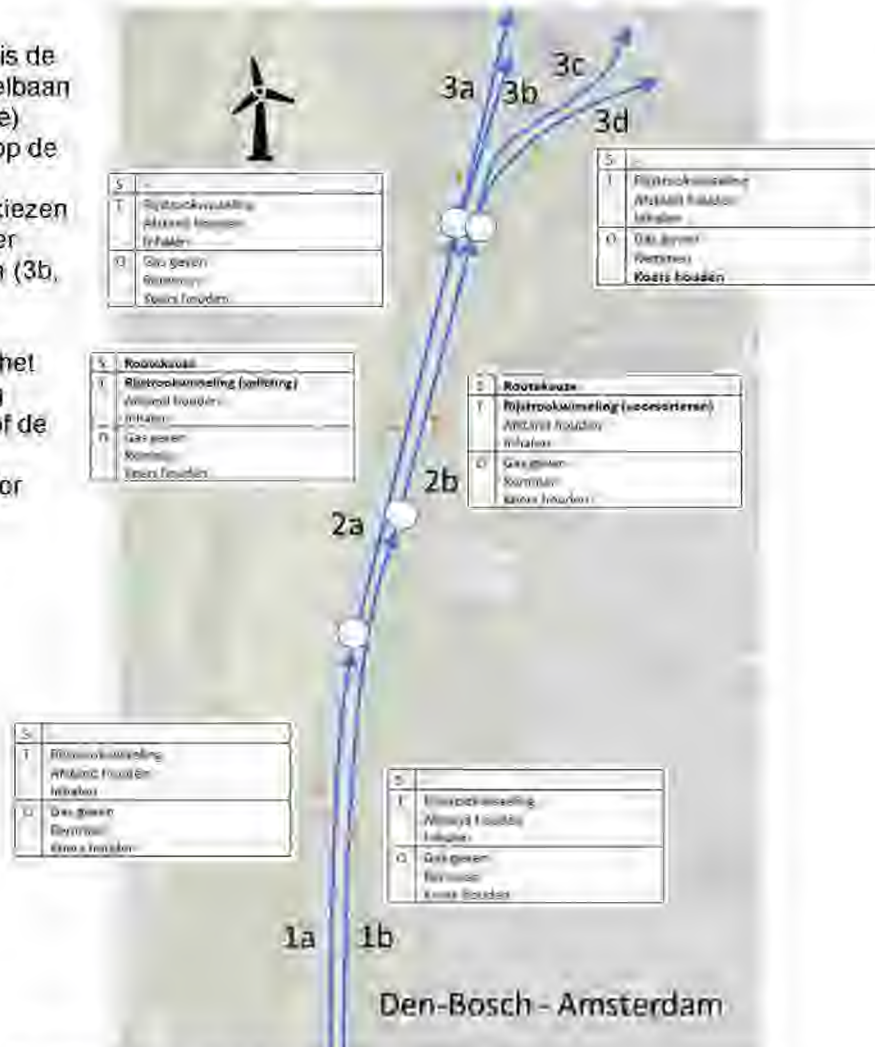
Toelichting:

- Een groot deel van de rit komt overeen met de rit Gouda – Den Bosch; na het splitsingspunt A12/A2 neemt het verkeer een andere route (zie voor toelichting op het eerste deel van de rit de beschrijving van Gouda – Den Bosch)
- Stroomafwaarts van de splitsing naar de verbindingsweg richting Den Bosch blijft het verkeer op de parallelbaan (4 en 5). Vlak voor het centrale kunstwerk in het knooppunt moeten bestuurders richting Amsterdam uitvoegen (6) naar de klaverbladlus (7). Vanwege de krappe boogstraal van de klaverbladlus zullen weggebruikers op de uitvoegstrook al remmen.

Rit 3: Den Bosch – Amsterdam

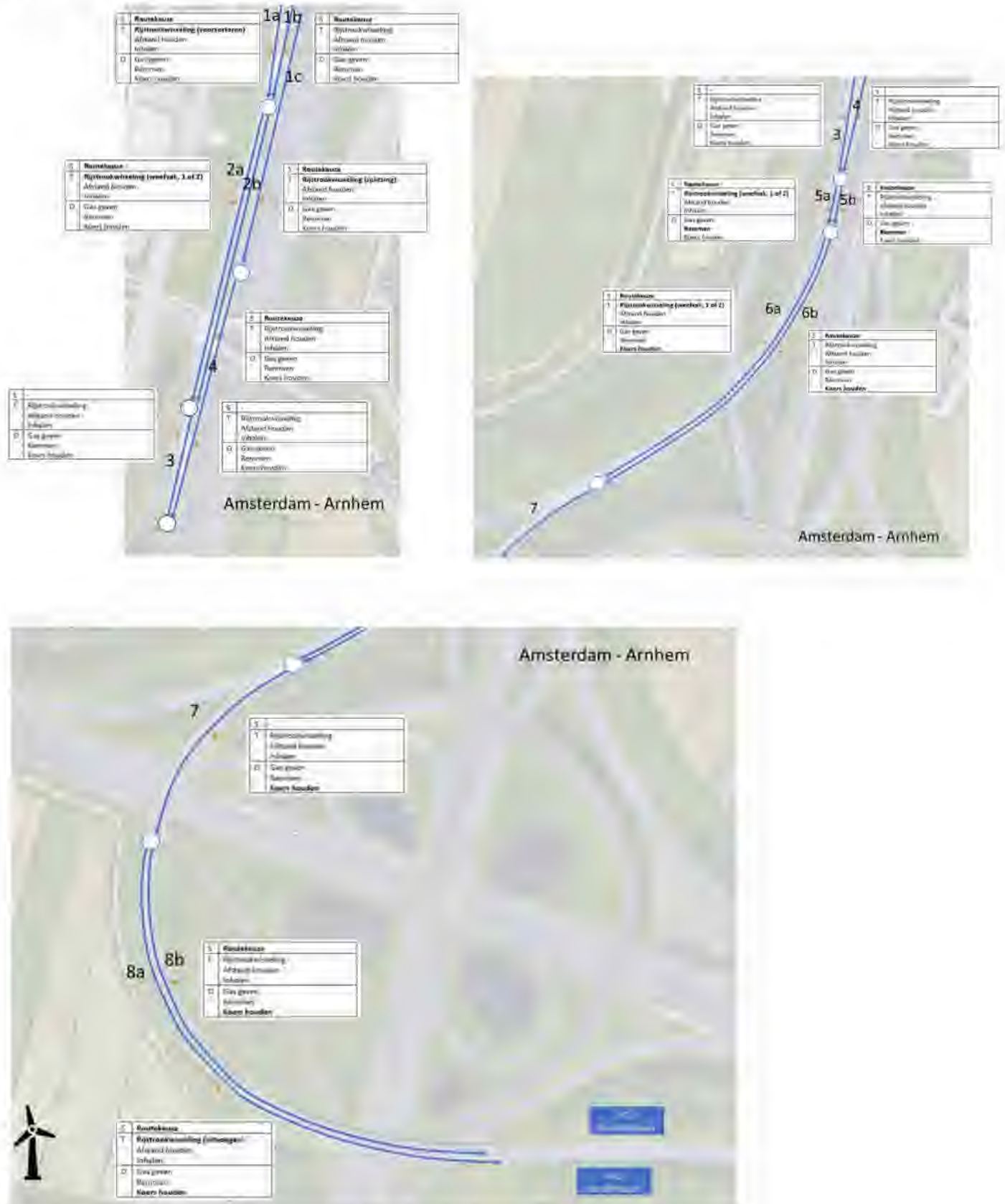
Toelichting:

- Ver stroomopwaarts van knooppunt Oudernijn is de splitsing van de hoofdrijbaan (A2) en de parallelbaan (A12) gelegen (niet weergegeven op het kaartje)
- Net na de ruime rechtsdraaiende boog begint op de hoofdrijbaan de blokmarkering van de rijbaansplitsing (2a); bestuurders moeten hier kiezen voor de A2 hoofdrijbaan (3a, doorgaand verkeer richting Amsterdam) of voor de A2 parallelbaan (3b, de aansluitingen Utrecht Papendorp, Utrecht-Langerak, Utrecht-Centrum en Maarssen).
- Op de parallelbaan van de A2 (ten zuiden van het knooppunt) moeten bestuurders op de splitsing (2b) kiezen voor de A12 richting Arnhem (3d) of de A12 richting Gouda (3c).
- Na dit keuzepunt volgen krappe bogen waarvoor snelheidsaanpassing noodzakelijk is.



Figuur 18 Rijtaken rit 3 Den-Bosch - Amsterdam

Rit 4: Amsterdam – Arnhem



Figuur 19 Rijtaken rit 4 Amsterdam – Arnhem

Toelichting

- Op het eerste gedeelte van de rit moeten bestuurders (op de parallelbaan) een routekeuze maken op het weefvak (2a) tussen de samenvoeger met de toent Langerak (1a) en de splitsing Arnhem/Den Bosch. Op de hoofdrijbaan is een splitsing aanwezig (1c, afvallende rijstrook); bestuurders richting Arnhem moeten hier de rechte rijstrook kiezen.
- De verbindingen vanaf de hoofd- en parallelbaan komen bij elkaar in een volgend weefvak (6a en 6b), waarbij er gekozen moet worden voor de richting Arnhem of Gouda. Dit weefvak ligt in een krappe rechtsdraaiende boog waarvoor een snelheidsaanpassing noodzakelijk is.
- Na het weefvak kruist de verbindingsweg richting Arnhem de A12 hoog. Net na dit kunstwerk begint, in de horizontale linksdraaiende boog, de uitvoeger (8a) naar de parallelbaan van de A12. Het doorgaande verkeer richting Arnhem (8b) kan op de verbindingsweg blijven rijden om de hoofdrijbaan van de A12 te bereiken.

2.3.2 Beoordeling zwaarte rijtaak

Op basis van de informatie en beschrijvingen uit de vorige paragrafen, is per segment een beoordeling van de zwaarte van de rijtaak gedaan. Hierbij is de zwaarte van de rijtaak ingedeeld in drie categorieën: 'gemiddeld' (groen), 'hoog' (geel) en 'erg hoog' (rood).

Bij de (subjectieve) beoordeling van de zwaarte van de rijtaak is rekening gehouden met de volgende aspecten:

- De zwaarte van rijtaak zal niet voor elke individuele weggebruiker gelijk zijn, dit zal afhangen van onder meer ervaring, voertuig (vrachtauto, personenauto, motor) en fysieke gesteldheid (wel/niet vermoeid). In deze beoordeling gaan we uit van een 'gemiddelde' bestuurder van een personenauto. Indien de rijtaak voor een bestuurder van een ander type voertuig specifieke aandacht behoeft, dan is dit in de toelichting opgenomen.
- Complexiteit van de configuratie: een (kort) weefvak met veel rijstroken zorgt voor een zwaardere rijtaak dan een eenvoudig segment waarop geen lastige manoeuvres noodzakelijk zijn.
- Stapeling van taken: wanneer meer handelingen gelijktijdig of vlak na elkaar noodzakelijk zijn (denk aan van rijstrook wisselen en door een krappe boog rijden), dan zorgt dit voor een hogere taakbelasting.
- Verkeerssituatie: indien een segment een hoge intensiteit/capaciteit verhouding heeft, betekent dit dat er weinig ruimte is om manoeuvres uit te voeren (zoals van rijstrook wisselen) en de aandacht die benodigd is voor de operationele rijtaak (afstand houden) groter is.
- De individuele segmenten worden beoordeeld in de worst-case situatie (doorgaans de drukste spitsperiode).
- Naast de beoordeling per segment is er ook gekeken naar de zwaarte van de rijtaak over de gehele rit; hierron worden ook aspecten als afstanden tussen beslispoints en (opeenvolging van) turbulentieafstanden meegenomen.

Rit 1: Gouda – Den Bosch



Figuur 20 Zwaarte rijtaak rit 1 Gouda - Den Bosch

Toelichting:

- Het weefvak stroomopwaarts van knooppunt Oudenrijn heeft een hoge laakbelasting. De combinatie van het grote aantal rijstroken (6 in totaal) de asymmetrische vormgeving ($4+2 \Rightarrow 3+3$) en de hoge intensiteiten in zowel de ochtend- als avondspits maken dat dit een lastig wegvak is voor de weggebruikers. Congestie (terugslag van de bottlenecks op de parallelbaan en de verbindingsweg naar Den Bosch) heeft daarbij nog een extra verzwarend effect. Hierbij speelt het een rol dat congestie vaak op een deel van de rijstroken aanwezig is, wat leidt tot snelheidsverschillen tussen de verschillende rijstroken.
- Verkeer met een herkomst uit de richting Gouda heeft de meest complexe rit: dit verkeer moet (minimaal) twee keer van rijstrook wisselen om de verbindingsweg naar Den Bosch te bereiken. Vanwege het beperkte zicht en manoeuvreerbaarheid geldt dit in het bijzonder voor vrachtverkeer.

Op de opeenvolging van wegelementen zijn geen bijzonderheden van toepassing: na het weefvak is er voldoende afstand tot de uitvoeger. De configuratie is logisch.

Rit 2: Gouda – Amsterdam



Figuur 21 Zwaarte rijtaak rit 2 Gouda - Amsterdam

Toelichting:

- Het eerste gedeelte van de rit (tot aan het begin van de parallelbaan) is identiek aan de rit Gouda – Den Bosch: hiervoor geldt dus dezelfde inschatting van de zwaarte van de rijtaak.
- Ter hoogte van het centrale kunstwerk in knooppunt Oudenrijn ligt de uitvoeger naar de klaverbladlus richting Amsterdam. De combinatie van een relatief hoge naderingssnelheid op de 2-strooks parallelbaan (buiten de spits), het slechte zicht op de klaverbladlus (door het talud van de onderdoorgang) en de krappe boog, hebben voor dit wegvak geleid tot een beoordeling 'hoog' (geel).

De opeenvolging van elementen bevat geen bijzonderheden; de afstanden tussen convergentie- en divergentiepunten is in overeenstemming met de ontwerprichtlijnen, de combinatie van opeenvolgende elementen is logisch.

Rit 3: Den Bosch – Amsterdam



Figuur 22 Zwaarte rijtaak rit 3 Den-Bosch – Amsterdam

Toelichting:

- Wegvakken 2a en 2b zijn beiden splitsingen met een hoge intensiteit in de spits (doorgaans geen congestie), aan deze wegvakken is het label 'hoog' toegekend.
- Ook voor wegvak 3c (de verbindingsweg van Den Bosch naar Gouda) is de zwaarte van rijtaak als hoog beoordeeld. Factoren die hierin meewegen zijn het horizontale alignement met een opeenvolging van krappe bogen en congestie in de avondspits.

