

5.2.1	Probleem	31	
5.2.2	Advies / Oplossing	33	
5.3	Voorbeeld 3: Afleiding, misleiding en schrik door plotseling opdoemende windturbine (voorbeeld Zonzeel 3, Noord - Oost)	34	
5.3.1	Probleem	34	
5.3.2	Advies / Oplossing	36	
5.4	Voorbeeld 4: Misleiding in Bocht/boog (Voorbeeld N33)	38	
5.4.1	Probleem	38	
5.4.2	Advies / Oplossing	38	
5.5	Voorbeeld 5: Afleiding en misleiding in bocht (afrit) (voorbeelden bij knooppunten A16)	40	
5.5.1	Probleem	40	
5.5.2	Advies / Oplossing	41	
5.6	Voorbeeld 6: Misleiding in bocht (afrit) (voorbeeld Klaverpolder 3)	42	
5.6.1	Probleem	42	
5.6.2	Advies/ oplossing	42	
5.7	Voorbeeld 7: Misleiding op wegvak (Voorbeeld A16 bij knooppunt Hazeldonk)	44	
5.8	Probleem	44	
5.8.1	Advies/ oplossing	44	
5.9	Praktijk evaluatie: Ongevallen ter hoogte van Windturbinepark de Hartel 2	45	
5.9.1	Inleiding	45	
5.9.2	Invloedgebied windturbines	46	
5.9.3	Resultaten	47	

Datum
28 januari 2018

1 Inleiding

Datum
28 januari 2018

1.1 Waarom een Handreiking

Windenergie neemt in de transitie naar een duurzame energievoorziening een belangrijke plaats in. Het aantal windturbines in Nederland neemt dan ook snel toe. Bij de plaatsing van windturbines langs (rijks)wegen dient rekening gehouden te worden met mogelijke ongewenste effecten op de verkeersveiligheid en beheerdersbelangen. Dit document biedt inzicht in dit thema voor medewerkers van Rijkswaterstaat (RWS) zoals vergunningverleners, adviseurs Ruimtelijke Ordening (RO'ers) en verkeersveiligheidsdeskundigen maar ook aan marktpartijen zoals ontwikkelaars en adviesbureaus. Er wordt een 'voorgestelde aanpak' beschreven die helpt om te bepalen of nieuwe windturbines de verkeersveiligheid op rijkswegen in gevaar kunnen brengen. Gezien het belang van verkeersveiligheid is aan te bevelen dat alle vergunningverlenende overheden dit document gebruiken bij het beoordelen van voorstellen voor windturbines langs wegen. Er wordt geen aandacht geschonken aan fysieke onveiligheid in de vorm van bijvoorbeeld afvallend ijs of onderdelen van de turbines, en de botsveiligheid van (de locatie van) turbines. Voor de laatste wordt verwezen naar de Richtlijn Ontwerp Autosnelwegen Veilige Inrichting van Bermen¹.

In een deel van de gevallen kan aan de hand van de criteria in hoofdstuk 2 en een statische visualisatie tot een inschatting worden gekomen. In andere gevallen zal die eerste beoordeling aanleiding zijn voor een uitgebreider onderzoek met animatie (visualisatie met bewegende beelden vanuit het perspectief van de weggebruiker) en beoordeling door experts.

1.2 Juridisch kader

Langs rijkswegen ligt een gebied waarbinnen de Wet beheer rijkswaterstaatswerken² (Wbr) van toepassing is. Voor activiteiten binnen dit Wbr-gebied geldt op grond van de Wbr een vergunningplicht waarvoor Rijkswaterstaat het bevoegd gezag is.

Windturbines die in het Wbr-gebied staan of er overheen draaien zijn Wbr-plichtig. Voor Wbr-plichtige windturbines volgt uit de Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatswerken³ dat Aanvullend onderzoek naar verkeersveiligheidseffecten volgens de beleidsregel nodig is als:

1. *de windturbine nabij een knooppunt of aansluiting wordt geplaatst, of als de rotorbladen zich boven de verharding zullen bevinden, of*
2. *de windturbine binnen 30 meter uit de rand van de verharding komt te staan en op parkeerplaatsen en tankstations gelegen langs autowegen of autosnelwegen, als bedoeld in het Reglement verkeersregels en verkeerstekens 1990 artikel 1c,d, met een directe aansluiting op de autoweg of autosnelweg, die primair bestemd zijn voor een kort oponthoud van de weggebruiker,*

Reden voor aanvullend onderzoek in deze gevallen is de verzwaring van de rijtaak doordat de turbine in de zogenaamde turbulentiezone van een aansluiting of knooppunt staat. De ontwerprichtlijnen van Rijkswaterstaat definiëren deze zone als: 'Daar waar sprake is van turbulentie door de verplichte en anticiperende rijstrookwisselingen en afwijkingen in volgtijden en verdeling over rijstroken en/of nabij een krappe (verbindings)boog.'

¹ <http://publicaties.minienm.nl/documenten/roa-veilige-inrichting-van-bermen>

² Wbr: Wet beheer rijkswaterstaatswerken. Te raadplegen op:
<http://wetten.overheid.nl/BWBR0008331/2015-01-01>

³ Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatswerken <http://wetten.overheid.nl/BWBR0013685/2015-11-21>

Als de windturbine *buiten* het Wbr-gebied staat en niet overdraait, verzoekt Rijkswaterstaat het bevoegde gezag rekening te houden met eventuele consequenties voor de verkeersveiligheid. Die kunnen met de voorgestelde aanpak in dit document worden ingeschat. Dit is met name van belang bij knooppunten en aansluitingen.

Datum
28 januari 2018

1.3 Omgevingswet

De Omgevingswet zal per 1 januari 2021 in werking treden. Onder andere de Wbr gaat op in de Omgevingswet. Daarmee wordt het Wbr-gebied vervangen door het beperkingengebied. Er is echter nog geen duidelijkheid over hoe bestaande beleidsregels blijven werken naast de Omgevingswet. Dit is ook afhankelijk van de inhoud van de betreffende beleidsregel. Voor de beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatswerken zal in ieder geval het toetsingskader blijven bestaan. Dit betekent dat als er voor de plaatsing van een windturbine langs een rijksweg een omgevingsvergunning voor een beperkingengebied-activiteit nodig is (vervanger van de Wbr vergunning) vanwege overdraaien of plaatsing van een windturbine in het beperkingengebied, de bepalingen uit de beleidsregel toegepast moeten worden. Een windturbine op een verzorgingsplaats wordt in de Omgevingswet echter vergunningsvrij. Wel gaat er een meldingsplicht gelden waar Rijkswaterstaat als bevoegd gezag maatwerkvoorschriften aan kan verbinden. Ook daarvoor kan het toetsingskader uit de beleidsregel, en dus ook dit document, toegepast worden.

1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 is de ruggengraat van de aanpak: welke stappen moet je doorlopen om de verkeersveiligheidseffecten van de geplande windturbine in te schatten. Hoofdstuk 3 beschrijft een aantal veiligheidsproblemen en middelen om die problemen op te lossen. In hoofdstuk 4 is een samenvatting van literatuur over de verkeersveiligheidseffecten van windturbines opgenomen. Hoofdstuk vijf bevat bijlagen met voorbeelden en lessen uit de praktijk.

2 De stappen in het proces

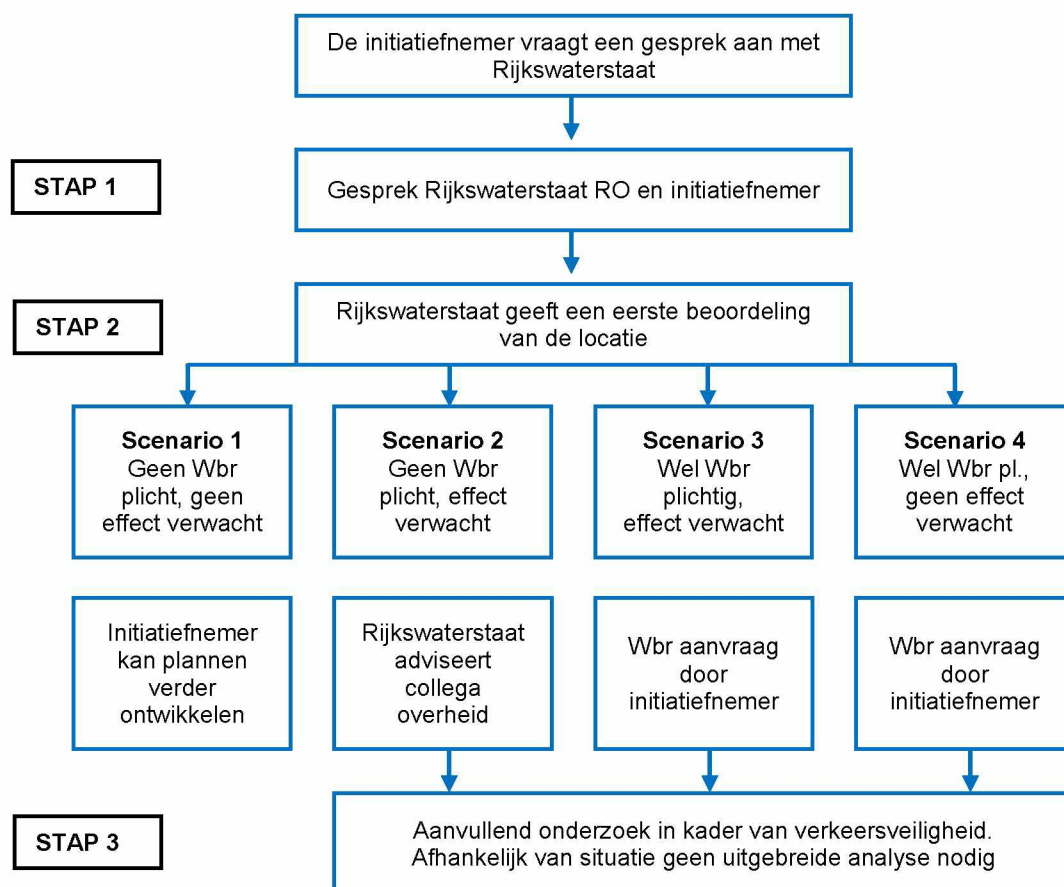
Datum
28 januari 2018

In het verleden vond naar aanleiding van de aanvraag voor de Wbr-vergunning een gesprek plaats tussen initiatiefnemer en Rijkswaterstaat. Dat gebeurde vaak in een laat stadium van de ontwikkeling van het windpark, waarbij al veel zaken vastlagen. We stellen voor dat de initiatiefnemer en de medewerkers van Ruimtelijke Ordening (RO) van Rijkswaterstaat elkaar in een eerder stadium spreken zodat de mogelijkheid ontstaat om vanuit het windpark beter rekening te houden met de verkeersveiligheidseffecten. Dit in tegenstelling tot het proces dat in gang wordt gezet bij een aanvraag via het vergunningverleningskanaal van Rijkswaterstaat (<https://www.rijkswaterstaat.nl/wegen/wetten-regels-en-vergunningen/vergunningen-rijkswegen/index.aspx>).