Kenmerkend voor deze ritten is dat er ver voor knooppunt Oudenrijn al gekozen moet worden voor de A12 (richting Gouda en richting Arnhem). Verkeer dat op de A2 blijft krijgt vervolgens te maken met de splitsing A2-hoofdrijbaan en A2-parallelbaan. De afstanden tussen elementen is ruim voldoende en de configuratie is logisch.

Rit 4: Amsterdam – Arnhem



Figuur 23 Zwaarte rijtaak nr 4 Amsterdam - Arnhem

Toelichting:

- Het verkeer vanaf de toerit Leidsche Rijn richting Arnhem moet op het eerste 2+2-weefvak over korte lengte twee keer van rijstrook wisselen (2a). In combinatie met de hoge verkeersintensiteiten zorgt dit voor een zeer hoge taakbelasting.
- Verkeer op de hoofdrijbaan van de A2 richting Arnhem dient gebruik te maken van de tapersplitsing (1c). De ligging vlak na de Leidsche Rijn tunnel en hoge intensiteiten maken dat de taakbelasting op dit wegvak hoog is.
- Na het eerste wegvak volgt een tweede 2x2 weefvak (6a en 6b). Verkeer vanaf de parallelbaan (6a) moet hier 1 of 2 maal van rijstrook wisselen om de verbindingsoog richting Arnhem te bereiken. Het gegeven dat de rijstrookwisselingen plaatsvinden in een horizontale boog is taakverzwarend. Daarnaast heeft de fileterugslag vanaf de A12 (zie bijlage) een taakverzwarend effect.



Figuur 24 Zwaarte rijtaak nt 4 Amsterdam - Arnhem

Toelichting:

- Net na het viaduct over de A12 begint de uitvoeger naar de parallelbaan. Vanwege de ligging in een krappe linksdraaiende boog en de aanwezigheid van congestie in de ochtend- en avondspits is de rijtaak hoog voor het doorgaande verkeer en zeer hoog voor het verkeer dat moet uitvoegen, omdat er ook congestie optreedt op de uitvoegstrook waardoor verkeer vanaf de verbindingsweg niet altijd ongehinderd kan uitvoegen.

De verschillende ritten over de verbindingsweg naar Arnhem zijn complex. Bestuurders krijgen over korte afstand te maken met een opeenvolging van verschillende wegelementen, waaronder twee korte weefvakken. Vooral het tweede weefvak (dat is gelegen in een krappe horizontale boog) en de uitvoeger in een krappe horizontale boog, zijn lastige elementen. Bijkomende complicerende factor is de terugslag van filevorming vanaf de A12 in de ochtend- en avondspits.

2.3.3 Human factors analyse

De vier ritten zijn in detail geanalyseerd op human factors. Het wegontwerp en de weginrichting in de huidige situatie zijn beoordeeld vanuit het perspectief van de weggebruikers. Aan de verkeersveiligheidsrisico's is een ernstklasse toegekend: gemiddeld risico (geel), groot risico (oranje) en zeer groot risico (rood).

Op de volgende pagina's zijn de resultaten van de beoordeling weergegeven.

1. Gouda – Den Bosch

Nr.	Locatie	Foto	Probleemstelling	Verkeersveiligheidsrisico	Size
1.1	Weefvak De Meem - Ouderwijn		Het 6-strooks asymmetrisch weefvak heeft een groot aantal rijstrookwisselingen tot gevolg. Verkeer uit de richting Gouda moet minimaal 2 en maximaal 5 keer van rijstrook wisselen om de verbindingsweg richting Den Bosch te bereiken. Doorgaand vrachtverkeer bevindt zich op rijstrook 3, wat leidt tot (gevoeldd) rechts inhalen.	Het grote aantal rijstrookwisselingen en de snelheidsverschillen leiden tot een verhoogde kans op de kopstaart en flankongevallen	
1.2	Weefvak De Meem - Ouderwijn		Op het weefvak is nog de 'oude' bewegwijzering toegepast met vallende pijlen. De oude bewegwijzering is onduidelijker dan de nieuwe bewegwijzering (met rechtop staande pijlen), bovendien ontbreekt de afstandsaanduiding tot het splitsingspunt.	De bewegwijzering kan mogelijk leiden tot onduidelijkheid bij de weggebruiker over de nog aanwezige afstand om van rijstrook te wisselen. Dit kan leiden tot onverwachte manoeuvres, met mogelijk kopstaart of flankongevallen tot gevolg.	
1.3	Weefvak De Meem - Ouderwijn		De bestemmingen Nieuwegein en Houten worden bereikt via de parallelbaan van A12, terwijl op de bewegwijzering alleen de A2 als wegnummer wordt aangeduid. Dit kan tot onzekerheid over de te volgen route leiden bij (onbekende) weggebruikers.	Het risico bestaat dat weggebruikers op het laatste moment nog van gedachten veranderen over de te kiezen route, wat kan leiden tot onverwachte manoeuvres.	

1.4	Weefvak De Meem – Oudenrijn		In de spitsen treedt er filevorming op stroomafwaarts van het weefvak (A12 parallelbaan en/of verbindingsweg richting Den Bosch). Filevorming leidt ertoe dat er snelheidsverschillen optreden tussen de rijstroken: verkeer op de rijstroken staat stil of rijdt langzaam en het verkeer aan de linkerzijde rijdt door met een hoge snelheid. Dit maakt late rijstrookwisselingen naar de rijstrook naar de verbindingsweg lastig omdat met een hoge snelheid in een wachtrij moet worden ingevoegd.	Het risico bestaat dat bestuurders geforceerd moeten invoegen in een stilstaande stroom en tot stilstand komen op een strook waar het verkeer wel doorrijdt. Ook kan het voorkomen dat bestuurders na een rijstrookwisseling abrupt moeten remmen voor een wachtrij. Filevorming is een risicoverhogende factor bovenop het complexe weefvak.	
-----	-----------------------------	---	--	--	--

2. Gouda – Amsterdam

De bevindingen 2.1 tot en met 2.4 zijn identiek aan de bevindingen 1.1 tot en met 1.4 van rit 1

Nr.	Locatie	Fotografie	Observatie/observatie	Analyse/analyse	Risico
2.1	Weefvak De Meem - Oudenrijn		Het 6-strooks asymmetrisch weefvak heeft een groot aantal rijstrookwisselingen tot gevolg. Verkeer uit de richting Gouda moet minimaal 2 en maximaal 5 keer van rijstrook wisselen om de verbindingsweg richting Den Bosch te bereiken. Doorgaand vrachtverkeer bevindt zich op rijstrook 3, wat leidt tot (geoorloofd) rechts inhalen.	Het grote aantal rijstrookwisselingen en de snelheidsverschillen leiden tot een verhoogde kans op de kopstaart en flankongevallen.	
2.2	Weefvak De Meem - Oudenrijn		Op het weefvak is nog de 'oude' bewegwijzering toegepast met vallende pijlen. De oude bewegwijzering is onduidelijker dan de nieuwe bewegwijzering (met rechtop staande pijlen), bovendien ontbreekt de afstands-aanduiding tot het splitsingspunt.	De bewegwijzering kan mogelijk leiden tot onduidelijkheid bij de weggebruiker over de nog aanwezige afstand om van rijstrook te wisselen. Dit kan leiden tot onverwachte manoeuvres, met mogelijk kopstaart of flankongevallen tot gevolg.	
2.3	Weefvak De Meem - Oudenrijn		De bestemmingen Nieuwegein en Houten worden bereikt via de parallelbaan van A12, terwijl op de bewegwijzering alleen de A2 als wegnummer wordt aangeduid. Dit kan tot onzekerheid over de te volgen route leiden bij (ontbkende) weggebruikers.	Het risico bestaat dat weggebruikers op het laatste moment nog van gedachten veranderen over de te kiezen route, wat kan leiden tot onverwachte manoeuvres.	

2.4	Weefvak De Meem – Oudenrijn		In de spits treedt er filevorming op stroomafwaarts van het weefvak (A12 parallelbaan en/of verbindingsweg richting Den Bosch). Filevorming leidt ertoe dat er snelheidsverschillen optreden tussen de rijstroken: verkeer op de rijstroken staat stil of rijdt langzaam en het verkeer aan de linkerzijde rijdt door met een hoge snelheid. Dit maakt late rijstrookwisselingen naar de rijstrook naar de verbindingsweg lastig omdat met een hoge snelheid in een wachtrij moet worden ingevoegd.	Het risico bestaat dat bestuurders geforceerd moeten invoegen in een stilstaande stroom en tot stilstand komen op een strook waar het verkeer wel doormijdt. Ook kan het voorkomen dat bestuurders na een rijstrookwisseling abrupt moeten remmen voor een wachtrij. Filevorming is een risicoverhogende factor bovenop het complexe weefvak.	
2.5	Uitvoeger naar klaverbladlus		De krappe klaverbladlus volgt na een korte uitvoegstrook onder een kunstwerk. Het zicht op de klaverbladlus wordt beperkt door het ontbreken van een vluchtstrook onder het kunstwerk, het landhoofd en begroeiing (na de onderdoorgang).	Buiten de spits zal de snelheid op de tweestrooks parallelbaan relatief hoog zijn; weggebruikers moeten fors afremmen voor de krappe boog. Door de zichtbeperkingen zullen weggebruikers de boogstraal pas relatief laat kunnen inschatten, wat kan leiden tot late en sterke rembewegingen of het uit de bocht vliegen.	
2.6	Invoeger na klaverbladlus		Weggebruikers komen met een lage snelheid (ca. 50 km/uur) uit de klaverblad en moeten invoegen op de parallelbaan met (relatief) hoge rij snelheden (maximumsnelheid 100 km/uur).	De grote snelheidsverschillen tussen de klaverbladlus en de parallelbaan maken het invoegen op de parallelbaan lastig, in het bijzonder voor vrachverkeer, en zorgen voor een verhoogde kans op kop-staart- en flankongevallen.	

3. Den Bosch – Amsterdam

Nr.	Locatie	Foto	Probleemomschrijving	Waarschijnelijke oorzaken	Risico
3.1	Splitting HRB – PRB A2.		Voor de parallelbaan zijn de afritnummers 6 /m 8 aangeduid en de bestemmingen Maarssen en Utrecht. Het ontbreken van namen van bestemmingen bij de afritnummers kan (mogelijk) tot twijfel leiden bij (onbekende) weggebruikers over de te volgen route.	Twijfel over de te volgen route kan leiden tot late en onverwachte rijstrookwisselingen.	
3.2	Splitting HRB – PRB A2.		Ter plaatse van de splitting is een LED-scherm aanwezig in de zijberm. Het scherm leidt af van de rijbaan van de weggebruiker.	Het scherm verschild geleidelijk in het beeld van de weggebruiker en bevindt zich op enige afstand van de weg. Het scherm valt samen met een keuzepunt en locatie waar weggebruikers rijstrookwisselingen uitvoeren; gering tot matig risico op afleiding.	
3.3	Splitting HRB – PRB A2.		Vlak voor het lapervormig deel van de splitting bevindt zich een portaal waarop alleen afrit 7 (Lage Weide) is aangeduid. Op het navolgende portaal (het laatste voor de splitting) zijn wel weer de afritten 6 tot en met 8 aangeduid.	De aanduiding van bestemmingen is niet consistent en wijkt af van wat gebruikelijk is. Mogelijk kunnen weggebruikers denken dat de parallelbaan alleen naar afrit 7 leidt en gaan twijfelen over de te volgen route. Dit kan leiden tot onverwachte manoeuvres en late rijstrookwisselingen vlak voor het splitsingspunt.	

4. Amsterdam - Arnhem

Nr.	Locatie	Foto	Probleemstelling van	Weggebruikersproblemen	Slide
4.1	Toerit Leidsche Rijn		De toerit Leidsche Rijn bestaat uit twee rijstroken die met een klaverbladlus aansluiten op het weefvak. Het zicht op het naderende weefvak wordt beperkt door de wanden en een viaduct. In de bocht is aan de linkerkant een bewegwijzeringsbord geplaatst dat aangeeft dat over 500m naar links uitgevoerd moet worden voor de bestemming Arnhem.	De hoge taakbelasting in combinatie met het beperkte zicht zorgen ervoor dat het bord waarop de afstand tot het keuzepunt voor de richting Arnhem wordt aangeduid, eenvoudig gemist wordt. Kans dat (onbekende) weggebruikers verrast worden door het korte weefvak.	
4.2	Toerit Leidsche Rijn		De weggebruikers krijgen te maken met diverse licht-donker overgangen. Deze overgangen verzwaren de rijtaak in aanloop naar het korte weefvak.	De licht-donker overgangen maken het voorsorteren en de rijstrookwisselingen lastiger. Verhoogde kans op kop-staart en flankongevallen.	
4.3	Weefvak toerit Leidsche Rijn – splitsing Arnhem – Den Bosch		Het weefvak tussen de toerit en de splitsing Arnhem – Den Bosch (parallelbaan A2) is relatief kort met een lengte van ca. 450m. Bestuurders die op de rechterrijstrook van de toerit rijden moeten in 450m tweemaal van rijstrook wisselen voor de richting Arnhem.	In combinatie met de hoge intensiteiten (in de splits) en de vele rijstrookwisselingen (Arnhem en Den Bosch zijn beide belangrijke bestemmingen) zijn de rijstrookwisselingen over korte afstand lastig uit te voeren. Verhoogde kans op kop-staart en flankongevallen.	

4.4	Weefvak toert/ Leidsche-Rijn – splitsing Amhem – Den Bosch		Het weefvak eindigt kort na een lang viaduct over de A2 (combinatie van Ortelusviaduct en Marinus van Tyrtusviaduct). De donkere omgeving onder het viaduct en de overgang van donker naar licht bemoeilijkt rijstrookwisselingen doordat weggebruikers beperkt zicht hebben op het overge verkeer.	Vanwege de beperkte lengte van het weefvak zullen er aan het einde nog relatief veel rijstrookwisselingen worden uitgevoerd. De combinatie van veel rijstrookwisselingen met de taakverzwaring door de omgeving zorgen voor een verhoogd risico.	
4.5	Weefvak samenvoeging HRB/PRB – splitsing Amhem-Gouda		Verkeer van de parallelbaan moet tweemaal van rijstrook wisselen (naar links) op een kort weefvak in een rechtsdraalende baan. Er is geen aanduiding aanwezig van de lengte van het weefvak. De bagmeiling en het viaduct van de verbindingsweg van de parallelrijbaan naar de hoofdrijbaan van de A2 beperken het zicht op het einde van het weefvak. De intensiteiten zijn hoog (in de splits) en er treedt regelmatig fileterugslag op tot op het weefvak.	De combinatie van een kort weefvak met de ligging in een hoog en de ongunstige verkeerskenmerken (hoge intensiteiten, filevorming) zorgen voor een zeer hoge taakbelasting. Hier komt bij dat weggebruikers nog al een ander lastig weefvak gepasseerd zijn (opvolging van complexe wegeteamenten).	

4.6	Verbindingsweg Amsterdam - Amhem		De begrenzing aan de linkerkant van de rijbaan beperkt het zicht op het verloop van de boog en de verkeerssituatie stroomafwaarts. Eventuele filevorming kan pas laat worden waargenomen. De boog begint direct na het einde van het korte weefvak. de rijtalen (van rijstrook wisselen, inschakelen boog, waarnemen filevorming) volgen elkaar snel op.	De beperking van het zicht op het verloop van de boog en stilstaande voertuigen in combinatie met de kort opeenvolgende rijtalen zorgen voor een hoge taakbelasting en een verhoogd risico op kopstaartongevallen (te laat waarnemen stilstaand verkeer, in de spits) en eenzijdige of flankongevallen (verkeerd inschakelen boog, onvoldoende aanpassing snelheid, buiten de spits).	
4.7	Uitvoeger naar de parallelbaan A12 in de verbindingsweg Amsterdam - Amhem		De uitvoeger naar de parallelbaan van de A12 is gelegen in een boog; dit zorgt voor een lastige uitvoegmanoeuvre (door de linksdraaiende boog sturen in combinatie met naar rechts uitvoegen). Ook worden weggebruikers pas laat geïnformeerd over de uitvoeging en de te bereiken bestemmingen. De eerste bewegwijzering voor de uitvoeger staat ongeveer 100 m na het begin van de uitvoegstrook. In de spits treden er (bij filevorming) snelheidsverschillen op tussen het verkeer naar de hoofdrijbaan en parallelbaan. Omdat verkeer richting Amhem zowel via de hoofd- als parallelbaan kan rijden, kunnen bestuurders besluiten om ook op het laatste moment uit de file naar de uitvoegstrook van rijstrook te wisselen; dit is een bijkomend risico.	De lastige uitvoegbeweging in combinatie met de filevorming zorgen voor een verhoogde kans op	

4.8	Uitvoeger naar de parallelbaan A12 in de verbindingsweg Amsterdam - Arnhem		Er is geen vluchtstrook aanwezig langs de uitvoegstrook: indien een bestuurder de boog te ruim inschat, is er minder ruimte voor een stuurcorrectie en gestrande voertuigen kunnen niet buiten het rijdende verkeer worden gestald.	Juist op een locatie waar een vergevingsgezind ontwerp belangrijk is (horizontale boog in combinatie met een uitvoeger), ontbreekt de vluchtstrook. Verhoogde kans op kop-staart, flank- en vastvoorwerpongevallen (geleiderail)	
-----	--	--	---	--	--

2.4 Samenvatting

In deze paragraaf zijn de analyses van de vierritten voor de huidige situatie samengevat.

	Gouda – Den Bosch	Gouda – Amsterdam	Den Bosch – Amsterdam	Amsterdam – Almere
Verkeer	- Veel rijstrookwisselingen op een 6-strooks asymmetrisch weefvak - Relatief hoge I/C-verhoudingen in de splitsen op het weefvak - Fileterugslag op weefvak van noordnaafwaarts gelegen wegvakken A12 - Filevorming op verbindingsweg naar Den Bosch	- Veel rijstrookwisselingen op een 6-strooks asymmetrisch weefvak - Relatief hoge I/C-verhoudingen in de splitsen op het weefvak - Fileterugslag op weefvak van noordnaafwaarts gelegen wegvakken A12	Hoofd- en parallelbaan met beiden een splitsing in de avondspits terugslag vanuit knooppunt Oudersluis	- Twee korte weefvakken (kort na elkaar) veel rijstrookwisselingen - Relatief hoge I/C-verhoudingen en fileterugslag vanaf de A12
Ongevallen	- Groot aantal ongevallen aan op het weefvak - Op de verbindingsweg naar Den Bosch weinig ongevallen	- Groot aantal ongevallen op het weefvak - Aantal ongevallen in of nabij de knooppunt Amsterdam	- Enkele ongevallen verspreid over de rit - Relatief veel ongevallen ter plaatse van de splitsing(en)	- Enkele ongevallen verspreid over de rit - Lichte concentratie van ongevallen aan het einde van het tweede weefvak en ter hoogte van de uitvoeger op de verbindingsweg naar Almere
Human factors	Vanwege het complexe weefvak, het aantal te maken rijstrookwisselingen en snelheidsverschillen als gevolg van filevorming, is dit een lastige rit	- Vanwege het complexe weefvak, het aantal te maken rijstrookwisselingen en snelheidsverschillen als gevolg van filevorming, is dit een lastige rit - Slechtere zichtbaarheid van het begin van de rijbaan en snelheidsverschillen bij het invoegen op de parallelbaan van de A2	- Relatief eenvoudige rit met voldoende afstand tussen knooppunten - Geen complexe configuraties - Terugslag van file in KP Oudersluis wordt sterk verzwaard	- Korte opeenvolging van knooppunten - Omgevingselementen beperken het zicht op het wegverloop en het overige verkeer - Diverse rijstrookwisselingen noodzakelijk op bestemming te bereiken - Rijstrookwisselingen dienen uitgespaard te worden in krappe horizonale bogen - Terugslag van file wordt sterk verzwaard

3 Effect windturbine

3.1 Inleiding

Aan de hand van videomontages van windturbines is het effect van de turbines op de rijtaak beoordeeld. In paragraaf 3.2 is aangegeven op welke weggedeeltes de turbines zichtbaar zijn. In 3.3 gaan we meer in detail in op de ritten en het effect van de turbines.

3.2 Zichtbaarheid windturbines

Inleiding

De posities van de windturbines zijn ingepast in video's van de ritten van de huidige situatie. De beelden van de huidige situatie zijn gemaakt met behulp van een 360-graden camera, waardoor de zichtbaarheid van de turbines te beoordelen is voor elke willekeurige zichthoek.

Een weggebruiker zal echter vanwege de rijtaak zijn of haar blik gericht hebben op de weg en het verkeer voor zich: het centrale blikveld. De hoek van dit blikveld en het blikpunt (hoe ver kijkt de weggebruiker voor zich) uit, variëren daarbij met de rijnsnelheid: naarmate een weggebruiker harder rijdt, kijkt hij/zij verder voor zich uit en is de hoek kleiner.

Ook buiten het centrale gezichtsveld neemt een weggebruiker waar, in het rand gezichtsveld (fringe vision) worden vooral diepte en positie waargenomen. Verder naar buiten is er nog het zogenaamde perifere gezichtsveld, waarin vooral kleur en beweging worden waargenomen.

Ook in verticale zin is er sprake van verschillende gezichtsvelden. In de basis kijkt de weggebruiker niet hoger dan de portalen. Daarboven bevindt zich immers geen informatie die relevant is voor de rijtaak. Hierdoor verandert het rand gezichtsveld op grotere hoogte naar het perifere gezichtsveld en krijgen vooral de gebieden links- en rechtsboven weinig aandacht.

De zichtbaarheid van turbines in de volgende paragraaf is bepaald door het blikpunt op een voorligger in dezelfde rijstrook te richten. De begrenzing van het beeld in de viewer komt daarbij (ongeveer) overeen met het rand gezichtsveld. Omdat de rotoren draaien zullen de turbines in de praktijk ook waargenomen worden in het perifere gezichtsveld.



1. Gouda – Den Bosch



Figuur 25 Zichtbaarheid windturbines rit 1

Toelichting:

- Op het eerste gedeelte van het weefvak is de oostelijke windturbine volledig zichtbaar, verderop wordt het zicht beperkt door het geluidsscherm en de bomen. De overige turbines bevinden zich in het rand en perifere gezichtsveld.

2. Gouda – Amsterdam



Figuur 26 Zichtbaarheid windturbines rit 2

Toelichting:

- De zichtbaarheid op het eerste deel van de rit is identiek aan de vorige rit. In de klaverbladlus zijn de turbines kort zichtbaar.

3. Den Bosch – Amsterdam



Figuur 27 Zichtbaarheid windturbine rit 3

Toelichting:

- Over een groot gedeelte van de rit is de oostelijke windturbine continue in meer of mindere mate zichtbaar.

4. Amsterdam – Arnhem



Figuur 28 Zichtbaarheid windturbine rit 4

Toelichting:

- Het zicht op de turbine wordt meermalen onderbroken door viaducten en begroeiing. Aan het begin van de rit beperken de geluidsschermen het zicht op de turbine.
- De positie van de turbine ten opzichte van de rijbaan varieert gedurende de rit.

3.3 Beschrijving ritten met windturbine

1. Gouda – Den Bosch



Figuur 29 wegbeeld ten westen van aansluiting De Meern

Enkele kilometers ten westen van de aansluiting De Meern verschijnen drie van de vier windturbines geleidelijk in het beeld (meest oostelijke turbine is nog niet zichtbaar). Hierbij wordt het zicht op het onderste deel van de turbines weggenomen door het aanwezige geluidsscherm (en de bomen).



Figuur 30 Wegbeeld ter hoogte van aansluiting De Meern

Ter plaatse van de afrit De Meern zijn de twee meest oostelijk gelegen windturbines gedeeltelijk zichtbaar (onderste deel turbines afgeschermd door bomen en struiken). De turbines bevinden zich in het rechterdeel van het blikveld en verschijnen geleidelijk in beeld.



Figuur 31 Wegbeeld tussen de afrit en toerit aansluiting De Meern

Tussen de afrit en de toerit De Meern is er minder begroeiing aanwezig aan de zuidzijde van de A12, waardoor de twee windturbines voor een groter deel zichtbaar zijn. De meest oostelijke windturbine bevindt zich in het centrale blikveld, de turbine ervoor al wat meer aan de rand van het blikveld.



Figuur 32 Wegbeeld ter hoogte van toerit De Meern

Ter hoogte van de toerit De Meern is alleen nog de oostelijke windturbine zichtbaar. Door de open omgeving van de weg is de turbine nagenoeg volledig zichtbaar.



Figuur 33 Wegbeeld begin weefvak De Meern - Oudenrijn

Halverwege het weefvak tussen toerit De Meern en knooppunt Oudenrijn begint het geluidsscherm. Het scherm en de begroeiing zorgen ervoor dat alleen het bovenste gedeelte van de turbine zichtbaar is. De turbine bevindt zich in het rand gezichtsveld.



Figuur 34 Wegbeeld halverwege weefvak De Meern - Oudenrijn

Naarmate het weefvak vordert schuift de windturbine verder op naar de rand van het gezichtsveld.



Figuur 35 Wegbeeld einde weefvak De Meern - Oudenrijn

Wanneer de bestuurder op de rechte rijstrook rijdt, dan is de turbine nog wat langer zichtbaar (maar bevindt zich al bijna in het perifere gezichtsveld).



Figuur 36 Wegbeeld ter hoogte van uitvoeger verbindingsweg richting Den-Bosch

Ter plaatse van het begin van de uitvoeger verdwijnt de windturbine uit het zicht.



Figuur 37 Wegbeeld verbindingsweg richting Den-Bosch

Op de verbindingsweg zelf is de windturbine niet zichtbaar.

De windturbines verschijnen geleidelijk in het beeld van de weggebruiker en bevinden zich (aan het begin van de rit) continu aan de rechterzijde van het gezichtsveld. De windturbines staan vanuit het perspectief van de weggebruiker op een lijn (enigszins) evenwijdig aan de A12. Aan het begin van de uitvoeger naar de verbindingsweg zijn de windturbines uit het zicht verdwenen. In de verbindingsweg naar Den Bosch zijn de turbines niet zichtbaar.

2. Gouda – Amsterdam

Tot aan het begin van de parallelbaan van de A12 is deze rit identiek aan de rit Gouda – Den Bosch; voor dit gedeelte van de rit wordt dan ook verwezen naar de beschrijving van de vorige rit.



Figuur 38 Wegbeeld klaverblad Gouda - Amsterdam

In de klaverbladlus die de parallelbaan van de A12 verbindt met de parallelbaan van de A2 zijn de twee meest oostelijk gelegen windturbines plotseling weer zichtbaar doordat weggebruikers een draai van 270 graden maken. De meest oostelijke windturbine is hierbij prominent aanwezig in het zicht (maar grotendeels in het rand gezichtsveld, want de weggebruiker is gefocust op het verloop van de krappe bocht).



Figuur 39 Wegbeeld einde klaverblad Gouda - Amsterdam

Halverwege de klaverbladlus verdwijnen de windturbines weer uit het zicht.

De windturbines verschijnen geleidelijk in het beeld van de weggebruiker en bevinden zich (aan het begin van de rit) continu aan de rechterzijde van het gezichtsveld. De windturbines staan vanuit het perspectief van de weggebruiker op een lijn (enigszins) evenwijdig aan de A12. Aan het begin van de uitvoeger naar de verbindingsweg zijn de windturbines uit het zicht verdwenen. In de klaverbladlus komen de windturbines plotseling kort terug in het blikveld, waarbij de voorste turbine dominant aanwezig is.

3. Den Bosch – Amsterdam

Van deze rit zijn geen videobeelden met inpassing van de windturbines beschikbaar. Op basis van de beelden van de huidige situatie is een inschatting gedaan van de zichtbaarheid van de windturbine(s).



Figuur 40 Wegbeeld stroomafwaarts van toerit Nieuwegein

Op het weefvak tussen de toerit Nieuwegein en de splitsing van de hoofd- en parallelbaan van de A2 eindigt het geluidsscherm aan de westzijde en ontstaat er weids uitzicht over de omgeving. De drie westelijke windturbines zijn hier waarschijnlijk in de verte zichtbaar (de oostelijke windturbine bevindt zich achter de naar rechts draaiende A2).



Figuur 41 Wegbeeld ter hoogte van hoofd- en parallelbaan A2

Na de splitsing van in de hoofd- en parallelbaan draait de A2 met een flauwe bocht naar rechts. In de verte zijn de contouren van knooppunt Oudenrijn waarneembaar. Boven de bomenrij en de hoogspanningsmast zal hier nu ook (waarschijnlijk) de meest oostelijke windturbine zichtbaar worden.



Figuur 42 Wegbeeld ter plaatse van splitsing A2

Ter plaatse van de splitsing naar de parallelbaan van de A2 zal de oostelijke windturbine voor het laatst waarneembaar zijn (het gedeelte dat boven de bomen uitkomt).

De windturbines verschijnen op grote afstand van knooppunt Oudenrijn in het zicht van de weggebruiker. De windturbines bevinden zich continu aan de linkerzijde van het gezichtsveld. De turbines zijn (waarschijnlijk) constant voor een deel zichtbaar. Stroomopwaarts van het knooppunt verdwijnen de windturbines uit het blikveld.