Dit hoofdstuk beschrijft het voorgestelde beoordelingsproces voor de veiligheidseffecten van turbines. Het beschrijft de stappen en biedt schema's om per situatie de juiste keuzes te maken wat betreft onderzoek en maatregelen. Deze stappen staan in figuur 1. Het oordeel vanuit verkeersveiligheid kan zijn:

- 'Acceptabel',
- 'Acceptabel mits mitigerende maatregelen worden genomen',
- 'Onacceptabel'.

Als het oordeel 'onacceptabel' luidt dan kan de vergunning worden afgewezen of kan worden gekozen voor uitgebreider onderzoek in een rijnsimulator met proefpersonen.' Het is dan aan de initiatiefnemer om dat onderzoek te laten uitvoeren of om meteen een andere, veiliger, locatie voor de betreffende turbine te zoeken.



Figuur 1: Aanpak melden en afwegen plaatsing windpark nabij Rijksweg in drie stappen

2.1 Stap 1: Gesprek initiatiefnemer - Rijkswaterstaat

Datum
28 januari 2018

Informatie-uitwisseling staat in deze fase centraal: Rijkswaterstaat wordt op de hoogte gebracht van de plannen van de initiatiefnemer en licht de initiatiefnemer in over mogelijke verkeersveiligheids-problemen en de consequenties daarvan voor het verdere proces (zie Figuur 1). Met deze stap kunnen al in een vroeg stadium mogelijke veiligheidsproblemen gesignaleerd worden. De initiatiefnemer is vanaf het begin op de hoogte van mogelijke problemen en hoe hij daarmee om kan gaan. Soms maakt een kleine verandering in de locatie al verschil.

Het proces begint bij de Initiatiefnemer. Deze neemt contact op met Rijkswaterstaat via de landelijke informatielijn⁴. Initiatiefnemer vraagt in contact te worden gebracht met een medewerker Ruimtelijke Ordening (RO) van de relevante RWS-regio en beschrijft zijn initiatief. Nadat initiatiefnemer met een medewerker in contact is gebracht wordt een afspraak gemaakt waar op basis van onderstaande informatie een eerste inschatting wordt gemaakt van de situatie (het overleg betreft stap 2). De medewerker RO wordt indien nodig ondersteund door een adviseur verkeersveiligheid van Rijkswaterstaat.

De gegevens die de initiatiefnemer aan Rijkswaterstaat levert zijn:

- Een kaart van de huidige situatie, zonder windturbines. Dit kan ook een satellietfoto zijn van de betreffende omgeving.
- Een kaart van de locatie met de windturbines. Eisen aan de kaart:
 - De exacte locatie(s) van de geplande windturbine(s) (coördinaten in Rdx,Rdy).
 - De locatie van de windturbine is een punt; daaromheen wordt een cirkel geprojecteerd die de verwachte maximale rotordiameter weergeeft. Dit moet voldoende nauwkeurig worden weergegeven zodat Rijkswaterstaat kan bepalen of de windturbines Wbr-plichtig zijn.
 - De windturbines op de kaart zijn genummerd om de communicatie te vergemakkelijken.
- Technische/fysieke beschrijving van de turbines:
 - De hoogte van de turbinemast en de lengte van de rotorbladen;
 - De afstand van de turbine(s) tot de (weg)verharding;
 - De positie ten opzichte van de meest nabije hectometerpaal.
- Aanvullende informatie over eventuele tijdelijke maatregelen met het oog op bouw en onderhoud: Is er een kraanopstelplaats, zijn er toegangswegen, bouwverkeer etc.
- Enkele (statische) visualisaties vanuit de weg met daarin (waarheidsgetrouw) verwerkt de te plaatsen windturbines.

⁴ De landelijke informatielijn is te bereiken via: <https://www.rijkswaterstaat.nl/over-ons/contact>

2.2 Stap 2: Voorlopige beoordeling door Rijkswaterstaat

Datum
28 januari 2018

Op basis van bovengenoemde informatie vindt een oriënterend gesprek plaats tussen de initiatiefnemer en Rijkswaterstaat. Doel van dit eerste gesprek is het informeren van beide partijen en het bespreken van de consequenties van de windturbines voor de verkeersveiligheid op de rijksweg. In figuur 1 staan de mogelijke uitkomsten van de voorlopige beoordeling beschreven:

1. Geen Wbr-vergunning nodig en geen verkeersonveilige situatie verwacht,
2. Geen Wbr-vergunning nodig, wel een verkeersonveilige situatie verwacht,
3. Wbr-vergunning nodig, wel een verkeersonveilige situatie verwacht,
4. Wbr-vergunning nodig en geen verkeersonveilige situatie verwacht.

Zoals eerder vermeld zijn turbines die zich in het Wbr-gebied bevinden of daarover draaien met het rotorblad Wbr-vergunningplichtig. Naast de beoordeling van de vergunningplicht is vooral de voorlopige beoordeling van de impact op de verkeersveiligheid van belang. Hieronder wordt daar op ingegaan.

Beoordelingscriteria impact verkeersveiligheid

Voor de verkeersveiligheidsbeoordeling van een weg met windturbines wordt onderscheid gemaakt tussen windturbines langs een recht wegvak (tabel 1), windturbines bij bogen en/of knooppunten (tabel 2) en bij aansluitingen (tabel 3). Onderstaande tabellen geven aan welke situaties acceptabel zijn of wanneer aanvullend onderzoek nodig is.

Wegvakken	
Situatie	Conclusie
• Rotor geplande turbine(s) draait niet over de verharding (afstand mast tot verharding minimaal halve rotordiameter met een minimum van 30 meter), • Eventuele rij turbines loopt (vrijwel) evenwijdig aan de weg. • Eventuele rij turbines loopt niet evenwijdig aan de weg maar wordt zodanig door begroeiing en/of bebouwing afgedekt dat deze vanuit het perspectief van de weggebruiker niet als rij waargenomen kan worden.	Zonder meer acceptabel.
Niet voldaan aan bovengenoemde criteria en/of windturbine niet vanaf onderliggend weggennet bereikbaar voor bouw en onderhoud.	Niet zonder meer acceptabel. Volgende stap is beoordeling van animatie door experts (zie paragraaf 2.3).

Tabel 1 Relevante criteria en conclusie bij de situatie 'Wegvakken'

Bogen waarbij de boogstraal niet voldoet aan de criteria in de ontwerprichtlijnen en Knooppunten (inclusief verbindingbogen)	
Situatie	Conclusie
Windturbine niet vanaf onderliggend weggennet bereikbaar voor bouw en onderhoud.	Onacceptabel.
Eén of meer van toepassing: • Rotor draait over verharding, • Weg (of bij bocht: verlengde van het wegvak daarvoor) en rij turbines kruisen elkaar, waardoor misleiding kan ontstaan, • Turbine verschijnt in bocht plotseling prominent in het gezichtsveld, • De kijkrichting van de weggebruiker (in het verlengde van de weg/rijstrook) is eerst aan de linker- en vervolgens aan rechterkant van turbine, of andersom, wat verwarring kan wekken, • Dicht bij de weg staande turbine(s) schuiven door het gezichtsveld van de weggebruiker als die een bocht volgt.	Niet zonder meer acceptabel. Volgende stap is beoordeling van animatie door experts (zie paragraaf 2.3).

Datum
28 januari 2018

Tabel 2 Relevante criteria en conclusie bij de situatie 'Knooppunten (inclusief verbindingbogen)'

Aansluitingen	
Situatie	Conclusie
Windturbine niet vanaf onderliggend weggennet bereikbaar voor bouw en onderhoud.	Onacceptabel.
• Turbine nabij toe- of afrit met een horizontale boog (bij een 'halfklaverblad-aansluiting' is dat vaak het geval; bij 'Haarlemmermeer-aansluiting' kunnen de toe- en afritten relatief gestrekt zijn), • Hoofdrijbaan heeft binnen de turbulentiezone van de aansluiting een horizontale boog die niet voldoet aan de criteria in de ontwerprichtlijnen.	Beoordeling zoals bij knooppunten.
Overige gevallen	Beoordeling zoals bij wegvakken.

Tabel 3 Relevante criteria en conclusie bij de situatie 'Aansluitingen'

2.2.1 Resultaten eerste beoordeling

Datum
28 januari 2018

De mogelijke uitkomst van deze eerste beoordeling kan dus zijn:

- a) Er worden geen problemen voorzien.
- b) De locatie van één of meer windturbines brengt problemen met zich mee:
 - De initiatiefnemer en vergunningverlener zoeken een alternatieve locatie voor de turbine(s) die wel acceptabel is (soms is een klein beetje 'schuiven' al voldoende).
 - Er wordt gezocht naar mitigerende maatregelen waarvan mag worden verwacht dat die de situatie alsnog acceptabel veilig maken. Het gaat dan om mitigerende maatregelen zoals die in Hoofdstuk 3 zijn beschreven.
 - Nader onderzoek wordt uitgevoerd op basis van door experts te beoordelen animaties (zie paragraaf 2.3).

2.3 Stap 3: Aanvullend onderzoek

Indien de locatie niet Wbr-plichtig is en er geen effect wordt verwacht (scenario 1 in figuur 1) kan initiatiefnemer zijn project verder ontwikkelen. In de overige gevallen (waarin het niet mogelijk is om met locatie-aanpassing alsnog in scenario 1 te komen) is aanvullend onderzoek nodig, het hangt echter van de situatie af hoe zwaar dit onderzoek is en hoe dit gerapporteerd dient te worden.