4. Amsterdam – Arnhem

Van deze rit is alleen een video beschikbaar van de rit vanaf de parallelbaan van de A2 naar de verbindingsweg naar Arnhem. De video begint halverwege het weefvak tussen de toerit Leidsche Rijn en de splitsing Arnhem – Den Bosch.



Figuur 43 Wegbeeld ter hoogte van weefvak aansluiting Leidsche Rijn - splitsing Arnhem/Den-Bosch

Op het eerste weefvak komt de top van de meest oostelijke windturbine net boven het geluidsscherm en het viaduct uit. De windturbine is zichtbaar aan de rechterzijde van de rijbaan.



Figuur 44 Wegbeeld einde weefvak

Onder het viaduct is de windturbine niet zichtbaar, om vervolgens na het viaduct voor een groter deel zichtbaar te zijn. Ook hier bevindt de windturbine zich aan de rechterzijde (al redelijk in het rand gezichtsveld).



Figuur 45 Wegbeeld begin weefvak samenvoeger hoofd- en parallelbaan - splitsing Arnhem/Gouda

Door de begroeiing aan de rechterzijde van het tweede weefvak, verdwijnt de windturbine gedeeltelijk uit het zicht (alleen de rotorbladen zijn zichtbaar). Op dit punt is het voor de weggebruiker onduidelijk of de verbindingsweg naar Arnhem voor- of achterlangs de windturbine loopt.



Figuur 46 Wegbeeld halverwege weefvak samenvoeger hoofd- en parallelbaan - splitsing Arnhem/Gouda

Verder op het weefvak is een groter deel van de windturbine zichtbaar en staat de turbine centraal in het blikveld (het kijkpunt van de weggebruiker is gericht op het verloop van de rijbaan onder het kruisende viaduct). Ook hier is het nog niet duidelijk voor de weggebruiker waar de windturbine ten opzichte van de verbindingsweg is gepositioneerd.



Figuur 47 Wegbeeld ter hoogte van de onderdoorgang

Onder het viaduct is de windturbine weer uit het zicht verdwenen.



Figuur 48 Wegbeeld na onderdoorgang

Na het viaduct is het grootste deel van de windturbine zichtbaar. Nu bevindt de meest oostelijke windturbine zich aan de linkerzijde van het blikveld. Ook is een tweede turbine zichtbaar aan de rechterzijde.



Figuur 49 Wegbeeld einde weefvak samenvoeger hoofd- en parallelbaan - splitsing Arnhem/Gouda

Door de begroeiing aan de linkerzijde van de rijbaan verdwijnt de meest oostelijke turbine nagenoeg volledig uit het beeld (af en toe is alleen de top van een rotorblad zichtbaar). Aan de rechterzijde zijn nu twee windturbines zichtbaar.



Figuur 50 Wegbeeld begin verbindingsweg richting Arnhem

Nadat de begroeiing aan de linkerzijde ophoudt, is bijna de volledige oostelijke windturbine zichtbaar. De turbine staat recht in de zichtlijn van de bestuurder. Het is voor de weggebruiker nu ook duidelijk dat de verbindingsweg voor de turbine langs loopt. Aan de rechterkant zijn de twee andere turbines nog zichtbaar in het perifere gezichtsveld.



Figuur 51 Wegbeeld ter hoogte van begin uitvoeger naar parallelbaan A12

Ter hoogte van de uitvoegstrook verdwijnt de windturbine geleidelijk uit het zicht. Vanaf dit punt is de top van de windturbine niet meer zichtbaar.



Figuur 52 Wegbeeld halverwege uitvoeger naar parallelbaan A12

Gedurende deze rit wisselt het zicht op de windturbine(s) sterk. Soms is een gedeelte van de meest oostelijke windturbine in beeld, soms is de windturbine niet zichtbaar door begroeiing of een viaduct, op andere locaties is vrijwel de gehele turbine zichtbaar. Ook varieert de positionering in het blikveld (links of rechts van de rijbaan). Het sterk wisselende zicht op de windturbine maakt dat de aandacht van de weggebruiker op meerdere plekken getrokken zal worden door de turbine.

Halverwege de uitvoegstrook is de windturbine volledig uit het blikveld verdwenen.

3.4 Samenvatting

	Gouda – Den Bosch	Gouda – Amsterdam	Den Bosch – Amsterdam	Amsterdam – Arnhem
Impact windturbines op rijtaak	Groot (aanpak 1) - De windturbines verschijnen geleidelijk in beeld en hebben een constante positie in het blikveld. - De windturbines worden deels afgedekt door het geluidsschermbaan en de begroeiing die aan de zuidzijde van de A12 aanwezig is, maar zijn continu in beeld. - De impact van windturbines op de rijtaak is zeer beperkt.	Beperkt - De windturbines verschijnen geleidelijk in beeld en hebben een constante positie in het blikveld. - De windturbines worden deels afgedekt door het geluidsschermbaan en de begroeiing die aan de zuidzijde van de A12 aanwezig is, maar zijn continu in beeld. - In de klaverbladlus verschijnt de meest oostelijke windturbine plots kort en prominent in het blikveld. - De impact van windturbines op de rijtaak is beperkt.	Groot (aanpak 1) - Ruim voor knooppunt Oudenrijn (na het einde van het geluidsschermbaan), komen de windturbine in beeld. - Vervolgens blijven de turbines geheel of gedeeltelijk in het zicht tot vlak voor het knooppunt. - De impact van windturbines op de rijtaak is zeer beperkt.	Groot - Tijdens deze rit zijn de windturbines afwisselend wel en niet zichtbaar. - Ook wijzigt de positie van windturbine in het blikveld voortdurend. - Het is lang onduidelijk of de verbindingsweg de turbine voor- of achterlangs passeert. - Na het einde van begroeiing langs het tweede weefvak verschijnt de oostelijke turbine prominent in het blikveld. - De impact van de windturbine op de rijtaak is groot. Er is reële kans dat weggebruikers worden afgeleid door de (oostelijke) windturbine.

3.5 Conclusies

Door het combineren van de human factors en ongevalanalyse van de huidige situatie met de beoordeling van de impact van de windturbines, is bepaald of er maatregelen noodzakelijk zijn om de verkeersveiligheid te waarborgen.

	Gouda – Den Bosch	Gouda – Amsterdam	Den Bosch – Ams.	Amsterdam - Amhem
Verkeer				
Ongevallen				
Human factors				
Impact windturbine(s)				
Mitigerende maatregelen?	Nee	Nee	Nee	Ja

Toelichting:

- Voor de rit Gouda – Den Bosch geldt dat de huidige situatie vanuit het perspectief van de verkeersafwikkeling, het ongevalbeeld en human factors negatief scoort ten aanzien van verkeersveiligheid. De oorzaak hiervoor is het complexe asymmetrische weefvak met filevorming. De impact van de windturbines op deze rit is echter zeer gering, de kans op afleiding is beperkt, de rijtaak wordt maar in beperkte mate verzwaard. Mitigerende maatregelen voor deze rit worden dan ook niet nodig geacht.
- De rit Gouda – Amsterdam gaat voor een groot deel over dezelfde wegvakken; de conclusies over het meest kritische onderdeel, het asymmetrische weefvak, zijn ook op deze rit van toepassing. Aanvullend voor deze rit geldt, dat de oostelijke windturbine kort maar prominent, zichtbaar is in de klaverbladlus naar de parallelbaan van de A2. Op dit gedeelte heeft de weggebruiker al snelheid gemindeerd voor de krappe boog en worden er geen specifieke handelingen gevraagd; de zichtbaarheid van de turbine wordt niet als problematisch beoordeeld. Ook voor deze rit zijn er geen mitigerende maatregelen noodzakelijk.
- De rit Den Bosch – Amsterdam is, vanuit het perspectief van human factors, de minst lastige van de vier beschouwde ritten. Omdat er ook geen grote impact van de turbines op de rijtaak te verwachten is, zijn er geen mitigerende maatregelen nodig.
- De rit Amsterdam – Amhem kent een hoge taakbelasting vanwege de kort opeenvolgende keuzepunten en noodzakelijke rijstrookwisselingen. De terugslag van file vanaf de A12 werkt taakverzwarend en risicoverhogend. Doordat de (oostelijke) turbine afwisselend wel en niet zichtbaar is en de positionering in het blikveld ook wijzigt, heeft de turbine impact op de rijtaak. Voor deze rit zijn mitigerende maatregelen om het effect op de verkeersveiligheid te beperken, noodzakelijk.

In het volgende hoofdstuk worden mogelijke mitigerende maatregelen voor de rit Amsterdam – Amhem toegelicht. Hierbij gaan we nader in op de wegvakken waar de impact van de oostelijke windturbine een nadelige rol speelt.

4 Mitigerende maatregelen

4.1 Inleiding

In het vorige hoofdstuk is geconcludeerd dat er mitigerende maatregelen noodzakelijk zijn om de verkeersveiligheid voor de rit Amsterdam – Arnhem te waarborgen. Op een aantal wegvakken van deze rit is de combinatie van een hoge taakbelasting en het afleidende effect van de windturbine dusdanig, dat er maatregelen nodig zijn om het negatieve effect op de rijtaak weg te nemen cq te beperken tot een acceptabel niveau.

Aan de volgende mitigerende maatregelen kan gedacht worden:

- Een andere positie van de (meest oostelijke) windturbine
- Een andere hoogte van de (meest oostelijke) windturbine
- Het visueel afschermen van de windturbine
- Het continue zichtbaar maken van de windturbine
- Het plaatsen van voorzieningen die de rijtaak faciliteren en daarmee verlichten
- Aanpassingen aan het wegontwerp, de weginrichting of -uitrusting

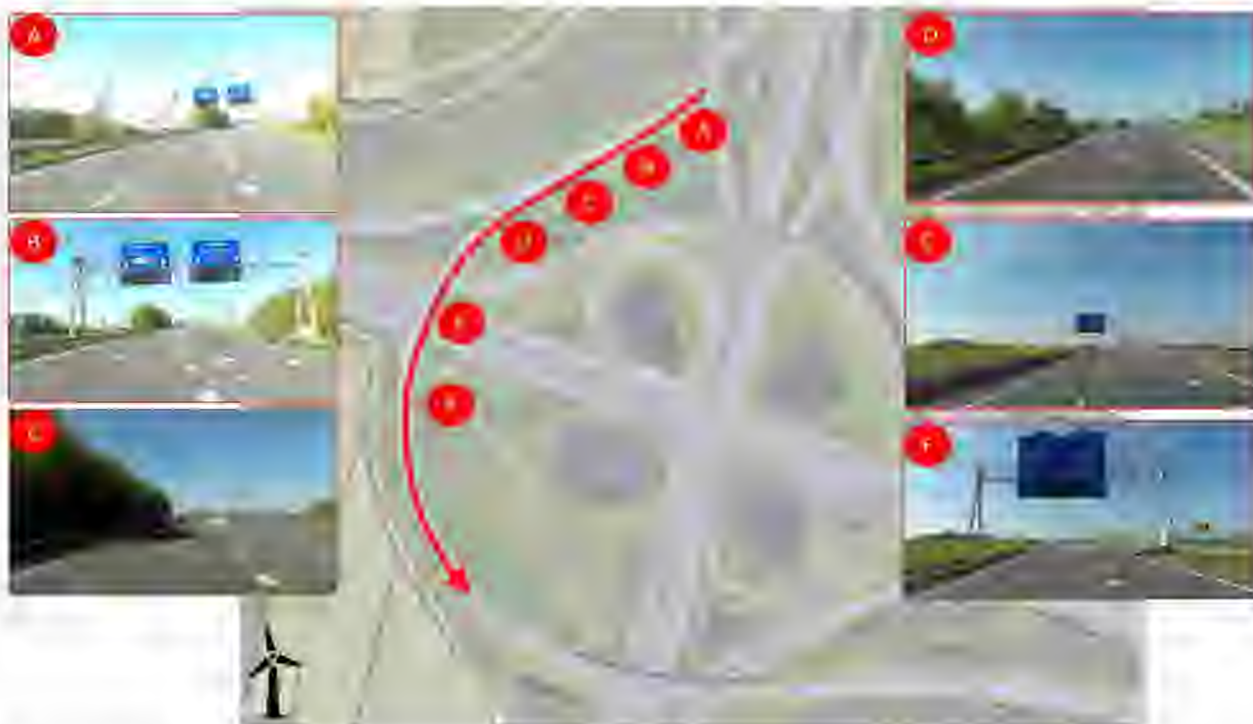
Welke maatregelen het gewenste effect hebben, hangt samen met de kenmerken van het betreffende wegvak (inclusief omgeving) en de rijtaak ter plaatse.

In dit hoofdstuk worden de verschillende maatregelen beschouwd. Hierbij wordt primair gekeken naar de bijdrage aan de verkeersveiligheid. Secundair wordt ingegaan op aspecten als uitvoerbaarheid en beheer en onderhoud. De kosten van mitigerende maatregelen worden buiten beschouwing gelaten.

Alvorens de verschillende maatregelen te beschouwen, gaan we eerst nader in op de wegsegmenten waar maatregelen noodzakelijk zijn.

4.2 Beschrijving kritische wegsegmenten

Het gedeelte stroomafwaarts van het viaduct van het tweede weefvak (keuzepunt Arnhem – Gouda) tot aan het punt waar de windturbine niet meer in beeld is, is kritisch (zie onderstaande figuur).



Figuur 53 Kritische wegsegmenten rit Amsterdam – Arnhem

Toelichting

- Stroomafwaarts van het viaduct komt de windturbine weer aan de linkerkant in het gezichtsveld (foto A). Het zicht op de windturbine wordt enigszins beperkt door een boom in de linker berm en een bomenrij langs de verbindingsweg richting Den Bosch. Op deze locatie is de besliswegwijzer op het weefvak centraal in het beeld aanwezig.
- vlak voor het bewegwijzeringsportaal bevindt de windturbine zich in het blikveld achter de linker staander van de portaal (foto B).
- Enkele tientallen meters na het bewegwijzeringsportaal begint aan de linkerkant een bosschage, die het zicht op de meest oostelijke windturbine vrijwel volledig wegneemt (foto C). Alleen een klein stukje van de tip van een rotorblad is af en toe zichtbaar.
- vlak voor het viaduct over de A12 eindigt de bosschage en verschijnt de meest oostelijke windturbine weer centraal in het blikveld (foto D). Hier is het voor de weggebruiker duidelijk dat de windturbine aan de rechterkant van de rijbaan staat. Op deze locatie staan ook de borden die de verlaagde maximumsnelheid van 80 km/uur op de verbindingsweg aanduiden.
- Op het kunstwerk over de A12 begint de uitvoeger naar de verbindingsweg naar de parallelbaan van de A12. De windturbine is zichtbaar rechtsboven van het bewegwijzeringsportaal (foto E).
- Ter hoogte van het bewegwijzeringsportaal verdwijnt de windturbine uit het gezichtsveld (foto F).

Onverwachte effecten windturbine

- + Afleiding door de windturbine (draaiende rotors) op het gedeelte van het weefvak waar de weggebruiker de bewegwijzering leest. De windturbine is zichtbaar in het centrale gezichtsveld vlak na het bewegwijzeringsportaal op de linker rijbaan.
- + Geen continuïteit in het zicht op de windturbine: de windturbine is na het viaduct in beeld (maar het links van de weg te staan), vervolgens verdwijnt uit beeld door de bosschage aan de linkerkant en is vervolgens weer in beeld vlak voor het viaduct over de A12.
- + Afleiding door de windturbine (draaiende rotors) op het gedeelte van de verbindingsweg waar de weggebruiker de bewegwijzering leest. De rotors zijn rechtsboven in beeld maar het bewegwijzeringsportaal is zichtbaar.

4.3 Effect mitigerende maatregelen

Wijziging positie windturbine

Ten opzichte van de voorkeurspositie is een alternatieve positie beschikbaar; het is ook mogelijk om de meest oostelijk geplande windturbine ca. 100m verder noordwestelijk te plaatsen. Voor deze alternatieve positie zijn ook visualisaties gemaakt.



Figuur 54 Alternatieve positie windturbine

In onderstaande figuren zijn de oorspronkelijke positie (boven) en de alternatieve positie weergegeven (onder).



Figuur 55 Zicht op oorspronkelijke positie windturbine (boven) en alternatieve positie (onder)

Bij de alternatieve positie bevinden de rotorbladen zicht direct naast en achter het linker bewegwijzeringspaneel. Ten opzichte van de oorspronkelijke positie is er sprake van een groter afleidend effect; de alternatieve locatie zorgt op het weefvak dus voor een **negatief** effect.

Ook voor het eerste gedeelte van de verbindingsweg is bepaald wat het effect van de alternatieve positie is



Figuur 56 Oorspronkelijke positie windturbine (boven) en alternatieve positie (onder)

In de oorspronkelijke positie is de windturbine in het centrale blikveld gesitueerd direct naast het bewegwijzeringspaneel. Bij de alternatieve positie is de windturbine meer in het perifere gezichtsveld aanwezig en concurreert niet met de bewegwijzering. De alternatieve positie heeft hier dus een **positief** effect.

Wijziging hoogte windturbine

De voorkeurshoogte (masthoogte) voor de windturbine is 166m. Deze turbine heeft een rotordiameter van 162m. Daarmee is de tephoopte 247m. Ook is een windturbine met een alternatieve hoogte onderzocht, ashoopte 150m, rotordiameter 150m en tephoopte 225m.

In onderstaande figuren zijn de oorspronkelijke hoogte (boven) en de alternatieve hoogte weergegeven (onder) voor de oorspronkelijke positie. De foto's links hebben betrekking op het weefvak, de foto's rechts op de verbindingsweg.

Opmerking:

- De maximale tephoopte (conform bestemmingsplan) is 270m. Indien andere afmetingen voor de windturbine worden toegepast dan in deze studie zijn onderzocht, dan is vooral het laagste punt van de rotorbladen relevant (in relatie tot interferentie met het lezen van de bewegwijzering). Indien deze hoogte ongeveer gelijk is aan de hoogte die in deze studie is onderzocht, zijn de conclusies en mitigerende maatregelen ook voor afwijkende dimensies van de windturbine valide.



Figuur 57 voorkeurshoogte windturbine (boven) en alternatieve hoogte (onder)

Op het weefvak is het effect van de hoogte beperkt; bij beide hoogtes is de windturbine zichtbaar op dezelfde hoogte als de bewegwijzering. Op de verbindingsweg is er een **licht negatief** effect van een lagere windturbine: de windturbine is iets centraler aanwezig in het blikveld (en dichterbij de bewegwijzering).

Visueel afschermen van de windturbine

Het negatieve effect van de windturbine kan worden vermeden door de windturbine aan het zicht van de weggebruikers te onttrekken door deze visueel af te schermen. Per segment wordt nu beschreven wat hiervoor de mogelijkheden zijn.



Figuur 58 Zicht op windturbine op het weefvak

Op het eerste gedeelte van het weefvak is er geen bosschage direct links naast de verbindingsweg aanwezig. Het afschermen van het zicht op de windturbine is alleen mogelijk door het plaatsen van hoge bomen of een (zeer) hoog scherm. Het is de vraag of bomen het zicht op de windturbine geheel onttrekken.



Figuur 59 Zicht op de windturbine ter hoogte van het bewegwijzeringsportaal

Op het tweede gedeelte na het viaduct interfereert de windturbine met de bewegwijzering. Een optie om de windturbine het lezen van de bewegwijzering niet te laten verstoren, is het aanbrengen van panelen die het zicht op de windturbine wegnemen.



Figuur 60 Toepassing van panelen op bewegwijzeringsportaal

Een dergelijke oplossing is ook toegepast op de A9 aan de zuidzijde van de Gaasperdammertunnel (voor een ander doeleinde).



Figuur 61 Voorbeeld panelen op bewegwijzering bij Gaasperdammertunnel A9

Na de bosschage aan de linkerkant van het weefvak verschijnt de meest oostelijke windturbine plotseling weer in het blikveld.



Figuur 62 Zicht op windturbine op het einde van de bosschage

Het plaatsen van zichtbeperkende elementen aan de linkerkant van de rijbaan is niet wenselijk, omdat deze het zicht op het verloop van de boog en mogelijk stilstaand verkeer ontnemen. Bomen of zichtschermen aan de buitenzijde van de boog dienen dusdanig hoog te zijn om het zicht te ontnemen op de rotorbladen, dat dit geen reële oplossing is.



Figuur 63 Zicht op de windturbine ter hoogte van het begin van de uitvoeger naar de parallelbaan A12

Ook ter plaatse van de bewegwijzering voor de uitvoegstrook naar de parallelbaan is het niet mogelijk om de windturbine visueel af te schermen.

Continue zichtbaar maken van de windturbine

In de vorige passage is aangegeven dat het niet mogelijk is om de windturbine over de volledige lengte van de rit aan het zicht van de weggebruiker te onttrekken (vanwege de hoogte en centrale positie in het wegbeeld). De optie die vervolgens in beeld komt, is om de windturbine continue zichtbaar te maken; dit zorgt voor een rustiger wegbeeld en voorkomt dat de aandacht van weggebruiker telkens opnieuw wordt getrokken wanneer de windturbine weer in het zicht verschijnt. Vanwege de interferentie tussen de bewegwijzering en de draaiende rotorbladen is voor dit kritische

onderdeel van de rijtaak aanbevolen om hier de rotorbladen wel visueel af te screenen, zodat de weggebruiker de bestemming rustig kan lezen.



Figuur 64 Locatie zichtbeperkende bosschage (rood omkaderd)

Om de windturbine continue zichtbaar te maken (na het viaduct van de verbindingsweg richting Den-Bosch, dient de bosschage aan het einde van het weefvak verwijderd te worden. Het verwijderen van deze bosschage geeft bovendien een beter en vroegtijdiger zicht op het verloop van de boog naar links en mogelijke aanwezigheid van stilstaand verkeer.

Plaatsen van voorzieningen die de rijtaak faciliteren en daarmee verlichten

De rijtaak op deze rij is door de korte opeenvolging van keuzepunten, rijstrookwisselingen en de verbindingsboog zwaar. Door voorzieningen te plaatsen die de rijtaak faciliteren, wordt deze verlicht. De 'optelsom' met het effect van de windturbine wordt daarmee ook lager.



Figuur 65 Wegbeeld ter plaats van het weefvak

Op het weefvak moet de weggebruiker aandacht hebben voor de bewegwijzering; de rijtaak kan hier niet verlicht worden door het toevoegen van elementen.



Figuur 66 Toepassing bochtschilden op de verbindingsweg richting Amheim

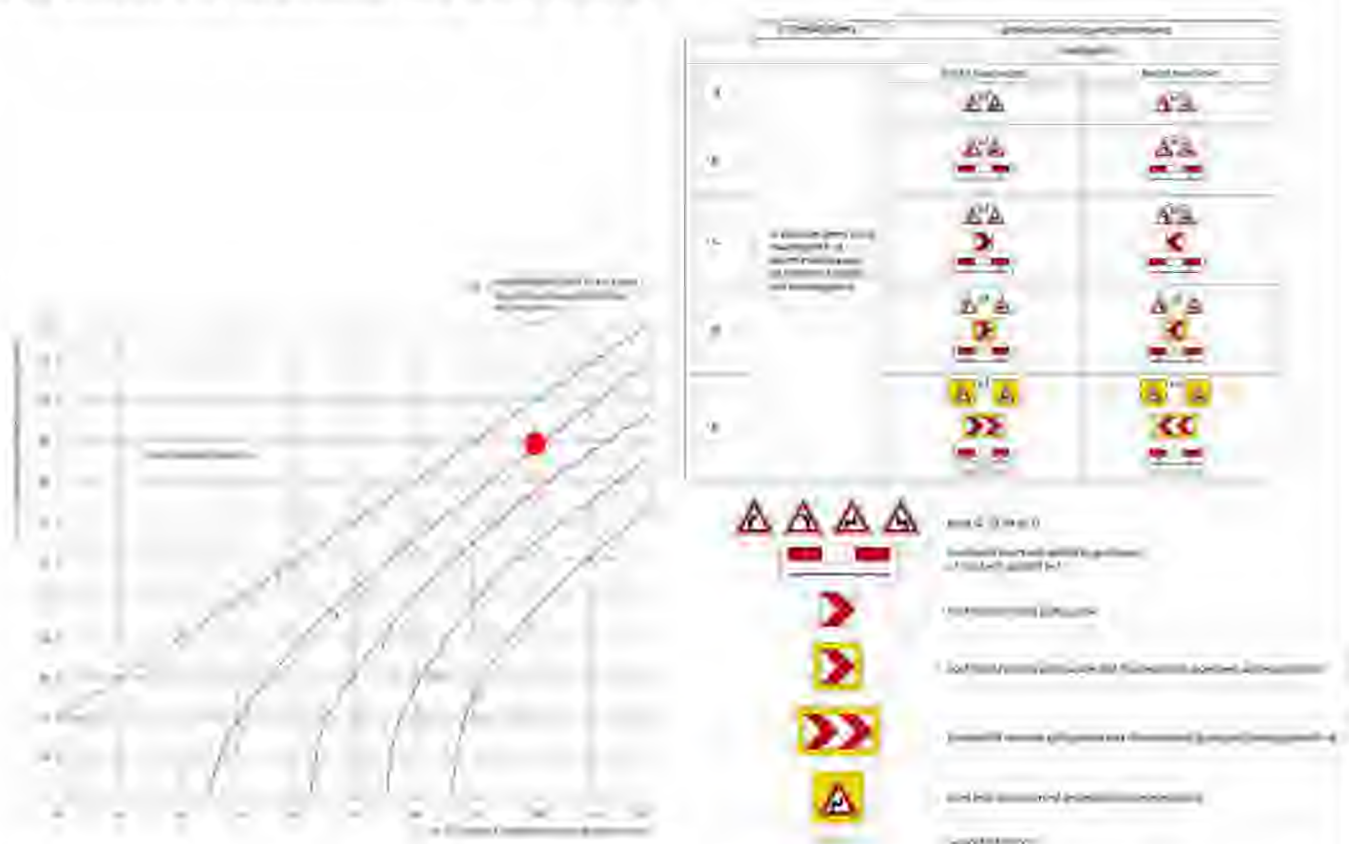
In de bocht van de verbindingsweg kunnen bochtschilden (eventueel met een fluorescerende achtergrond) worden geplaatst. De bochtschilden zorgen voor een betere geleiding door de bocht. Mogelijk dragen de borden eraan bij dat weggebruikers kunnen zien dat de windturbine niet pal naast de weg staat (dit laatste effect is niet met zekerheid te constateren). Een maatregel die ook bijdraagt aan duidelijkheid van de positie van de windturbine is het plaatsen van een bomenrij onder aan het talud van de buitenzijde van de verbindingsboog.

Het plaatsen van bochtschilden is een maatregel die zwaarder is dan op grond van de kenmerken van de boog noodzakelijk is. In het kader op de volgende pagina is achtergrondinformatie opgenomen over het toepassen van maatregelen in krappe bogen.

Ter plaatse van de bewegwijzering dient alle aandacht naar de bewegwijzering te gaan: op het bewegwijzeringspaneel is veel informatie aanwezig en de uitvoegende beweging moet in een bocht worden uitgevoerd (lastige combinatie). Hier is de aanwezigheid van bochtsschilden niet gewenst.

Het is wel een optie om een zwart-wit blokpatroon op de planken van de geleiderail aan te brengen om zodoende de boog beter te accentueren.

Aan de hand van de verhouding tussen de (ontwerp)snelheid in de boog en de v85 op het gedeelte voor de (krappe) boog, kan bepaald worden welke maatregelen er noodzakelijk zijn om de (krappe) boog aan te duiden (CROW- Richtlijnen voor de bebakening en markering van Wegen 2024). Met de zogenaamde K-factor worden bogen verdeeld in vijf verschillende categorieën (A t/m E):



In de verbindingsboog zijn, op basis van de geometrische- en rijkenmerken, alleen J3-borden nodig. Het plaatsen van bochtschilden, al dan niet met fluorescerende achtergrond, is een maatregel die hoort bij een boog met grotere snelheidsverschillen op het gedeelte voor en in de boog.

Aanpassingen aan het wegontwerp- en inrichting

Ook is andere benadering mogelijk waarin er aanpassingen aan het geometrische wegontwerp of de in- en uitrusting van de autosnelweg worden gedaan, waardoor de combinatie van de windturbine en de weg gunstiger wordt, het beeld van de windturbine valt niet meer samen met een lastige rijtaak.

Voor de segmenten na de onderdoorgang is beschouwd welke aanpassingen aan het wegontwerp en de inrichting er mogelijk zijn.

Weefvak

Het negatieve effect van de windturbine op het weefvak wordt veroorzaakt door de combinatie in het blikveld met de bewegwijzering.

Het weefvak is met een lengte van ca. 550m vrij kort; voor 2x2 configuratie geldt een minimale lengte van 600m (op basis van bewegwijzering, bij een ontwerpsnelheid van 120 km/uur). Het tweede bewegwijzeringsportaal dient op 100m stroomopwaarts van het puntstuk te staan; in de praktijk staat dit portaal ook op deze afstand.

Het verschuiven van het bewegwijzeringsportaal is in deze situatie niet wenselijk.