2.3.1 Aanvullend onderzoek met visualisaties in scenario 4

Dit betreft scenario 4 in figuur 1. Als er bij Wbr-plichtige locaties geen effect wordt verwacht op basis van de analyse van stap 1 en 2 moet het onderzoek van deze stappen worden gerapporteerd ten behoeve van de vergunningverlening. Het gaat om situaties waarin de beleidsregel aanvullend onderzoek vereist. Met de analyse van de eerste stappen, gerapporteerd met kaarten en statische visualisaties, wordt daaraan invulling gegeven zodat Rijkswaterstaat een basis heeft voor de verlening van de Wbr-vergunning.

2.3.2 Aanvullend onderzoek met animaties in scenario 2 en 3

In het geval van scenario 2 en 3, waarbij op basis van de eerste gegevens wordt geconcludeerd dat de situatie met turbine(s) niet zonder meer acceptabel is (en dit niet kan worden opgelost door de locatie aan te passen) moet een animatie worden gemaakt en worden beoordeeld door experts. Een animatie is een gedetailleerde, bewegende 'film' van het in beeld gebrachte te onderzoeken wegvak, knooppunt of aansluiting. Het gaat er daarbij om wat de weggebruiker ziet en ervaart in de huidige situatie zonder turbines en in de nieuwe situatie met turbines. Zo kan worden beoordeeld in hoeverre de weggebruiker in de huidige situatie mentaal wordt belast, bijvoorbeeld door druk verkeer, een knooppunt of bebording. Op basis daarvan kan een prognose worden gemaakt of de extra belasting door turbines acceptabel is.

Windturbines moeten voor bouw- en onderhoud bereikbaar zijn via het onderliggend weggennet. Als windturbines bij knooppunten en aansluitingen of bij krappe bogen in de hoofdrijbaan niet via het onderliggend weggennet bereikt kunnen worden kleven daaraan teveel nadelen voor de verkeersveiligheid en arbeidsveiligheid. Ook bij rechte wegvakken heeft aansluiting via het onderliggend weggennet voor bouw- en werkverkeer de voorkeur. Als dat niet mogelijk is wordt binnen het animatie-onderzoek bestudeerd of de verkeersveiligheid onacceptabel verslechtert door deze aansluiting.

2.3.3 Eisen aan de Animaties

Datum
28 januari 2018

De animatie dient natuurgetrouw te zijn om een goede indruk te kunnen verkrijgen van de effecten op de weggebruiker van de turbines langs de weg of het knooppunt. Eisen zijn:

- De animatie wordt gemaakt vanuit de positie van de automobilist die op de weg rijdt. Het is niet nodig dat 'je door de animatie kunt lopen.' Het is ook niet nodig om naast animatie vanuit het perspectief van een automobilist ook afzonderlijke animaties te maken vanuit de hogere positie van een vrachtautochauffeur.
- Het kader van de voorruit en het interieur van de auto zijn niet zichtbaar. De verticale zichthoek komt wel overeen met die uit de gemiddelde auto; dat is maximaal ongeveer 30°.
- Per turbine-locatie wordt ook een langer traject daarvóór in beeld gebracht zodat kan worden beoordeeld of die turbine al bij nadering te zien is.
- Het detailniveau van visualisatie bevat in ieder geval:
 - De weg met markering,
 - Natuurgetrouw bewegend overig verkeer,
 - Bebording en bewegwijzering,
 - Verlichtingspalen,
 - Geleiderails,
 - Geluidsschermen,
 - Gebouwen, vegetatie en andere belangrijke objecten,
 - Begroeiing en objecten zijn vooral van belang waar ze de geplande turbines deels en/of tijdelijk aan het oog van de weggebruiker onttrekken (afdekken)
 - Een aansluiting voor bouw- en werkverkeer als de turbine niet via het onderliggend wegennet bereikbaar is.
- Waar turbines bij verzorgingsplaatsen worden geplaatst, moet in de animatie ook de afrit naar en de oprit vanaf de verzorgingsplaats worden opgenomen, dus de complete route.
- Bij aansluitingen moeten ook de op- en afritten worden opgenomen.
- Helderheid en contrast van de turbine in relatie tot de omgeving (visuele integratie) moeten realistisch zijn. Turbines moeten dus bijvoorbeeld niet fel wit zijn.

Vervaardigen van de animaties geschiedt in opdracht van de initiatiefnemer conform bovengenoemde eisen, doorgaans door een hierin gespecialiseerd bedrijf. Ook wordt aanbevolen om, als dat nog niet is gebeurd, het betreffende traject te 'rijden' in Google Streetview of vergelijkbare applicatie, om te waarborgen dat onvoorziene maar wel relevante details in de animatie worden meegenomen.

2.3.4 Beoordelingscriteria en -stappen

Datum
28 januari 2018

De criteria om de situaties te beoordelen zijn verdeeld over twee groepen/stappen:

1. Tabel 4: De beoordeling van de situatie zonder turbines: hoe ziet de omgeving eruit en hoe zwaar zal de weggebruiker mentaal worden belast? Een locatiebezoek kan al verhelderend werken. Merk op dat uit deze 'beoordelingspunten' niet direct een oordeel volgt; het gaat erom om de huidige situatie te begrijpen.
2. Tabel 5: De beoordeling als hierboven maar dan met toevoeging van de geplande turbine(s). Het gaat dan dus om de extra belasting die de turbine teweegbrengt boven op de situatie zoals die is zonder turbine.

Huidige situatie, <u>zonder</u> windturbines	
Kenmerken van de weg	
Beoordelingscriteria	Conclusies
• Wegverloop (bv scherpe bochten, bijzondere invoegstroken); • Waarneembaarheid (bv wegindeling en -verloop)? • Hoeveelheid en soort kunstwerken; bewegwijzering, en andere relevante informatie; • Maakt ter plaatse bekend-/onbekendheid hier uit? • Staan er al veel grootschalige objecten en/of andere windturbines in de omgeving (van belang voor de opvallendheid van de nieuwe turbine)	Op basis van de factoren een uitspraak doen over de rijtaak, zoals: • Eenvoudig - lastig; • Begrijpelijkheid; • Complexiteit; Mentale belasting; • Ligt bij de rijtaak het accent op strategisch niveau ('waar moet ik langs') of juist meer tactisch en operationeel (afslaan, inhalen, sturen, remmen, gasgeven); • Eventuele bijzonderheden.
Kenmerken van het verkeer en verkeerskundige elementen	
Beoordelingspunten	
• Verkeersintensiteit, turbulentie; • Staan er waarschuwings-, limiet- of signaleringsborden en dergelijke? • Samenstelling van het verkeer (voertuigcategorieën, verplaatsingsmotief, overige weggebruikers ter plaatse bekend/onbekend); etc. • Bebakening en markering.	

Tabel 4 Beoordeling weg en verkeer: Inschatten taakmoeilijkheid en kenmerken taakuitvoering zonder turbine(s).

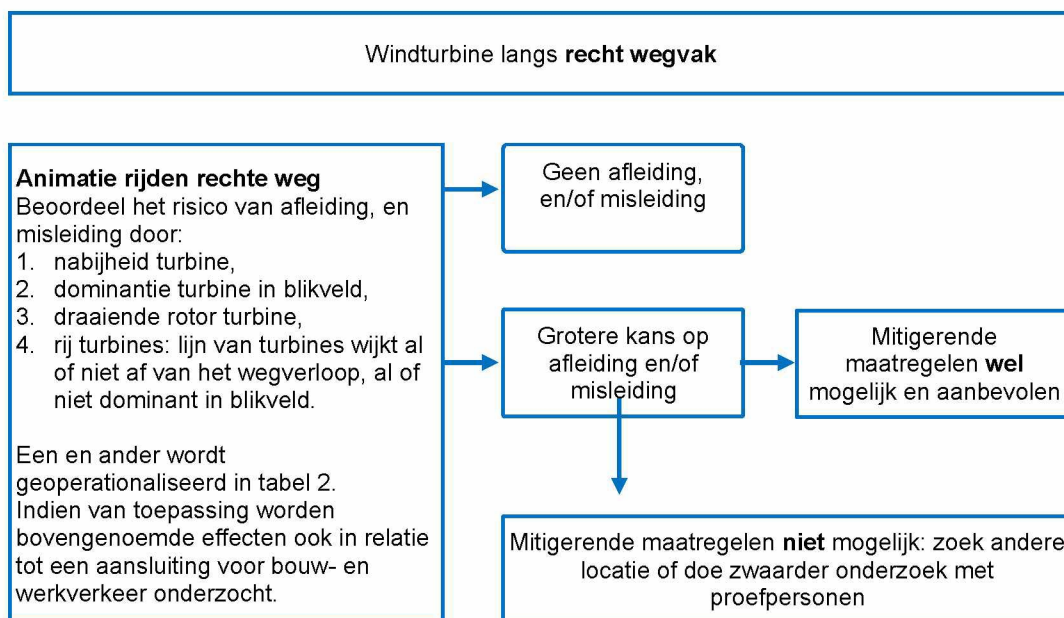
De nieuwe situatie met windturbines	
Kenmerken van de situatie	
Beoordelingscriteria	Conclusies
Specifieke criteria voor <u>afleiding</u>: • Staan er qua beeld/formaat gelijksoortige elementen (b.v. gebouwen, hoogspanningsmasten) in de omgeving? • Wat is het effect van het tableau achter de turbine (landschap, gebouwen, bedrijvigheid, beplanting, verlichting); hoe dominant steekt de turbine hiertegen af? • Dominantie binnen het blikveld: binnen het waarneembare veld door de voorruit (zowel totale als centrale blikveld); • Aandachttrekkende waarde (ook van eventuele rotor) in het blikveld; • Zichtbaarheid <u>volledige</u> voet mast (of staat daar bv begroeiing of geleiderail vóór); • Te verwachten extra mentale belasting. Specifieke criteria voor <u>misleiding</u>: • Loopt een rij turbines evenwijdig aan de weg, of kruist die de weg (waardoor misleiding kan ontstaan)? • Kruist een bocht in de weg een rechte rij turbines (idem)? • Wordt, vanuit een bocht gezien, een rij turbines zichtbaar die de indruk kan wekken dat de weg daar rechtdoor loopt (idem)? • Lijkt het bij nadering alsof je de turbine aan de andere kant (bv links) zult passeren dan waar je hem uiteindelijk passeert (rechts) (waardoor misleiding en verwarring kunnen ontstaan)? • Treedt het effect op dat de turbine nadrukkelijk 'door het gezichtsveld schuift' (m.n. bij nadering van turbine in scherpe bocht)? • Veroorzaakt de turbine beperking van het rijzicht? • Continuïteit, of juist gelijktijdige verandering in wegverloop, knooppunt o.i.d.; • Te verwachten extra mentale belasting. <u>Specifiek criteria voor schrikeffecten</u>: • Zijn de turbines vroegtijdig zichtbaar of doemen ze plotseling op, bv vanachter een bos, of in een bocht? In het geval dat bouw- en werkverkeer de turbine niet via het onderliggend weggennet kan bereiken dient de aansluiting voor dit verkeer op het hoofdwegennet ook op afleiding, misleiding en schrikeffecten beoordeeld te worden.	De conclusie uit deze tweede stap kan zijn: • Locatie geplande turbine(s) is akkoord; • Locatie is akkoord, maar onder voorwaarden. Uit het onderzoek blijkt dat mitigerende maatregelen getroffen moeten worden. Aangegeven moet worden welke functie die maatregel moet hebben (b.v. 'camouflerend' of geleidend.). • Locatie niet akkoord.