- Verder stroomopwaarts verschuiven leidt ertoe dat het portaal te dicht op de onderdoorgang komt te staan en slecht zichtbaar is. Ook kan dit voor geforceerde rijstrookwisselingen voor het einde van het weefvak zorgen.
- Verder stroomafwaarts verschuiven, verhoogt het risico op erg late en onverwachte rijstrookwisselingen en het risico dat nog vaker over het puntstuk wordt gereden (of de voertuigkering wordt aangereden).

Aanpassingen aan het wegontwerp of de inrichting zijn op het weefvak dan ook niet gewenst.



Figuur 67 Bewegwijzeringsafstanden 2x2-weefvak

Verbindingsweg

Op de verbindingsweg is een uitvoeger aanwezig naar de parallelbaan van de A12. De uitvoeger begint enkelstrooks, maar het laatste gedeelte is tweestrooks. Dit is een configuratie die in het verleden in de richtlijnen voorkwam, meer tegenwoordig niet meer; nu begint de tweede rijstrook direct bij het begin van de uitvoeger. Omdat deze configuratie niet voorkomt in de ontwerprichtlijnen, is een kwantitatieve toetsing niet mogelijk. Wel kan getoetst worden of voldaan wordt aan een aantal basisprincipes: voldoende aankondigingen, voldoende leestijd, etc.

De uitvoeger is met een lengte van 1000m erg lang. Het vermoeden is dat de uitvoeger in het verleden verlengd is om daarmee fileterugslag van de parallelbaan van de A12 op de verbindingsweg te voorkomen; met deze buffer wordt het risico dat voertuigen op de verbindingsweg stil komen te staan, beperkt. Door het verlengen van de uitvoeger is op het eerste gedeelte ook geen vluchtstrook meer aanwezig. Het inkorten van de uitvoeger is geen wenselijke optie.



Figuur 6B Posities bewegwijzering uitvoeger naar parallelbaan A12

Op het weefvak zijn twee voorwegwijzers met afstands aanduiding (700m en 400m) en twee beslissingswegwijzers aanwezig; dit is meer dan gebruikelijk, maar gezien de lengte van de uitvoeger logisch.

Wat opvalt is, dat het eerste portaal met voorbewegwijzering na het begin van de blokmarkering staat: normaal gesproken is dit het nulpunt en staat hier een beslissingswegwijzer zonder afstands aanduiding (de voorwegwijzer staat veel eerder).

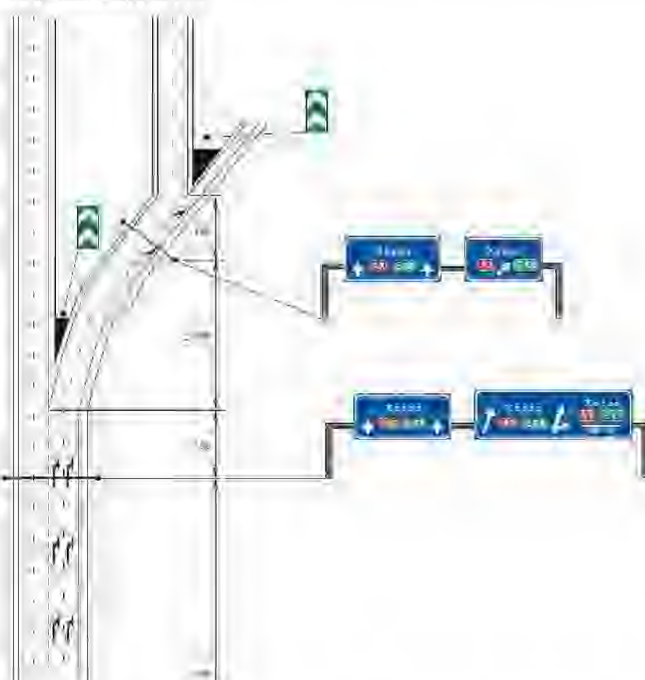
Het is een optie om de locatie van de voorwegwijzers aan te passen, zodat deze in het blikveld minder samenvallen met de windturbine. Het verder stroomafwaarts verplaatsen van het eerste portaal met bewegwijzering kan, maar zorgt ervoor dat het portaal nog verder na het begin van de blokmarkering komt te staan. Dit kan voor onduidelijkheid (bij onbekende weggebruikers) zorgen.



Figuur 69 Opties verplaatsen bewegwijzeringsportaal

Het verder naar stroomopwaarts verplaatsen van dit portaal zorgt ervoor dat de windturbine in het blikveld boven het bewegwijzeringsportaal komt te staan; dit is **negatief** effect. Ook komt het portaal dan erg dicht op het splitsingspunt van het voorafgaande weefvak te liggen, wat ongewenst is; hier wordt in de 'Handreiking Bewegwijzeringsschema's' een minimale tussenafstand van 200m aangehouden. Bij een verplaatsing stroomopwaarts wordt hier niet meer aan voldaan.

Figuur 70
Bewegwijzeringsafstanden rangeerbaan knooppunt



Figuur 70 Bewegwijzeringsafstanden rangeerbaan knooppunt

4.4 Voorstel pakket mitigerende maatregelen

Op basis van de beschouwingen in de vorige paragraaf is een pakket aan maatregelen samengesteld dat voor de verschillende segmenten het risico op afleiding en misleiding het beste mitigeert.



Figuur 71 Voorstel pakket mitigerende maatregelen

Toelichting:

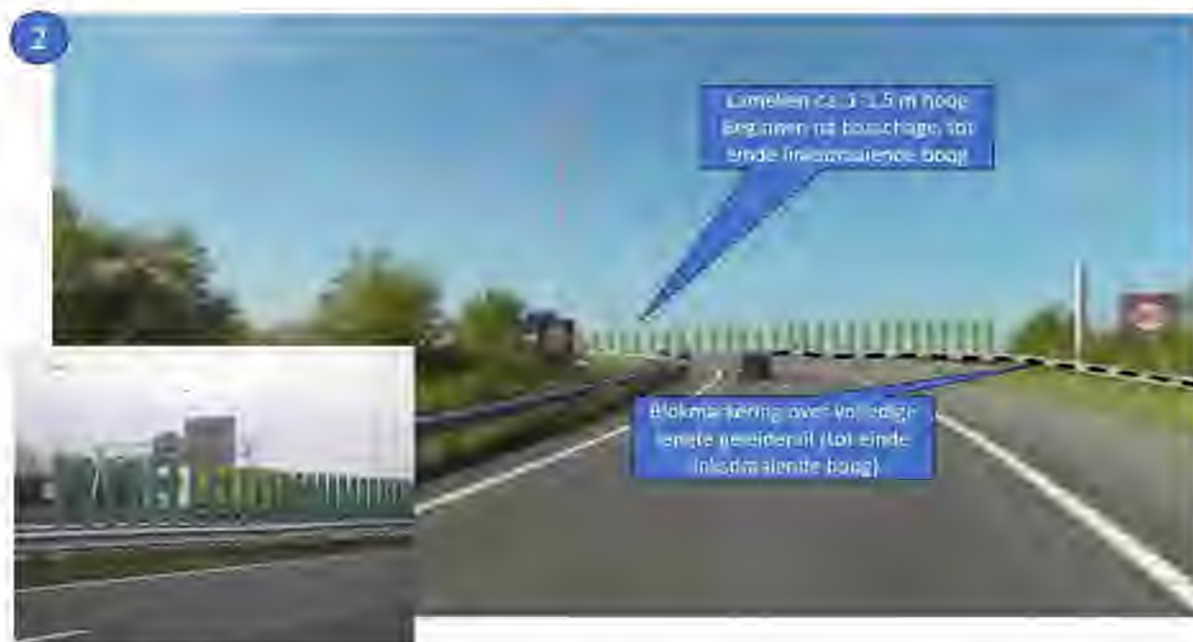
- De alternatieve positie van de windturbine heeft een positief effect ter plaatse van de bewegwijzering op de uitvoerder naar de parallelbaan. Omdat andere mitigerende maatregelen hier een negatief of onvoldoende effect hebben op de verkeersveiligheid, is dit de beste maatregel die hier getroffen kan worden;
- De hoogste uitvoering van de windturbine (166m ashoogte) zorgt ervoor dat de draaiende rotorbladen van de windturbine minder interfereren met de bewegwijzering op deze locatie;
- Op het weefvak zijn de rotorbladen van de windturbine vlak naast of achter de bewegwijzering zichtbaar. Om verstoring van het lezen van de bestemmingen te voorkomen, is het wenselijk om panelen achter en naast de bewegwijzeringspanelen aan te brengen die het zicht op de rotorbladen wegnemen.
- Wanneer de windturbine weer in het gezichtsveld verschijnt, zal deze (mogelijk) weer (kortdurend) de aandacht van de weggebruiker trekken. Het continue zichtbaar maken van de windturbine zorgt ervoor dat op het tweede deel van de kritische segmenten (de verbindingssloot) de kans kleiner is dat de weggebruiker opnieuw afgeleid wordt; het weghalen van de bosschage verkleint daarmee de kans op afleiding op het tweede deel van de rit.
- Om het verloop van de verbindingssloot beter te ondersteunen en de rijtaak te verlichten, kunnen lamellen op de geleiderail (buitenbermszijde) worden geplaatst. Ook kan de boog geaccentueerd worden met een blokpatroon op de planken van de geleiderail aan de buitenbochtzijde. Daarnaast kan er een rij met populieren tussen de verbindingsweg en de windturbine worden geplaatst.

Het afschermen van de windturbine door maatregelen in de zijberm (bomen of zichtschermen) heeft niet overal voldoende effect (rotorbladen komen boven het scherm uit). De zichtafschermende panelen op de bewegwijzering hebben op het weefvak ook deze werking.

In onderstaande figuren is het voorkeurspakket samengevat.



Figuur 72 Alternatieve positie turbine (grootste hoogte), zichtbeperkende panelen en bosschage verwijderen



Figuur 73 Alternatieve positie turbine (grootste hoogte), lamellen in verbingsboog en blokpatroon op geleiderail



Figuur 74 Alternatieve positie turbine (grootste hoogte) en plaatsen populieren

Om te beoordelen of de mitigerende maatregelen ook daadwerkelijk het gewenste effect hebben, zijn de maatregelen in een visualisatie opgenomen; de maatregelen zijn in een videomontage verwerkt, alleen het verwijderen van de bosschage is in een fotomontage verwerkt (omdat het technisch niet mogelijk was om dit in de video te doen). In de volgende paragraaf zijn de resultaten van de beoordeling opgenomen.

4.5 Beoordeling pakket mitigerende maatregelen

Het pakket met mitigerende maatregelen is beoordeeld op human factors om zodoende te kunnen bepalen of de maatregelen voldoende positieve impact op de verkeersveiligheid hebben. Vanwege de onzekerheid omtrent de alternatieve positie van de windturbine bij het knooppunt (positie meer naar het noordwesten), zijn de mitigerende maatregelen voor beide posities onderzocht. In deze paragraaf worden effecten van de verschillende maatregelen op human factors toegelicht.

Aanbrengen achtergrond paneel bewegwijzing

Op het tweede gedeelte na het viaduct interfereert de windturbine met de bewegwijzering. Een optie om de windturbine het lezen van de bewegwijzering niet te laten verstoren, is het aanbrengen van panelen die het zicht op de windturbine wegnemen.



Figuur 75 wegbeeld op 31s op oorspronkelijke positie (links) en noordwestelijke positie (rechts)

Beoordeling:

- Beide varianten profiteren van het paneel, maar de noordwestelijke variant meer dan de oorspronkelijke positie. De maatregel als zodanig is een verbetering en aan te bevelen.
- Voor de oorspronkelijke positie is het een optie om het portaal aan de linkerkant te verlengen en op het verlengde deel ook een paneel aan te brengen; op deze wijze worden ook bij deze variant de rotorbladen vrijwel volledig aan het zicht van de weggebruiker onttrokken.

Continue zichtbaar maken van de windturbine

In plaats van het afschermen van het zicht op de windturbine, is een andere mogelijkheid om de windturbine continue zichtbaar te maken, dit zorgt voor een rustiger wegbeeld en voorkomt dat de aandacht van weggebruiker opneeuw wordt getrokken wanneer de windturbine weer in het zicht verschijnt.



Figuur 76 Weghalen bosschage

Het verwijderen van deze bosschage geeft bovendien een beter en vroegtijdiger zicht op het verloop van de boog naar links, op het bewegwijzeringsportaal en mogelijke aanwezigheid van stilstaand verkeer.

In onderstaande figuur is het wegbeeld zonder de linker bosschages van boven naar beneden weergegeven op respectievelijk 34, 36, 38 en 40 s van de video, links voor de oorspronkelijke positie rechts voor de noordwestelijke positie (in deze beelden is ook de bomerrij opgenomen).

s	Oorspronkelijke positie	Noordwestelijke positie
34		
36		
38		
40		

Figuur 77 Wegbeeld verwijderen bosschage

Toelichting:

- Voor beide varianten is de windturbine veel eerder goed in beeld en heeft de weggebruiker ruim de gelegenheid te wennen aan de aanwezigheid ervan. Bovendien is het bewegwijzeringsportaal veel eerder in beeld waardoor de weggebruiker er beter op kan anticiperen en de aanwezigheid van de windturbine bij het naderen van het bewegwijzeringsportaal makkelijker genegeerd kan worden. Dat geldt voor beide varianten.

- Het wegtalen van de bosschages is ook zonder windturbines sterk aan te bevelen en met windturbines zonder meer noodzakelijk.

Samenvatting van de conclusies van de analyse op de verkeersveiligheid

Voorgesteld is om de geleiderails rechts in de verbingsboog naar links, geblokt zwart/wit uit te voeren en de geleiderails te voorzien van 1,0-1,5 m hoge groene lamellen; daardoor is het verloop van de boog naar links duidelijker, beter zichtbaar en makkelijker te volgen. Dat de windturbine zich rechts van de verbingsboog bevindt, is ook eenduidiger door de beide maatregelen.

- Zwart/wit geblokte geleiderails met groene lamellen erop dragen bij aan een eenduidiger wegbeeld. Aandachtspunt is onderhoud: direct na de toepassing zijn de geleiderails nog mooi zwart-wit geblokt, maar door vervuiling worden de blokken na verloop van tijd grijsstinten, waardoor het contrast tussen de blokken minder opvalt en daarmee het effect vermindert. Ook de lamellen vereisen onderhoud.

Er zijn voor de huidige en de noordwestelijke variant visualisaties uitgevoerd met en zonder de aanwezigheid van hoge populieren. Onderstaande figuur geeft de wegbeelden op 45 en op 49s.

	Oorspronkelijke positie	Noordwestelijke positie
45 met		
45 zonder		
49 met		
49 zonder		

Figuur 78 Wegbeeld met blokpatroon geleiderail, lamellen en plaatsing populieren

Toelichting:

- 1 De belangrijkste bijdrage aan verbetering van de geleiding door de verbindingstoog leveren de zwart/wit geblokte geleiderails met groene lamellen.
De rij populieren draagt ook wel bij, maar is minder essentieel.
Duidelijk blijkt dat de noordwestelijke posities beter scoren wat betreft mogelijke afleiding bij het lezen van het bewegwijzeringsportaal dan de oorspronkelijke posities (zie beelden op 48 &)
- 2 Als de huidige posities worden aangehouden, is een grijs achtergrondpaneel rechts op het portaal noodzakelijk.

Opmerking:

- 1 De visualisaties gaan uit van volgende bomen op de Heylopperweg van ca. 30m. Bij een kleinere hoogte zullen de bomen pas dichterbij de toog zichtbaar zijn. Populieren van 20m hoog dragen dus minder bij aan de geleiding van de toog en maken (dan ook op afstand) niet duidelijk dat de windturbine ten zolden van de verbindingsweg staat. Tot 20m hoogte hebben de populieren dan ook geen tot weinig effect.
De bomen zullen pas na een lange groeiperiode (ca. 20 jaar) een hoogte van 30m bereikt hebben. Dit betekent dat de plaatsing van de windturbines hoogstens de toppen van de bomen niet zichtbaar zijn voor de weggebruiker en het positieve effect pas op zeer lange termijn te verwachten is. Het positieve effect kan versneld worden door vooruitlopend op de plaatsing van de windturbine populieren te planten die al groter zijn (6-8m).

4.6 Afleiding bij duisternis

De invloed van de aanwezigheid van de windturbines is alleen voor de dagsituatie beoordeeld. In de nachtsituatie kan de verlichting op de windturbine (continue branden rode lampen op ca. 160m hoogte van de voet van de turbine en de langzaam knipperende witte lichten op de gondel van de turbine) voor extra afleiding zorgen.

Voor de verbindingsweg Amsterdam – Arnhem geldt dat de aanwezigheid van openbare verlichting aan de buitenkant zijde een positief effect heeft op het zicht op het verloop van de verbindingsweg bij duisternis en het negatieve effect van de verlichting op turbine beperkt.

Om afleiding bij duisternis te beperken, dienen de volgende maatregelen getroffen te worden:

- Het toepassen van verlichting op de turbine die alleen wordt ingeschakeld wanneer een vliegtuig zich binnen een bepaalde straal van windturbine bevindt. Dit betekent dat de verlichting slechts zeer incidenteel brandt (beperkt aantal avond- en nachtvluchten) en de kans op afleiding dus zeer sterk wordt gereduceerd, of
- Het afschermen van de verlichting op de windturbine voor het wegverkeer.

4.7 Afleiding tijdens de bouwfase

In de rapportage is tot dusver aandacht besteed aan effecten van de windturbines op de rijtaak in de situatie dat de turbines in bedrijf zijn. Het is echter ook relevant om de periode van de plaatsing van de turbines te beschrijven. Het plaatsen van de turbines is een operatie die in potentie de aandacht van weggebruikers trekt met een mogelijk negatief effect op de verkeersveiligheid. In deze paragraaf wordt ingegaan op mitigerende maatregelen of negatieve beïnvloeding van de rijtaak zoveel mogelijk te beperken.

- Werkzaamheden, zowel op de grond als op hoogte, dienen zo min mogelijk zichtbaar te zijn voor de weggebruiker. Voor de meest kritische rij (Amsterdam – Arnhem) geldt dat werkzaamheden op de grond grotendeels niet zichtbaar zijn omdat de werkzaamheden visueel worden afgedekt door het grondlichaam van de verbindingsweg. Dit geldt uiteraard niet voor de werkzaamheden op hoogte, zoals het plaatsen van de as, gondel en rotorbladen. De maatregelen die in paragraaf 4.5 zijn benoemd, hebben voor een groot deel een positief effect op de zwaarte rijtaak, ook zonder de aanwezigheid van de turbine (onder meer het verwijderen van de busschage en het afschermen van de hoog met lamellen en blokmarkering op de geleiderail). Door deze maatregelen voor het plaatsen van de turbine uit te voeren, wordt het positieve effect ook meegenomen in de realisatiefase.
- De meest kritieke maatregelen (werkzaamheden op hoogte) dienen te worden uitgevoerd in een verkeersluwe periode, zodat zo min mogelijk weggebruikers afleiding ondergaan van de werkzaamheden. Hierbij kan gedacht worden aan de zomervakantie of in het weekend en in ieder geval in periodes buiten de spits. Beter nog is om deze werkzaamheden uit te voeren tijdens een stremming van de verbinding Amsterdam – Arnhem (vanwege gepland onderhoud).
- Afleidende werkzaamheden dienen in een zo kort mogelijke periode te worden uitgevoerd, zodat de duur van de afleiding beperkt blijft.

- Indien de meest kritische werkzaamheden niet uitgevoerd kunnen worden tijdens een stremming, moeten waarschuwborden worden geplaatst op de wegvakken stroomopwaarts van de turbines. Weggebruikers worden geattendeerd op de werkzaamheden, zodat het attentieniveau wordt verhoogd. Het plaatsen van antizichtschermen lijkt weinig toegevoegde waarde te hebben voor de meest kritische werkzaamheden; deze werkzaamheden vinden plaats op dusdanige hoogte dat de schermen de werkzaamheden niet aan het zicht van de weggebruiker kunnen onttrekken.
- Indien werkzaamheden tijdens duisternis worden uitgevoerd, dan is het belangrijk dat bouwverlichting het verkeer niet afleidt: de verlichting dient in de richting van het verkeer afgeschermd te worden.
- De aanvoer van grote onderdelen zoals rotorbladen (bijzonder transport) vindt plaats conform de geldende voorschriften (met begeleiding en buiten de spits).

5 Conclusies en aanbevelingen

Inleiding

In eerdere onderzoeken is geconcludeerd dat de geplande windturbine naast knooppunt Oudersrijn voor dermate visuele afleiding zorgt, dat een negatief effect op de verkeersveiligheid wordt verwacht. Met dit uitgebreider onderzoek is nogmaals een human factors evaluatie uitgevoerd en specifiek aandacht besteed aan het wegontwerp, verkeersveiligheid en het effect van mitigerende maatregelen.

De effecten op human factors en verkeersveiligheid zijn beoordeeld voor vier ritten door het knooppunt:

- A12 rechts => A2 rechts (Gouda => Den Bosch)
- A12 rechts => A2 links/A12 rechts (Gouda => Amsterdam/Amhem)
- A2 links => A2 links (Den Bosch – Amsterdam)
- A2 rechts => A12 rechts (Amsterdam – Amhem)

Conclusies

- Uit de beschouwing op human factors, verkeersveiligheid en verkeer volgt dat alleen voor de rit Amsterdam – Amhem maatregelen noodzakelijk zijn om het negatieve effect van de oostelijke windturbine op verkeersveiligheid te mitigeren. De combinatie van de complexiteit van deze rit met de grote impact van de aanwezigheid van de meest oostelijke windturbine, maken dat het noodzakelijk is om mitigerende maatregelen te treffen. Voor de andere ritten geldt weliswaar dat de ritten ook complex zijn (met uitzondering van de rit Den-Bosch – Amsterdam), maar dat de impact van de windturbine(s) beperkt is.

	Gouda – Den Bosch	Gouda – Amsterdam	Den Bosch – Ams.	Amsterdam – Amhem
Verkeer				
Ongevallen				
Human factors				
Impact windturbine(s)				
Mitigerende maatregelen?	Nee	Nee	Nee	Ja

Voor de rit Amsterdam – Amhem geldt dat de volgende ongewenste effecten optreden als gevolg van de aanwezigheid van de meest oostelijk geprojecteerde windturbine:

- Afleiding door de windturbine (draaiende rotorbladen) op het gedeelte van het weefvak waar de weggebruiker de bewegwijzering leest. De windturbine is zichtbaar in het centrale gezichtsveld vlak naast het bewegwijzeringspaneel (op dezelfde hoogte).
- Geen continuïteit in het zicht op de windturbine: de windturbine is na het viaduct in beeld (maar lijkt links van de weg te staan), verdwijnt vervolgens uit beeld door de bosschage aan de linkerkant en is vervolgens weer in beeld vlak voor het viaduct over de A12.
- Onduidelijk waar de turbine zich bevindt ten opzichte van de verbindingsweg Amsterdam – Amhem.
- Afleiding door de windturbine (draaiende rotorbladen) op het gedeelte van de verbindingsweg waar de weggebruiker de bewegwijzering leest. De rotorbladen zijn rechtsboven en direct naast het bewegwijzeringspaneel zichtbaar.

Daarnaast geldt dat de huidige situatie ook nadelen kent op het gebied van human factors en verkeersveiligheid: het verloop van de verbindingsweg Amsterdam – Amhem wordt beperkt geaccentueerd en het zicht op het verloop van de verbindingsweg en de bewegwijzering wordt beperkt door een bosschage aan de zijte van de binnenbocht.

- Voor bovengenoemde ongewenste effecten zijn diverse mitigerende maatregelen beschouwd. Hierbij is gekeken naar de voorkeurspositie van de meest oostelijke windturbine en een alternatieve positie (ca. 100m ten noordwesten van de voorkeurspositie). Het volgende pakket aan mitigerende maatregelen is noodzakelijk:

Maatregelen		
Probleem	Maatregel 1	Maatregel 2
Interferentie met bewegwijzering op weefvak	- Paneel aanbrengen op bewegwijzeringsportaal - Bewegwijzeringsportaal aan de linkerzijde verengen en ook voorzien van een paneel	Paneel aanbrengen op bewegwijzeringsportaal
Ondbreken van continuïteit in het zicht op de windturbine en het verbeteren van het zicht op het wegverloop	Verwijderen bosschage linkerzijde	Verwijderen bosschage linkerzijde
Slechte geleiding verbindingssloot	- Aanbrengen zwart-wit blokpatroon op geleiderail zijde buitenbocht - Aanbrengen groene lamellen op de geleiderail zijde buitenbocht	- Aanbrengen zwart-wit blokpatroon op de geleiderail zijde buitenbocht - Aanbrengen groene lamellen op de geleiderail zijde buitenbocht
Benadrukken positie windturbine ten opzichte van verbindingsweg	- Optioneel plaatsen rij populieren - Het plaatsen van een rij populieren tussen de verbindingsweg en windturbine heeft slechts op lange termijn een beperkt positief effect	- Optioneel plaatsen rij populieren - Het plaatsen van een rij populieren tussen de verbindingsweg en windturbine heeft slechts op lange termijn een beperkt positief effect
Interferentie met bewegwijzering op weefvak	Paneel aanbrengen op bewegwijzeringsportaal	Geen maatregelen

Uit bovenstaande tabel blijkt dat er voor de oorspronkelijke positie extra mitigerende maatregelen noodzakelijk zijn; dit geldt voor het voorkomen van interferentie tussen de rotorbladen en de bewegwijzering, zowel op het weefvak als op de verbindingsweg.

De mitigerende maatregelen zoals voorgesteld leiden tot een aanvaardbaar risico voor het plaatsen van de windturbines

- De mitigerende maatregel met het grootste effect en grootste noodzaak betreft het verwijderen van de bosschage.
- Achtergrondpanelen bij de bewegwijzering net na het viaduct voor de verbindingssloot en lamellen en de zwart/witblokken op geleiderail in de verbindingssloot zijn ook noodzakelijk.
- De noordwestelijke positie van de windturbine heeft de voorkeur, maar met het aanbrengen van een grijs achtergrondpaneel op het eerste bewegwijzeringsportaal op de verbindingssloot is ook de oorspronkelijke positie toepasbaar.
- Het plaatsen van populieren is een optionele maatregel (heeft pas op lange termijn een beperkt effect)

In onderstaande tabel is het effect van het pakket mitigerende maatregelen samengevat.

	Zonder windturbine	Met windturbine en mitigerende maatregelen	
Verkeer			De windturbine en mitigerende maatregelen hebben geen impact op de verkeerskenmerken (intensiteiten, verdeling verkeer, kans op congestie etc.)
Ongevallen			Het is de verwachting dat de plaatsing van windturbine inclusief mitigerende maatregelen niet leidt tot een toename van het aantal ongevallen
Human factors			De mitigerende maatregelen zorgen ervoor dat de rijbaan niet complexer wordt wanneer de windturbine aanwezig is. De rij Amsterdam – Arnhem blijft lastig vanuit het perspectief van human factors

- Bij duisternis dient de verlichting op de windturbines alleen ingeschakeld te worden als dit noodzakelijk is vanwege naderend vliegverkeer en/of het licht in de richting van de weggebruikers afgeschermd te worden (verlichting alleen van boven waarneembaar).
- Tijdens de aanleg van de windturbines is het noodzakelijk om de afleiding door de werkzaamheden te beperken. Bij voorkeur worden de meest afleidende werkzaamheden uitgevoerd in een periode dat de verbinding gestremd is (vanwege groot onderhoud). Indien dit niet mogelijk is, dan dienen de werkzaamheden te worden uitgevoerd in verkeersluwe periodes, aangezien het niet mogelijk is om met zichtschermen de werkzaamheden op hoogte visueel te onttrekken aan het zicht van het wegverkeer. De afleidende werkzaamheden dienen in een zo kort mogelijke periode te worden uitgevoerd.

Aanbevelingen

Ook zonder de plaatsing van de windturbines is het wenselijk om het zicht op het verloop van de verbindingsweg richting Arnhem (en de aanwezige bewegwijzering) te verbeteren door het verwijderen van de bosschage aan de linkerzijde.

Bijlage A Weg- en verkeerskenmerken

In deze bijlage zijn de weg- en verkeerskenmerken van 4 ritten opgenomen:

- Intensiteiten zijn afkomstig uit INWEVA (gegevens lussen signalering) en van toepassing op de maand xxx. Voor de spitsen zijn de intensiteiten van 2-uursperiodes weergegeven
- Wegkenmerken afgeleid uit Streetsmart (datum informatie)
- Wegkenmerken zijn getoetst aan ROA 2019 (Rijkswaterstaat GPO, 21 oktober 2019) en Handreiking Bewegwijzeringsschema's, Bewegwijzering Autosnelwegen (Rijkswaterstaat GPO, 2 maart 2017)
- Snelheidsbeelden (filevorming) is gebaseerd op Google Maps traffic (typisch verkeer)

Gouda – Den Bosch



 55.2 re (m 56.5 re)

Functioneel

- Houderrijbaan AT2
- 4-strooks asymmetrisch
- Waaivak
- Snelheid 100 km/u

Geometrisch:

- Rijstrookbreedte: +/- 3.5 meter
- Breedte vluchtstrook: > 1 meter
- Geen alignment, wegvak naar rechtstand
- Lengte weefvak: (puntstuk tot puntstuk) +/- 1250 meter



Inrichting en uitrusting

- Geleiderail middenberm
- Geleiderail obstakels berm
- Openbare verlichting aanwezig
- Voorankondiging A: 410 meter (500 meter)
- Voorankondiging B: 830 meter (700 meter)

Omgevingselementen

- Landbouwgronden naast rijbaan
- Bebouwing verder stroomafwaarts zichtbaar
- Hoge mate beplanting
- Geluidscherm



56.5 re l/m 57.0 x

Functioneel:

- Rijbaan A12x
- 4-streks asymmetrisch weefvak
- Wegvak voor verbindingsbaan A2
- Snelheid 100 km/u

Geometrisch:

- Breedte afvoegen: +/- 3.0m
- Breedte vluchtstrook: +/- 3.5m
- Toelichtingsafstand: +/- 500m

**Inrichting en uitrusting:**

- Signaalscheiding knip over in fysieke middenberm, gevuld door geleiderail
- Obstacle vrije zone
- Openbare verlichting aanwezig, maar niet afgeschermd.