Tabel 5 Beschrijving van waar in dat kader naar wordt gekeken en wat dan de conclusies zijn.

De onderstaande schema's (Figuur 2 en Figuur 3) geven aan hoe vervolgens op basis van de animatie verder wordt gewerkt.

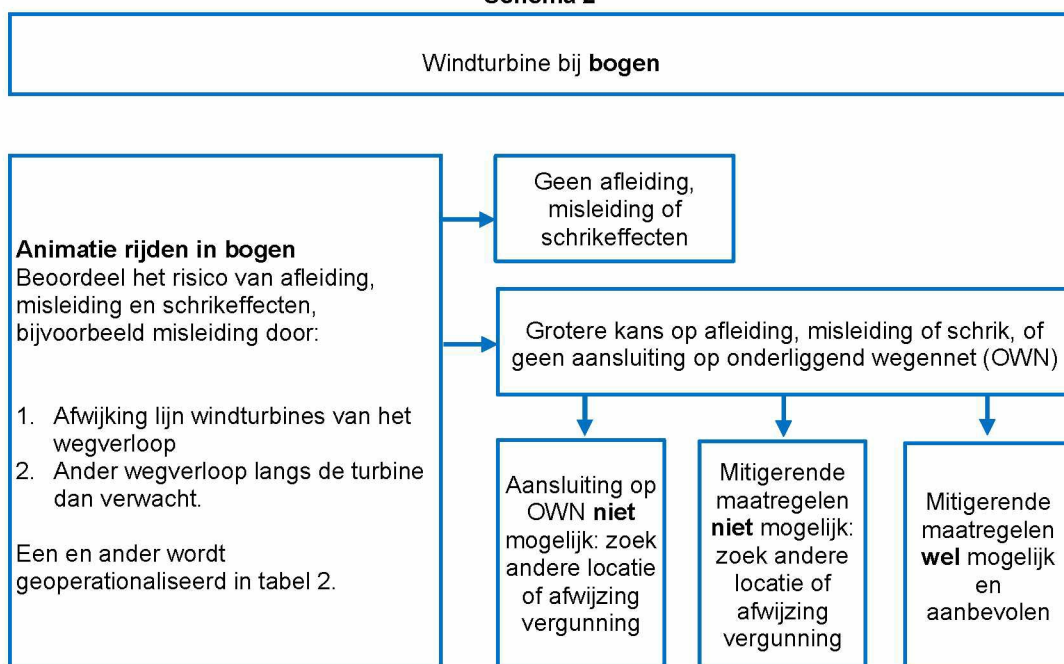
Datum
28 januari 2018

Schema 1



Figuur 2 Windturbines langs recht wegvak

Schema 2



Figuur 3: Windturbines bij bogen

2.3.5 Wie beoordeelt?

Indien een windturbine WBR-plichtig is zal Rijkswaterstaat op basis van de door initiatiefnemer aangeleverde informatie toetsen of er een vergunning kan worden verstrekt (regulier proces, zie ook <https://www.rijkswaterstaat.nl/wegen/wetten-regels-en-vergunningen/vergunningen-rijkswegen/index.aspx>). In dit document wordt daarnaast voorgesteld om eerder al met RWS mogelijke effecten te bespreken, zie ook hoofdstuk 2. Inhoudelijk start het proces van beoordeling van de effecten op de verkeersveiligheid met een door initiatiefnemer georganiseerde expertsessie met drie onafhankelijke experts, waarvan bij voorkeur twee verkeerspsychologen en een verkeerskundige. Het blijkt effectief om die experts vóór de sessie uitvoerig te informeren zodat zij zich een eerste oordeel kunnen vormen. In de sessie kunnen de experts dan hun bevindingen aan elkaar voorleggen. Van de sessie wordt door initiatiefnemer een conceptrapportage gemaakt, die door de experts wordt bijgewerkt en aangevuld zodat een definitief rapport kan worden opgesteld waarin de gezamenlijke beoordeling tot uiting komt. De conclusie van die beoordeling kan zijn: 'acceptabel', 'acceptabel mits mitigerende maatregelen worden genomen' of 'onacceptabel'.

Rijkswaterstaat ontvangt de rapportage als bijlage bij de vergunningaanvraag, de behandelend ambtenaar legt de rapportage intern voor ter beoordeling. In het geval van 'onacceptabel' kan de vergunning worden afgewezen of kan worden gekozen voor uitgebreider onderzoek in een simulator met proefpersonen. Het is dan aan de initiatiefnemer om dat onderzoek te laten uitvoeren of om meteen een andere, veiliger, locatie voor de betreffende turbine te zoeken.

3 Veiligheidsproblemen en middelen om die op te lossen

Datum
28 januari 2018

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de veiligheidsproblemen die kunnen ontstaan bij windturbines langs en bij rijkswegen. Het gaat hier om problemen die een weggebruiker kan ondervinden wanneer hij windturbines nadert en passeert. De weggebruiker staat dus centraal. De informatie in dit hoofdstuk is gebaseerd op eerdere studies naar de verkeersveiligheid van windturbines. In Hoofdstuk 4 is een meer gedetailleerd overzicht te vinden van de belangrijkste resultaten uit onderzoek van de afgelopen tien jaar.

Eerst worden de humanfactors-thema's afzonderlijk toegelicht. Daarna worden ze geconcretiseerd in een serie factsheets, waarin telkens een (bekend) probleem in een concrete situatie wordt geschetst, en waarin wordt aangegeven hoe je die situatie zou kunnen mitigeren.

3.1 Relevante thema's

3.1.1 Afleiding

3.1.1.1 Wat verstaan we onder afleiding?

Er is sprake van afleiding als de aandacht van de weggebruiker in meer of mindere mate door de turbine wordt getrokken. Dit kan zijn als gevolg van de nabijheid van de turbine, werkzaamheden rond de turbine, de dominantie van de turbine in het blikveld, en soms ook van de draaiende rotor van de turbine. Bij die draaiende rotor is vaak van belang wanneer/op welke afstand van de turbine de rotor zich in het (centrale) blikveld van de weggebruiker bevindt. Ook kunnen een of meer turbines nadrukkelijk door het gezichtsveld 'schuiven', bijvoorbeeld als de weggebruiker de bocht tegenover een turbine in een op- of afrit of in de weg volgt.

3.1.1.2 Waar en wanneer?

Afleiding kan ontstaan bij normale situaties maar ook bij bouw en onderhoud van de turbine.

'Even kijken' zal meestal geen probleem zijn; het 'vasthouden van de aandacht' kan wel leiden tot onveiligheid. Daarnaast kunnen er verstoringen ontstaan in de verkeersafhandeling als gevolg van in- en/of uitvoegend bouwverkeer.

Voor het uitvoeren van beheer en onderhoud moet daarom ontsluiting van de windturbine via het onderliggend wegennet plaatsvinden. Langs de A58 bij Moergestel werden windturbines gebouwd die via tijdelijke aansluitingen op de hoofdrijbaan bereikbaar waren voor bouwverkeer. Tijdens de bouwfase lieten automobilisten bij het passeren van de bouwplaats hun snelheid zakken waardoor wekenlang files ontstonden. Zowel het bouwverkeer als de bouwwerkzaamheden dichtbij de rijbaan kunnen afleiden. Op momenten dat er (hoog) aan en vooral op de windturbines wordt gewerkt, kan dit tot een ontoelaatbare afleiding van het verkeer leiden. Werkzaamheden moeten daarom zo worden uitgevoerd dat zij zo min mogelijk zichtbaar zijn voor het verkeer. Aanbevolen wordt de werkzaamheden bij plaatsing en onderhoud uit te voeren buiten de spitsperiodes of in het weekend. Dit geldt met name voor locaties waar de taakbelasting voor de weggebruiker al hoog is. Indien er bij de bouw veel activiteit of (visueel) interessante gebeurtenissen verwacht worden is het wenselijk om een waarschuwing te plaatsen en/of een snelheidslimiet in te stellen.

3.1.1.3 In hoeverre en waarom afleiding een probleem?

Datum
28 januari 2018

- Het belangrijke probleem van visuele afleiding, met name als de blik te lang wordt afgewend, is dat kritische informatie zoals een remmende voorligger wordt gemist.
- Er kunnen fouten ontstaan door een plotseling hoge taakbelasting, bovenop de normale mentale belasting van de rijtaak.
- Windturbines -inclusief, bouw, beheer en onderhoud- hebben als gevolg van de afleiding die ze veroorzaken in bepaalde situaties invloed op het kijk- en verkeersgedrag van de weggebruiker. Die invloed treedt vooral, *maar niet alleen*, op waar de rotor over de weg draait.
- Zowel uit (simulatie/animatie)vóóronderzoek als praktijkevaluatie blijkt echter dat nabije aanwezigheid van windturbines in het algemeen en overdraai in het bijzonder niet per se tot gevaarlijke situaties leidt.
- De draaisnelheid van de rotor is bij het soort (c.q. formaat) turbines waar het hier om gaat geen extra bron van afleiding, en ook geen risicofactor wat betreft epilepsie.
- Oudere literatuur geeft soms een minder gunstige prognose van de verkeersveiligheidseffecten dan blijkt uit de praktijk of uit recenter, nauwkeuriger vooronderzoek met behulp van animaties. Dat neemt niet weg dat de afleiding zoveel mogelijk beperkt dient te worden. Aanbevelingen hiertoe staan aan het eind van paragraaf 3.1.

3.1.1.4 Conclusie:

Afleiding is een belangrijk criterium bij de beoordeling van te verwachten verkeersveiligheidseffecten van windturbines. We concluderen:

"Windturbines kunnen voor afleiding zorgen bij de weggebruikers. Het verlies van aandacht voor de rijtaak kan vooral problematisch worden in situaties waar de taakbelasting al hoog is."

3.1.2 Misleiding

3.1.2.1 Wat verstaan we onder misleiding?

Van misleiding is sprake als het wegverloop anders is dan de weggebruiker verwacht, en dat die verwachting wordt veroorzaakt door de aanwezigheid en locatie van een of meer windturbines.

3.1.2.2 Waar en wanneer?

Misleiding kan ontstaan bij turbines langs een rechte weg, in bochten en op knooppunten, maar zal vooral een rol spelen in bochten en op knooppunten. Twee veel voorkomende voorbeelden van misleiding zijn:

1. De lijn van turbines wijkt af van het wegverloop
Dat de lijn van een aantal turbines afwijkt van het wegverloop kan grosso modo twee oorzaken hebben:

- de lijn van de turbines loopt niet evenwijdig aan de weg, en kruist die misschien zelfs.
- er is een bocht in de weg, die door de rechte lijn van een rij turbines heenleidt.

2. De weg loopt anders langs de turbine dan verwacht

Ook de locatie van één enkele turbine kan verwarring oproepen. Dat kan in de hand gewerkt worden door het wegverloop vóór die turbine. De weggebruiker denkt bijvoorbeeld op een aanvankelijk recht verlopende afrit dat hij links zal passeren langs een turbine die hij misschien al een tijdje kan waarnemen, en een eens te meer onverwachte bocht plotseling vóór en rechts van die turbine langs

blijkt te lopen. Het is evident dat hier misleiding, maar ook schrik en 'gewone' afleiding zullen optreden, die samen tot een ongewenste verhoging van de mentale belasting leiden.

Datum
28 januari 2018

3.1.2.3 Waarom is misleiding een probleem?

In de gevallen waar het wegverloop anders is dan de weggebruiker op grond van zijn visuele waarneming van de turbines verwacht, kan dit leiden tot verwarring bij de weggebruiker. De kans op gedragsfouten neemt toe.

3.1.2.4 Conclusie

Misleiding kan in bepaalde situaties tot gedragsfouten leiden.

3.1.3 Schrik en combinatie van factoren

3.1.3.1 Wat verstaan we onder schrik?

Schrik is in het kader van dit document te begrijpen als plotseling en onverwacht sterk afgeleid en/of misleid worden door een turbine en/of slagschaduw. Omdat autorijden een semiautomatische taak is, die gebaseerd is op de verwachting dat de weg zal blijven lopen zoals die steeds gelopen heeft, heb je vaak je hoofd er niet helemaal bij. En juist dan kan het gebeuren dat een weggebruiker pas op het laatste moment een turbine waarneemt, daarvan schrikt en onwillekeurig stuurt of remt.

3.1.3.2 Waar en wanneer?

Meestal gaat het bij schrik om meerdere factoren samen: de weggebruiker wordt aanvankelijk (plotseling) afgeleid en vervolgens misleid, resulterend in hoge mentale belasting.

De omgeving van de turbine(s) speelt in sterke mate een rol bij de mate van afleiding en schrik. Een solitair, dominant in een vlak landschap staande turbine zal meer de aandacht trekken dan een turbine die visueel 'verzinkt' in een druk industriegebied met hoge bebouwing. Ook zal afleiding eerder onacceptabel zijn als de turbine op een locatie staat waar de weggebruiker al zijn aandacht, c.q. mentale capaciteit, bij de weg en het verkeer nodig heeft, zoals bij wegwijzers, bij in- en uitvoegstroken, op weefvakken etc.

3.1.3.3 Conclusie

Schrik is een effect dat tot problemen kan leiden, niet alleen door de inherente af- en/of misleiding maar ook doordat schrik tot ongewenste, onwillekeurige stuur- of remreacties van de bestuurder kan leiden.

3.1.3.4 Schrik door slagschaduw of schittering

Lang hielden onderzoekers rekening met de mogelijkheid dat de slagschaduw die ontstaat door bewegende wieken een negatief effect op de verkeersveiligheid zou hebben. Maar uit geen van de onderzoeken dusver is bewijs daarvoor gevonden. Dat kan wellicht voor een deel worden verklaard doordat de bewegende schaduw deel uitmaakt van de ten opzichte van de weggebruiker toch al bewegende omgeving, en soms ook doordat die weggebruiker de schaduw over het land naast de weg kan zien aankomen.

Ook schittering op de draaiende rotor waarvoor vroeger wel werd gewaarschuwd is in de praktijk nooit een probleem gebleken.

3.1.4 Conclusies afleiding, misleiding, schrik

Datum

28 januari 2018

De belangrijkste conclusies uit de literatuur zijn:

- Afleiding is het belangrijkste criterium bij de beoordeling van te verwachten verkeersveiligheidseffecten van windturbines.
- De aanwezigheid van windturbines heeft als gevolg van die afleiding in bepaalde situaties invloed op het kijk- en verkeersgedrag van de weggebruiker. Die invloed treedt vooral op waar de rotor over de weg draait (overdraai). Oudere publicaties ontraden dan ook een dergelijke situatie.
- Zowel uit (simulatie/animatie)vooronderzoek als uit praktijkevaluatie blijkt echter dat nabije aanwezigheid van windturbines in het algemeen en overdraai in het bijzonder niet per se tot gevaarlijke situaties leidt.
- De draaisnelheid van de rotor is bij het soort (c.q. formaat) turbines waar het hier om gaat geen extra bron van afleiding, of risicofactor wat betreft epilepsie.
- Oudere documenten geven soms een minder gunstige prognose van de verkeersveiligheidseffecten dan blijkt uit de praktijk of uit recenter, nauwkeuriger vooronderzoek met behulp van animaties.
- Dat neemt niet weg dat de afleiding zoveel mogelijk beperkt dient te worden. Zie hiervoor de aanbevelingen hieronder.
- Ten slotte wordt aanbevolen om daar waar turbines zouden kunnen afleiden of een andere lijn volgen dan de weg, het wegverloop te accentueren met behulp van bochtschilden, hagen en dergelijke.

3.1.5 Aanbevelingen om afleiding, misleiding en schrik tegen te gaan

Denk om afleiding, misleiding en schrik zo veel mogelijk te beperken aan het volgende:

- gedekte (half)matte kleur van de turbines,
- geen reclame, andere teksten, figuren of decoratie op de turbine,
- voorkómen van schittering,
- turbines niet verlichten of aanstralen,
- het toplicht afschermen voor wegverkeer,
- waar zinvol 'camouflage' van de voet van de mast met begroeiing, om de turbine visueel meer te integreren in het landschap.
- Bereikbaarheid van de turbine via onderliggend wegennet vanwege de verkeersveiligheidseffecten van ontsluiting via de Rijksweg.

Paragraaf 3.3 geeft een aantal voorbeelden van hoe vervolgens afleiding, misleiding en schrik in meer specifieke situaties verder kunnen worden tegengegaan.

3.1.6 De aansluiting voor verkeer voor bouw en onderhoud

Eerder in deze paragraaf is al toegelicht dat een aansluiting direct op het hoofdwegennet en het bouwverkeer dat daar gebruik van maakt kunnen afleiden en bij de A58 tot files hebben geleid. Bij rechte wegvakken moet met visualisaties worden onderzocht in hoeverre dit effect acceptabel is. Bij knooppunten, aansluitingen en krappe bogen in de hoofdrijbaan spelen meer veiligheidseffecten een rol waardoor deze locaties vanuit veiligheid als ongeschikt beoordeeld worden. Het gaat daarbij naast verkeersveiligheid ook om arbeidsveiligheid⁵ (een veilige toegang voor medewerkers die bouw- en onderhoudswerkzaamheden verrichten) en flexibiliteit om bij toekomstige reconstructies ruimte te houden om het wegontwerp aan te passen, bijvoorbeeld realisatie van een fly-over in een knooppunt. Problemen in deze situaties hangen onder andere samen met nabijgelegen beslispunten voor het normale verkeer waarbinnen de extra aansluiting ingepast moet worden, de turbulentie in het verkeer door de manoeuvres bij de beslispunten, de verhoogde mentale belasting bij het rijden door krappe (verbindings)bogen, het risico van misleiding in het wegbeeld als gevolg van de aansluiting voor werkverkeer (die heeft invloed op het wegbeeld), beperkte ruimte om voor werk- en onderhoudsverkeer te voorzien in een aansluiting met voldoende deceleratie- en acceleratieruimte.

3.2 Mitigerende maatregelen

In sommige gevallen kan een op zich in onacceptabele mate af- of misleidende windturbine qua verkeersveiligheid toch acceptabel zijn, indien die af- en/of misleiding sterk wordt verminderd.

Waar het daarbij vrijwel steeds om gaat is:

- (visueel) geleidende elementen toevoegen of domineranter maken en/of
- af- en/of misleidende elementen aan het zicht onttrekken of minder dominant maken.

Dat kan, afhankelijk van de concrete situatie, bijvoorbeeld worden bewerkstelligd door het (deels) aan het zicht onttrekken van de turbine door beplanting en/of bebording, of door het tegengaan van misleiding door de aanwezigheid van (hier: vooral visuele) geleiderails, nadrukkelijk aanwezige bochtschilden, eventueel aangevuld met beplanting langs de weg.

3.3 Voorbeelden van probleemsituaties en mitigerende maatregelen

Deze paragraaf laat een aantal probleemsituaties en mogelijke oplossingen zien. De voorbeelden zijn uiteraard niet uitputtend: het is zeer wel mogelijk dat de partij die een turbine wil plaatsen daarvoor zelf een andere, ook effectieve oplossing bedenkt. Of die maatregel inderdaad effectief is, moet dan weer worden beoordeeld via de gekijkte procedure: visualisatie en zo nodig animatie (zie Hoofdstuk 2).