Omgevingselementen

- Viaduct zichtbaar
- Parallelweg/ritspad aanwezig en zichtbaar naast rijbaan



57.0 x l/m 57.7 x

Functioneel:

- Verbindingsbaan richting A2
- 1 Rijstrook
- Snelheid 100 km/u

Geometrisch:

- Rijstrookbreedte: +/- 3.7m
- Breedte vluchtstrook: +/- 3.0m
- Horizontaal alignment

**Inrichting en uitrusting:**

- Obstacle vrije zone voldoende
- Openbare verlichting aanwezig, maar niet afgeschermd

Omgevingselementen

- Viaduct zichtbaar, opeenvolgend nabijbaar
- Watergangen zichtbaar



57.0 x l/m 57.7 x

Functioneel:

- Verbindingsbaan richting A2
- 1 Rijstrook
- Snelheid 100 km/u

Geometrisch:

- Rijstrookbreedte: +/- 3.7m
- Breedte vluchtstrook: +/- 3.0m
- Horizontaal alignment

**Inrichting en uitrusting:**

- Obstacle vrije zone voldoende
- Openbare verlichting aanwezig, maar niet afgeschermd.

Omgevingselementen

- Viaduct zichtbaar, opeenvolgend nabijbaar
- Watergangen zichtbaar



Typische ochtendspits (donderdag 8:45)



Typische ochtendspits (donderdag 17:15)



Gouda – Amsterdam



 **55.2 re t/m 55.5 re**

Functioneel:

- Hoofdrijbaan A12
- 4-strooks asymmetrisch weefvak
- Snelheid 100 km/u

Geometrisch:

- Rijstrookbreedte: +/- 3.5 meter
- Breedte vluchtstrook: >3 meter
- Geen alignement, wegvak met rechtstand
- Lengte weefvak: (puntstuk tot puntstuk) +/- 1250 meter.



Inrichting en uitrusting

- Geleiderail middenberm
- Geleiderail obstakels berm
- Openbare verlichting aanwezig
- Vooraankondiging A: 410 meter (500 meter)
- Vooraankondiging B: 830 meter (700 meter)

Omgevingselementen

- Landbouwgronden naast rijbaan
- Bebouwing verder stroomafwaarts zichtbaar
- Hoge mate beplanting
- Geluidsscherm



56.5 re l/m 57.0 a

Functioneel:

- Rijbaan A12
- 2-streks asymmetrisch weefsel
- Wegvak voor verhoging sluis A2
- Snelheid 100 km/u

Geometrisch:

- Breedte in/voeger: +/- 4.0m
- Breedte vluchstrook: +/- 3.5m
- Turbulentieafstand: +/- 500m

**Inrichting en uitrusting:**

- Rijbaanverdeling naar over- en flyover met middenberm, geveld door geleiderail
- Obstaclevrije zone
- Openbare verlichting aanwezig, maar niet afgestemd

Omgevingselementen

- Viaduct zichtbaar
- Parallelweg/rijbaan aan weerszijden zichtbaar naast rijbaan



57.0a re l/m 57.6 re

Functioneel:

- Rijbaan A12
- 2 rijstroeken vluchstrook
- Snelheid 100 km/u

Geometrisch:

- Rijstrookbreedte: +/- 3.2m
- Breedte vluchstrook: +/- 3.5m
- Rijbaanbreedte: +/- 11.4m
- Turbulentieafstand: +/- 500m

**Inrichting en uitrusting:**

- Voorankondiging A) +/- 100m
- Voorankondiging B) +/- 100m
- Bochtverlichting begin kruis
- Lange uitvoeger: +/- 100m
- Uitvoeger loopt onder viaduct (57,1x)

Omgevingselementen

- Viaduct zichtbaar
- Waaiergang in/plan verbindingskanaal



63.8a re l/m 63.7n

Functioneel:

- Rijbaan A2n
- 2+1 weefsel
- Snelheid 100 km/u

Geometrisch:

- Breedte in/voeger +/- 3.3 meter
- Rijbaanbreedte +/- 13.2 meter
- Horizontaal alignement (afbuiging naar posten)
- Verticaal alignement (weefsel driekant - papendorp)

**Inrichting en uitrusting:**

- Bewegwijzering en signalering
- Viaduct bij 63.5n
- Obstaclevrije zone afgeschermd met geleiderail
- Geleiderail in middenberm

Omgevingselementen

- Weg gaat over A17 naar



Typische ochtendspits (donderdag 8:45)



Typische ochtendspits (donderdag 17:15)



Den Bosch – Amsterdam





64.9 li t/m 64.3 li

Functioneel:

- A2 Hoofdringbaan links
- 2+2-weefvak
- Wegvak met splitsing A2 Amsterdam/Utrecht
- Lengte weefvak: >1200m

Geometrisch:

- Rijstrookbreedte: +/- 3.4 meter
- Geen alignement, wegvak met rechtstand



Inrichting en uitrusting

- Vooraankondiging A: 300m
- Vooraankondiging B: 500m
- Bewegwijzering en signalering
- Geleiderail middenberm
- Geleiderail obstakels berm
- Openbare verlichting aanwezig

Omgevingselementen

- Visuele vernauwing



64.3 li t/m 63.2 li

Functioneel:

- A2 Hoofdringbaan links
- 2 rijstroken
- Wegvak na splitsing

Geometrisch:

- Rijstrookbreedte: +/- 3.3m
- Breedte vluchtstrook: 3.0m
- Geen alignement, wegvak met rechtstand



Inrichting en uitrusting

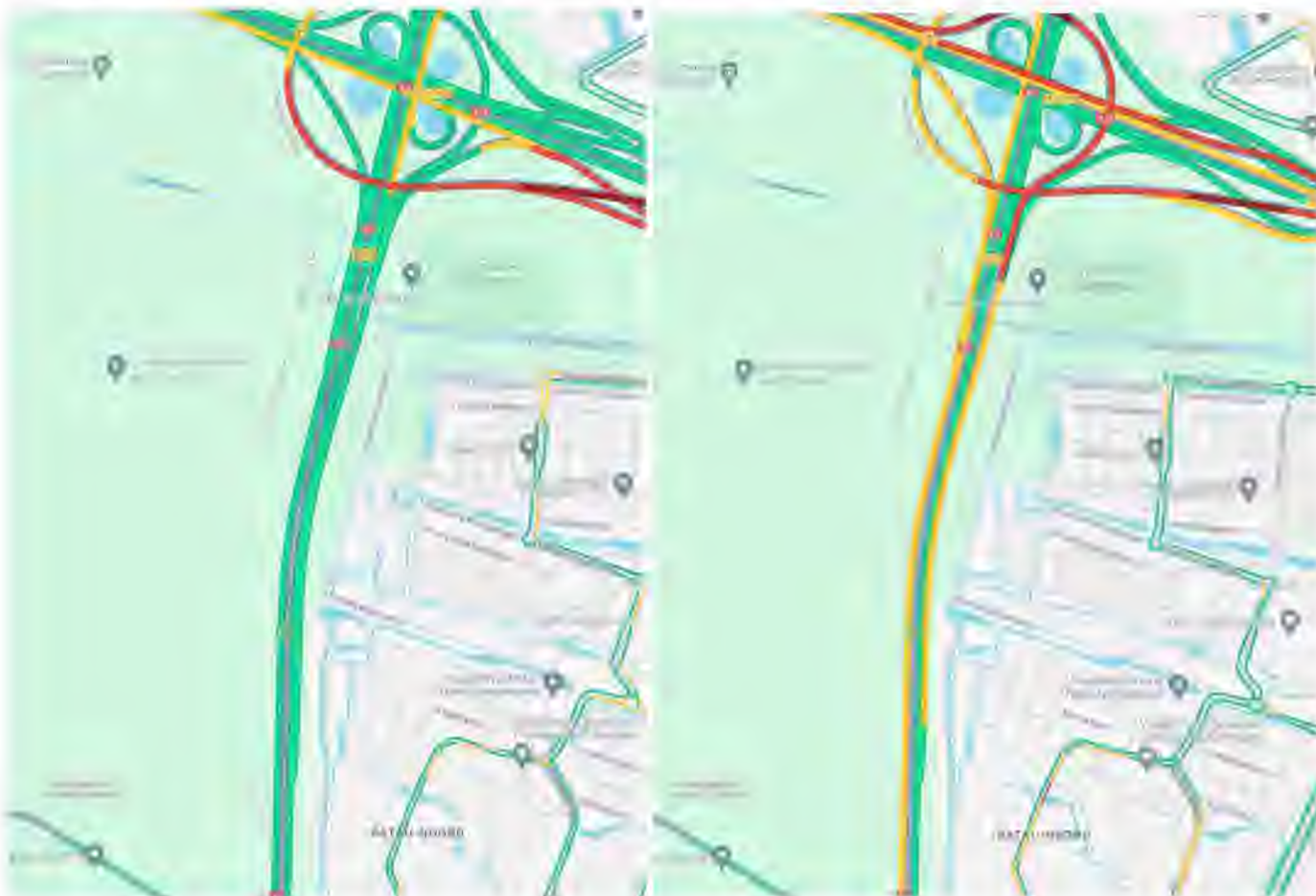
- Bewegwijzering en signalering
- Geleiderail middenberm
- Geleiderail obstakels berm
- Openbare verlichting aanwezig

Omgevingselementen

- Visuele vernauwing door geleiderail



Typische ochtendspits (donderdag 8:35) en typische avondspits (donderdag 17:40)



Amsterdam – Arnhem





62.7g – 63.0g

Functieel:

- Rijbaan A2g
- 2 rijstroken, 1 vluchtstrook

Geometrisch:

- Rijstrookbreedte: +/- 3,0m
- Breedte vluchtstrook: +/- 4,3m
- Geen alignement, wegvak met rechtstand
- Afstand puntstok tot puntstok: +/- 370m

**Inrichting en uitrusting**

- Rijbaanscheiding met markering tot 62.8r
- Fysische rijbaanscheiding vanaf 62.8r
- Geleiderail in middenberm
- Openbare verlichting, ook afgeschermd

Omgevingselementen

- Viaduct Marink van Tjsselom (67.7r)
- Hoge wand naast rijbaan door viaduct



63.0g – 63.4g

Functieel:

- Rijbaan A2g
- 2+2 weefvak
- Weefvak voor splitsing Ring A12 / A14
- Samenvoeging met rijbaan A1

Geometrisch:

- Rijstrookbreedte: +/- 3,5m
- Breedte vluchtstrook: +/- 4,7m
- Horizontaal alignement
- Afstand puntstok tot puntstok: +/- 550m

**Inrichting en uitrusting**

- Vooraankondiging A: +/- 320m
- Vooraankondiging B: +/- 800m
- Openbare verlichting, ook afgeschermd
- Geleiderail in middenberm

Omgevingselementen

- Viaduct A2 (63.4g)



63.6g – 63.9g

Functieel:

- Verbindingsboog (g) A2
- 1 rijstrook
- Snelheid 80 km/u

Geometrisch:

- Rijstrookbreedte: +/- 3,5m
- Breedte vluchtstrook: +/- 4,7m
- Horizontaal alignement
- Verticaal alignement

**Inrichting en uitrusting**

- Geleiderail middenberm
- Geleiderail obstakelvrije zone
- Openbare verlichting aanwezig, ook afgeschermd

Omgevingselementen

- Vrij zicht
- Bomen zorgen voor geleiding

 63.9g – 64.9g Functioneel: • Wegvak voor splitsing A12/A12Rijng • 2+1 Configuratie (Tot 64.6g) • 2+2 Configuratie (Tot 65.9g) • Snelheid 80 km/u Geometrisch: • Rijstrookbreedte: +/- 3.2m • Breedte vluchstrook: +/- 3.4m • Horizontaal alignement • Afstand puntstuk tot puntstuk: +/- 1000m		Inrichting en uitrusting • Vooraankondiging A: +/-220m • Vooraankondiging B: +/-600m Omgevingselementen • Viaduct A2 (63.3g) • Openbare verlichting aanwezig, ook afgeschermd • Bosschages in midden- en buitenberm
--	--	--



Typische ochtendspits (donderdag 8:50) en typische avondspits (donderdag 17:30)



Colofon

VERKEERSVEILIGHEIDSONDERZOEK WINDTURBINE OUDENRIJN

KLANT

Gemeente Utrecht en Rijkswaterstaat

AUTEUR

5.1.2.e

PROJECTNUMMER

30221982

ONZE REFERENTIE

EYDMQHJHUFDA-287862465-107;1

DATUM

1 oktober 2024

STATUS

Concept

GECONTROLEERD DOOR

VRIJGEGEVEN DOOR

5.1.2.e

Senior adviseur

Niels Beenker

Hoofd adviesgroep Duurzaamheid en Gedrag in Mobiliteit

Over Arcadis

Arcadis is de leidende wereldwijd opererende datagedreven duurzame ontwerp-, advies- en consultancyorganisatie op het gebied van de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij zijn met 36.000 architecten, data-analisten, ingenieurs, projectplanners, water- en duurzaamheidexperts. Onze gedeelde passie is: Improving quality of life. Toewijding aan de strategie 'accelerating a planet positive future' onderschrijft onze wereldwijde samenwerking met klanten en hoe we hen helpen met duurzame projectkeuzes. We combineren digitale met mensgerichte innovaties en omarmen toekomstgerichte vaardigheden op het gebied van milieu, energie, water, gebouwen, transport en infrastructuur. We werken vanuit meer dan dertig landen en rapporteerden in 2023 een bruto omzet van 5 miljard euro. www.arcadis.com

www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

T → 51126

Arcadis. Improving quality of life

Volg ons op



[Arcadis](#)



[arcadis_n](#)



[ArcadisNederland](#)