De voorbeelden zijn ingedeeld aan de hand van de probleemgroepen afleiding en misleiding. Uiteraard is er overlap: een turbine die ter wille van de reductie van afleiding in hoge mate aan het zicht onttrokken wordt zal waarschijnlijk ook niet meer misleiden. In grote lijnen gelden langs rechte wegvakken dezelfde aanbevelingen als in knooppunten. De advisering is gesplitst in 'functioneel doel' ('wat moet de maatregel doen') en de Concrete Maatregel.

⁵ https://wetten.overheid.nl/BWBR0008498/2019-01-01/#Hoofdstuk2_Afdeling5_Artikel2.26

4 Achtergrondliteratuur

Datum
28 januari 2018

Dit hoofdstuk biedt een overzicht van rapportages van expertsessies, onderzoeken, en richtlijnen. Het is ingedeeld in Basisdocumentatie (richtlijnen en algemene documentatie), Documentatie over concrete situaties langs wegvakken, en Documentatie over concrete situaties bij knooppunten.

4.1 Basisdocumentatie

4.1.1 Beleidsregel RWS (2002/2015)

Het juridisch kader is de Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over Rijkswaterstaatswerken (RWS, 2002, geactualiseerd in 2015):

Langs rijkswegen wordt plaatsing van windturbines toegestaan bij een afstand van ten minste 30 meter uit de rand van de verharding of bij een rotordiameter groter dan 60 meter, ten minste de halve diameter.

Binnen 30 meter uit de rand van de verharding en op parkeerplaatsen en tankstations gelegen langs autowegen of autosnelwegen als bedoeld in het Reglement verkeersregels en verkeerstekens 1990 artikel 1c, d met een directe aansluiting op de autoweg of autosnelweg, die primair bestemd zijn voor een kort oponthoud van de weggebruiker, wordt plaatsing van windturbines slechts toegestaan indien uit een aanvullend onderzoek blijkt dat er geen onaanvaardbaar verhoogd veiligheidsrisico bestaat.

In afwijking van het bepaalde in lid 1 wordt nabij een knooppunt of aansluiting of op locaties waarbij de rotorbladen zich boven de verharding zullen bevinden plaatsing van windturbines slechts toegestaan indien uit aanvullend onderzoek blijkt dat er geen onaanvaardbaar verhoogd risico is voor de verkeersveiligheid.

De Beleidsregel wijst dus overdraai van de weg door turbines in principe af maar biedt de mogelijkheid om te bekijken of dat in bepaalde alsnog te onderzoeken situaties toch mogelijk is zonder onaanvaardbaar verhoogd risico. In dat geval kunnen de onderzoekers aanbevelingen doen voor maatregelen om de verkeersveiligheid zo goed mogelijk te borgen of aanbevelen om nader onderzoek te verrichten. Vanzelfsprekend klinkt deze procedure door in die van dit document.

4.1.2 Rapport SWOV (1992)

Al in 1992 publiceerde de SWOV een overzichtsrapport over de (te verwachten) verkeersveiligheidseffecten van windturbines langs wegen (Schreuder, 1992). Het accent wordt gelegd op de criteria afleiding, slagschaduw en reflectie, en afvallend ijs en botsing.

Voor situaties waarbij de rotorbladen boven de weg draaien en bij knooppunten wordt gewezen op het gevaar van afleiding van weggebruikers. Dit risico hangt onder meer af van de verkeerssituatie ter plaatse, de overzichtelijkheid van de locatie, en mogelijke andere aanwezige afleiding. Bij overdraai en nabijheid van een knooppunt wordt een specifieke risicoanalyse ten aanzien van de verkeersveiligheid aanbevolen. Dit spoort met de animatie en expertsessie zoals beschreven in 5.1.2e van dit document.

De voornaamste conclusie uit het rapport is dat de risico's in het algemeen niet erg groot zijn.

4.2 Documentatie over concrete situaties langs wegvakken

4.2.1 Kwelderweg (1992)

Al in 1992 maakte TNO (Van der Horst, 1992) een inschatting van te verwachten onveiligheidseffecten van geplande turbines langs het N33-wegvak aan de

zuidkant van het Eemshavencomplex: de Kwelderweg. Deze turbines staan er nu reeds enige tijd. De gehanteerde criteria komen grotendeels overeen met die van het rapport van de SWOV hierboven (Schreuder 1992).

Datum
28 januari 2018

De vraag is vooral of schrik-effecten moesten worden gevreesd. De conclusie is dat er voor weggebruikers op de Kwelderweg geen belangrijke hinderlijke effecten door de aanwezigheid van de geplande windturbines zijn te verwachten. Er wordt op gewezen dat de rotors van de turbines buiten het voor de rijtaak meest wezenlijke centrale gezichtsveld van de weggebruiker vallen. De hier nu reeds tientallen jaren staande turbines hebben in de praktijk geen problemen opgeleverd.

4.2.2 A6 Almere - Lelystad (2004 - 2005)

Als voorbereiding op de mogelijke plaatsing van windturbines langs de A6 tussen Almere en Lelystad stelde RWS een inventariserende notitie op met overwegingen over de verkeersveiligheidsaspecten (In 't Veld, 2005). Het gaat hier om windturbines in de middenberm van de A6 tussen Almere-Buiten (S105) en Lelystad (N302).

In 2004 en 2005 beoordeelden verschillende experts de geplande situatie. Gelet werd op mogelijke verrassing en afleiding door de turbines, het al dan niet dezelfde kant opdraaien van turbines, afscherming van de masten door groen of schuttingen, de kleur van de turbines, overdraai van de weg, en eventuele verlichting van de turbines.

Verwacht werd dat in het reeds turbinerijke Flevoland turbines niet voor verrassingen of ontoelaatbare afleiding zullen zorgen; overdraai werd echter niet wenselijk geacht. Visueel 'dichte' afscherming zoals een schutting werd niet gewenst geacht maar bosschages tussen de turbines en de weg wel, ter bevordering van de visuele integratie van de mast in de omgeving.

Speciale aandacht wordt gevraagd voor bouw, beheer en onderhoud: hiervoor dient de turbine bereikbaar te zijn, maar de toegangsweg daarvoor moet niet abusievelijk door ander verkeer kunnen worden gebruikt. Op momenten dat er (hoog) aan en vooral op de windturbines wordt gewerkt kan dit tot een ernstige afleiding van het verkeer leiden. Daarom zouden onderhouds- en reparatiewerkzaamheden zo moeten worden uitgevoerd dat zij zo min mogelijk zichtbaar zijn voor het verkeer.

4.2.3 A30 Ede (2006)

De Gemeente Ede voerde in 2006 (Ede, 2006) met externe experts een onderzoek uit naar de verkeersveiligheidsaspecten van twee plaatsingsvarianten voor drie windturbines langs de A30 bij Ede-West.

Criteria waren de mate van afleiding en eventueel schrik voor het wegverkeer, gevaar en hinder als gevolg van de veranderingen in de wegomgeving, en mogelijke verzwarende van de rijtaak.

De conclusie was dat geen van beide voorgestelde locaties tot onaanvaardbare risicoverhoging zou leiden. Enkele verdere relevante observaties van de experts waren:

- De windturbines zullen goed op grote afstand zichtbaar en herkenbaar zijn,
- De complexiteit van het verkeer en de inhoudelijke informatie 'overstemt' de windturbines,
- De situatie op zowel de A12 en de A30 als op de op- en afritten is niet zo complex dat mentale overbelasting dreigt,
- Sommige reeds bestaande objecten langs de weg kunnen tot meer problemen leiden dan de turbines, zoals het helikopterplatform op het dak van een bedrijf langs de A12,
- Het rij- en het anticipatiezicht wordt in geen van de opties belemmerd.
- Aanbevolen wordt de turbines geen eigen verlichting te geven en te zorgen voor afscherming van het rode toplicht zodat het niet straalt richting weggebruikers.

- Ook hier wordt aandacht gevraagd voor beheer en onderhoud, en dan vooral wat betreft de toegankelijkheid van de turbines zonder hinder of gevaar voor het verkeer.

Datum
28 januari 2018

4.2.4 Onderzoeken N15 (thans A15) (2012, 2015)

Voor de plaatsing van windturbines langs de huidige A15 (Windpark Hartel 2) in 2014 in het Botlekgebied bij Rotterdam is twee keer onderzoek gedaan. Vooraf is simulatieonderzoek verricht (Alferdinck et al, 2012) en na realisatie van de geplande turbines evaluatieonderzoek (De Ceunynck et al, 2015). De rapportage van het simulatieonderzoek is niet gepubliceerd maar de essentie van de resultaten is opgenomen in de rapportage van het evaluatieonderzoek.

De geplande situatie voldeed niet aan de RWS Beleidsregel: de rotorbladen draaien bij een windrichting evenwijdig aan de weg geheel over de ene rijbaan en deels over de andere rijbaan heen.

Bij het simulatieonderzoek werd gevonden dat de bestuurders hun blik minder op de weg hielden waardoor ze iets minder accuraat koers hielden. Ook werd de rijsnelheid iets minder constant gehouden. Deze effecten waren statistisch significant maar gering, en niet van dien aard dat er sprake was van onaanvaardbaar risico.

In het evaluatierapport van de gerealiseerde turbines (De Ceunynck et al, 2015) wordt vermeld dat langs de N15 sommige turbines heel nadrukkelijk in het gezichtsveld aanwezig zijn. Bij nadering worden die echter steeds meer aan het zicht van de bestuurder onttrokken. De windturbines staan in een omgeving waar al veel windturbines stonden.

Het onderzoek betrof een wegvak van 200 meter lang. Het werd uitgevoerd door middel van een observatiestudie met lisdetectoren in het wegdek en videocamera's. Onderzoek vond plaats gedurende één week vóór plaatsing en drie-en-een-halve week erna.

De gemiddelde snelheid daalde met 2,24 km/u; de snelheidsvariatie steeg licht, iets meer dan in het simulatieonderzoek; de weggebruikers rijden iets meer links op de weg (weg van de turbine), en als de rotors dwars op de weg staan is er iets meer variatie in de laterale positie van de auto's. Er deden zich echter geen (ernstige) verkeersconflicten voor.

De conclusie is dan ook dat er geen noemenswaardige negatieve invloed op de verkeersveiligheid is. Wel wordt aanbevolen om dergelijke windturbines niet te plaatsen op locaties waar een verhoogde aandacht van de bestuurder noodzakelijk is, zoals bij knooppunten of filegevoelige gebieden.

Tot voor kort was er weinig bekend over de mate waarin de nabijheid van turbines tot werkelijke ongevallen leidt maar inmiddels zijn er in de verkeersongevallenregistratie van Rijkswaterstaat geregistreerde ongevallen beschikbaar van drie jaar voor en na de bouw van Windpark Hartel 2. Om de uitkomsten van bovengenoemde onderzoeken te toetsen is de ontwikkeling vergeleken van het totaal aantal ongevallen op rijkswegen met de ontwikkeling van de ongevallen op de A15 in het gebied waar de windturbines invloed kunnen hebben op de verkeersveiligheid ('invloedgebied'). Deze analyse is beschreven in Bijlage 1. Hoewel het aantal ongevallen te klein is om harde conclusies te trekken geven de uitkomsten wel een indicatie dat de ontwikkeling van de verkeersveiligheid bij Windpark Hartel 2 niet verschilt van de ontwikkeling op rijkswegen in het algemeen. Dat strookt met de resultaten van de twee hierboven beschreven gedragsonderzoeken van TNO en de ^{5.1.2.e}

4.2.5 Verkeersveiligheidsaspecten Windturbines N33 Eemshaven Zuidoost (2017)

Het rapport betreft de prognose van de verkeersveiligheidsaspecten van drie nieuwe grote windturbines langs de eenbaans N33 aan de zuidoostkant van het Eemshavengebied. De beoordeling (^{5.1.2.e} & Kuiken, 2017) is mede gebaseerd op een vergelijking met de situatie op de in het verlengde van het

onderzochte wegvak liggende N33 Kwelderweg (zie hierboven) en die op de A15 (idem).

Er was echter geen informatie beschikbaar over een situatie met dezelfde omgeving en even grote turbines als de geplande. Daarom werd gebruik gemaakt van hoogwaardige (Virtual Reality) animatie.

De geplande nieuwe turbines langs de N33 staan praktisch gesproken langs dezelfde weg als de Kwelderweg. De rotors zijn echter meer dan de helft groter dan de turbines aldaar. Dat zou op afstand tot iets meer afleiding kunnen leiden maar bij nadering van de turbines is relevanter dat de onderkant van de rotor tot iets minder laag boven wegniveau reikt, zich dus minder opdringt in het gezichtsveld, en daaruit bij nadering ook eerder helemaal is verdwenen.

De verkeersintensiteit op het betreffende wegvak van de N33 is met ongeveer 2.000 laag, terwijl het betreffende wegvak kaarsrecht en overzichtelijk is, met uitzondering van de in het midden gelegen rotonde.

Bij de beoordeling gaf de doorslag:

- dat de statische omgeving, bestaande uit vele tientallen (iets kleinere) turbines, hoogspanningsmasten en elektriciteitscentrales, zo grootschalig is dat het grotere formaat van de geplande turbines geen wezenlijke rol speelt: de geplande turbines passen er naadloos in;
- dat de rotors bij nadering uit het gezichtsveld van de weggebruiker verdwijnen;
- dat de verkeersomgeving (weg en verkeer) zo overzichtelijk en rustig is dat eventuele toch nog optredende kortstondige afleiding niet van dien aard is dat daardoor onacceptabele risicoverhoging voor het verkeer optreedt.

De conclusie was dan ook dat plaatsing van de turbines op de geplande locaties langs de N33 niet tot onaanvaardbare risicoverhoging voor het verkeer zal leiden. Wel wordt aanbevolen om op twee plaatsen voor de mast van de turbines begroeiing te plaatsen zodat zij nog minder prominent in beeld komen. Dat geldt vooral voor de situatie waar de weggebruiker op de halverwege het wegvak gelegen rotonde plotseling wordt geconfronteerd met de voet van de mast van een van de turbines (zie '3.3.1 Voorbeeld 1: Afleiding door nabijheid van de turbinemast') wat afleiding en schrik kan veroorzaken.

Datum

28 januari 2018

4.3 Documentatie over concrete situaties bij knooppunten en bogen

Datum

28 januari 2018

4.3.1 A15 afslag 38 (2009)

Het onderzoek (Ruimtewerk, 2009) betreft de verkeersveiligheidsaspecten van de plaatsing van negen windturbines bij afslag 38 (Elst) van de A15. Belangrijkste conclusie is dat de complexiteit van het verkeer ter plaatse dermate de aandacht van de weggebruiker opeist dat afleiding door andere zaken zoals de turbines niet waarschijnlijk is. Wel wordt aanbevolen de toplichten van de turbines af te schermen zodat ze de weggebruiker niet in verwarring brengen. Ook wordt geadviseerd om in één geval waarin de lijn van de turbines afwijkt van die van de weg, het verloop van die weg te accentueren met begroeiing. Ten slotte wordt aanbevolen de turbines een neutrale, gedekte kleur te geven, er geen reclameteksten op te plaatsen en ze niet aan te stralen, alles om mogelijke afleiding tot een minimum te beperken.

4.3.2 A27 Nieuwegein (2012)

Onderzoek (Goudappel, 2012) vond plaats in verband met vijf geplande windturbines in het plan Het Klooster in Nieuwegein. Het onderzoek bestond voornamelijk uit locatiebezoek door experts. Die hadden in het algemeen geen bezwaar tegen de geplande locaties. Het enige probleem dat werd gesignaleerd was dat langs de afrit Nieuwegein bij verzorgingsplaats De Kroon de geplande turbines een andere (rechte) lijn volgen dan de ertussen doorlopende bocht van de afrit, wat verwarrend en misleidend zou kunnen werken. Geadviseerd werden hier een voorwaarschuwing vóór de bocht en goed zichtbare bochtschilden in de bocht.

4.3.3 A2-A27 Vianen / Everdingen (2013)

Een panel van experts van RWS, TNO en Grontmij beoordeelde of de plaatsing van drie windturbines ten zuiden van het knooppunt Everdingen langs de A2 en A7 gevolgen zou hebben voor de mate van afleiding van het wegverkeer (Mansvelder & de Haan, 2013).

Het was een kwalitatief onderzoek. De beoordeling vond plaats aan de hand van literatuur, een visualisatie en locatiebezoek.

Geconstateerd werd dat de effecten van de geplande windturbines gering zijn; er worden geen onaanvaardbare risico's verwacht voor de verkeersveiligheid op de A2, de A27 en de beide verbindingswegen.

Eerste aandachtspunt was dat onder normale omstandigheden de aanwezigheid van de windturbines niet tot extra afleiding zal leiden maar bij verhoogde rijtaakbelasting, zoals bij de samenvoeging van de wegen (taper, veel rijstrookwisselingen en veel vrachtverkeer) wel een probleem kan vormen. Tweede punt was dat er bij de bouw en het onderhoud van de windturbines sprake kan zijn van extra afleiding. Dit moet zoveel mogelijk voorkomen worden door de werkzaamheden tijdens rustige periodes te laten plaatsvinden. Ten slotte wordt aanbevolen om door middel van gerichte beplanting voor aanvullende geleiding van het verloop van het wegtracé te zorgen.

4.3.4 N58 Krammer (2014)

Swolfs en Verweij (2014) stelden voor het Windpark Krammer aan de N58 een wegbeeldanalyse op. Het onderzoek was mede gebaseerd op de Wegbeeldelementen van het CROW Handboek Wegontwerp. Het gaat om vier turbines. Overdraai vindt alleen plaats over een kleine weg naar een horecagelegenheid en een parkeerterrein.

Van de wegbeelden is een visualisatie vervaardigd. Geconstateerd wordt dat alleen bij de verbindingsweg van de N257 naar de N58, respectievelijk de afrit van de N58 enigszins van afleiding sprake is. Dit wordt echter niet onaanvaardbaar geacht, mede omdat er ter plaatse weinig sprake van turbulentie in het verkeer is.

Volstaan wordt dan ook met de aanbeveling om in de betreffende bochten bochtschilden te plaatsen om deze extra te verduidelijken.

Datum
28 januari 2018

4.3.5 Windmolens Knooppunt Deil - Wegbeeldanalyse verkeersveiligheid (2017)

Het gaat hier om de voorgenomen plaatsing van turbines langs de A15 bij Knooppunt Deil (kruising met de A2). De rapportage (Goudappel, 2017) omvat de bevindingen van een expertsessie en een schouw van de bestaande situatie, waarbij werd gelet op aspecten die van belang konden zijn in verband met de plaatsing van turbines. Dat waren de taakcomplexiteit, overige human factors en verkeerstechniek en verkeersomstandigheden, steeds in de huidige situatie en in de situatie met windturbines.

De voornaamste conclusies waren:

- In de Noord-Oostboog kunnen automobilisten last krijgen van misleiding door de windturbines. Mitigeren wordt mogelijk geacht door benadrukking van de boog en gebruik van verlichting bij duisternis.
- In de oost-zuid richting is sprake van een slecht zichtbare krappe boog, waarbij er overigens weinig effect van de windturbines wordt verwacht.

Interessant zijn de observaties over bouwwerkzaamheden: 'Bouwwerkzaamheden voor de realisatie van de turbines kunnen voor extra afleiding zorgen. De bouwwerkzaamheden gaan langzaam en zullen daardoor niet veel beweging laten zien waardoor de aandacht getrokken kan worden. Indien er toch veel activiteit of (visueel) interessante gebeurtenissen verwacht worden is het wenselijk om een waarschuwing en/of snelheidsbeperking te plaatsen (met name op de Zuid - Oost richting).'

4.3.6 Oosterscheldekering - Wegbeeldanalyse (2018)

Het gaat hier om turbines langs de Provinciale weg N57. De weg bestaat uit rechtstanden en (ruime) bogen. Ook deze wegbeeldanalyse (Rho, 2018) is gedeeltelijk gebaseerd op de Wegbeeldelementen van het CROW Handboek Wegontwerp. Het toetsingskader werd mede bepaald door de Wegenverordening Zeeland 2010, die overdraai van windturbines over provinciale wegen niet toestaat, naar analogie van de RWS Beleidsregel 2002.

Op grond van artikel 7, tweede lid, onder b van de Wegenverordening is overdraai van windturbines

over provinciale wegen niet toegestaan.

De analyse van de situatie met reeds bestaande windturbines wijst op een slechts beperkte verhoging van de rijtaakbelasting als gevolg van de beperkte opvallendheid in het totaalbeeld, ook al door de vele verticale elementen van de keringen die dezelfde kleur hebben als de windturbines.

Hetzelfde geldt in grote lijnen voor de geplande windturbines. Wel wordt geadviseerd om de locatie van de westelijke toe- en afrit sterker te accentueren met verticale elementen, zodat deze visueel beter kunnen 'concurreren' met een van die turbines.

4.3.7 A16 Knooppunten Galder, Hazeldonk, Klaverpolder en Zonzeel (2018)

Datum

28 januari 2018

Langs de A16 tussen de Belgische grens en Moerdijk is een groot aantal windturbines gepland. Voor een deel liggen de locaties daarvan dicht bij de A16 of knooppunten van die weg met andere Rijkswegen. Het gaat dan om de knooppunten Galder, Klaverpolder en Zonzeel, en een wegvak bij Hazeldonk. De situaties zijn aan de hand van animaties beoordeeld door drie experts (Wildervanck & Kuiken, 2018 a, b, c, d). Er werd daarbij in essentie gelet op afleiding, misleiding, schrik en de (extra) mentale belasting die daardoor wordt verwacht. Voorbeelden uit de rapporten zijn te vinden in Hoofdstuk 2 van dit document.

De meest voorkomende problematische situatie is die waar een weggebruiker - meestal na een afslag- geruime tijd evenwijdig aan de hoofdrijbaan blijft rijden, de betreffende turbine vaak al kan zien, om dan in een scherpe rechterbocht naar de erop volgende invoegstrook te worden geleid en in die bocht met een prominent aanwezige turbine te worden geconfronteerd. Dat veroorzaakt afleiding en schrik. Bovendien blijkt dan dat de turbine die aanvankelijk aan de linkerkant leek te zullen worden gepasseerd, door het beeld schuift, om vervolgens rechts te worden voorbijgereden - een duidelijk voorbeeld van misleiding.

In een aantal gevallen zou die situatie dermate extra belastend worden dat er onvoldoende perspectief is voor voldoende mitigatie, en het risico als onacceptabel wordt aangemerkt. In andere gevallen worden bochtschilden en eventueel begroeiing vóór de mast van de turbine voldoende geacht om de situatie alsnog acceptabel te doen zijn. In één situatie (zie '3.3.3 Voorbeeld 3: Afleiding, misleiding en schrik door plotseling opdoemende windturbine) lijkt een prominent aanwezige turbine via aaneengesloten bogen eerst rechts te zullen worden gepasseerd wat vervolgens aan de linkerkant wordt. Ook hier worden bochtschilden geadviseerd plus mogelijk nog aanvulling van de reeds aanwezige beplanting voor de turbine.

4.4 Referenties

Datum

28 januari 2018

- Alferdinck, J. W. A. M., Hogema, J. H., & Hoedemaeker, M. (2012). Afleiding door windturbines - een rijnsimulatorexperiment. Soesterberg.
- Bureau Ruimte-werk (2009). Windturbines en verkeersveiligheid. Locatieonderzoek afslag 38 Rijksweg A15. Zwolle, Bureau Ruimte-werk.
- Ceunynck, T. de, Pauw, E. de, Polders, E., Daniels, S. (2015). Onderzoek naar het effect van windturbines op het verkeersgedrag en -conflicten. Hasselt, Instituut voor mobiliteit Universiteit Hasselt.
- Conijn, I.C.M. (2013). Oosterscheldekering Wegbeeldanalyse - Wegbelevingsonderzoek nieuwe windturbines. Rotterdam, Rho.
- Ede (2006). Windturbines en verkeersveiligheid, Literatuurstudie en expert judgement ten behoeve van twee plaatsingsvarianten in Ede-West. Ede, Gemeente Ede.
- Goudappel Coffeng (2012) Verkeersveiligheid windpark Het Klooster Nieuwegein - Verslag expertsessie.
- Goudappel Coffeng (2017) Windmolens Knooppunt Deil - Wegbeeldanalyse verkeersveiligheid. Deventer, Goudappel Coffeng.
- Horst, A.R.A. van der (1992). Hinder voor weggebruikers door windmolens langs Kwelderweg. Soesterberg, TNO Instituut voor Zintuigfysiologie.
- Mansvelder, E.O., Haan, M de (2013). Windmolenpark Autena te Vianen. Veiligheidsonderzoek. Houten, Grontmij Nederland.
- RWS (2002). Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over Rijkswaterstaatswerken. Den Haag, Directoraat Generaal Rijkswaterstaat.
- Schreuder, D.A. (1992). De invloed van windturbineparken op de verkeersveiligheid. Leidschendam, SWOV.
- Stelling, A., Hagenzieker, M.P. (2012). Afleiding in het verkeer - Een overzicht van de literatuur. Leidschendam, SWOV.
- Swolfs, W.K. en Verweij, W.L. (2014). Windpark Krammer. Wegbeeldanalyse N59. Rotterdam, Rho.
- Veld, R. in 't (2005). Windturbines A6 (tussen Almere-Buiten en Lelystad) (concept). Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Adviesdienst Verkeer en Vervoer.
- Wildervanck, C., Kuiken, M. (2017). Verkeersveiligheidsaspecten windturbines N33 Eemshaven Zuidoost. Assen, BügelHajema Adviseurs.
- Wildervanck, C., Kuiken, M. (2018a). Beoordeling Verkeersveiligheidsaspecten Plaatsing Windturbines langs de A16 bij Knooppunt Galder. Utrecht, Rijkswaterstaat.
- Wildervanck, C., Kuiken, M. (2018b). Beoordeling Verkeersveiligheidsaspecten Plaatsing Windturbines langs de A16 bij Hazeldonk. Utrecht, Rijkswaterstaat.
- Wildervanck, C., Kuiken, M. (2018c). Beoordeling Verkeersveiligheidsaspecten Plaatsing Windturbines langs de A16 bij Knooppunt Klaverpolder. Utrecht, Rijkswaterstaat.
- Wildervanck, C., Kuiken, M. (2018d). Beoordeling Verkeersveiligheidsaspecten Plaatsing Windturbines langs de A16 bij Knooppunt Zonzeel. Utrecht, Rijkswaterstaat.

5 Bijlagen

Datum
28 januari 2018

5.1 Voorbeeld 1: Afleiding door nabijheid van de turbinemast (Voorbeelden N33)

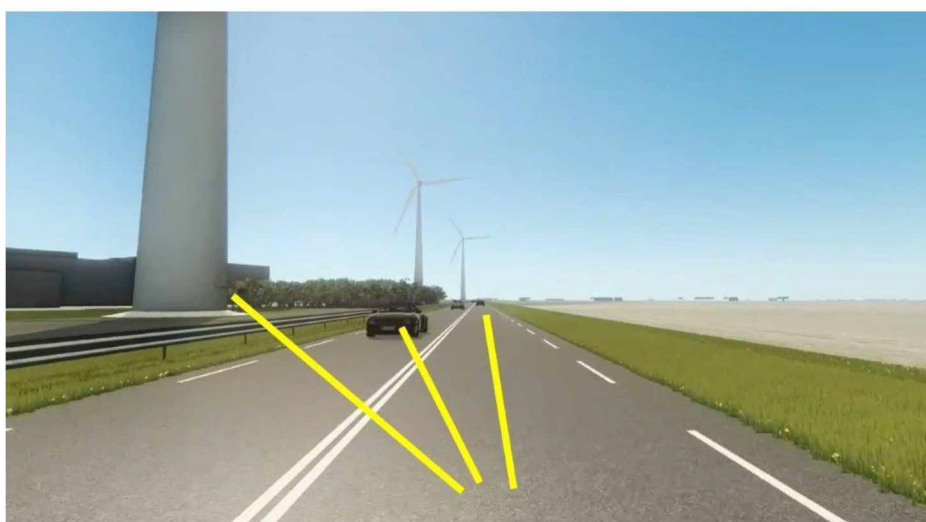
5.1.1 Probleem

De nabijheid van de turbine en daarmee de dominantie van de turbine in het blikveld.



Op een rotonde rijdt de weggebruiker plotseling recht op de prominent aanwezige mast van een turbine af. Dat veroorzaakt afleiding en waarschijnlijk vaak ook schrik. De situatie kan vrij gemakkelijk sterk worden verbeterd door het planten van begroeiing voor die mast.

Bron: Wildervanck & Kuiken, 2017 (Animatie BügelHajema Adviseurs). N33



Op een wegvak staan grote turbines dicht langs de weg en leiden daardoor af. Dat is naar verwachting des te sterker doordat er 'verder niks te zien is.' De gele zichtlijnen geven aan waar de weggebruiker hier naar verwachting het meest naar zal kijken

Datum
28 januari 2018

Bron: Wildervanck & Kuiken, 2017 (Animatie BügelHajema Adviseurs). N33

5.1.2 Advies / Oplossing

Functioneel

Verminderen van de directe afleiding door de turbine (dus minder lang en prominent in het centrale blikveld van de weggebruiker).

Concrete maatregel

Plaatsen van groen voor de mast.



De mitigerende werking van begroeiing in beeld gebracht: de voorste mast is zeer prominent aanwezig en kan afleiden.
(De voet van) de tweede mast is omgeven door groen waardoor hij veel minder nadrukkelijk aanwezig is.

Afgeraden wordt om de afscherming te realiseren door visueel geheel afsluitende schuttingen; die zullen zelden hoog genoeg kunnen worden gemaakt, en kunnen juist de nieuwsgierigheid van de weggebruiker opwekken (Ruimtewerk, 2009)

Bron: Wildervanck & Kuiken, 2017 (Animatie BügelHajema Adviseurs). Foto (N33)

5.2 Voorbeeld 2: Afleiding in visueel complexe situaties op wegvakken (Voorbeeld A15, A12 en A4)

Datum
28 januari 2018

5.2.1 Probleem

Het risico is hier hogere mentale belasting door de turbines in een visueel complexe situatie op een druk wegvak. De conclusie (op de A15 ondersteund door onderzoek) was dat dit juist door die veeleisendheid van de rest van het beeld niet onacceptabel is.



Visueel 'druk' beeld. Hier bleek bij onderzoeken wel effect van de windturbines op het rijgedrag: meer variatie in snelheid en positie op de weg, en lagere snelheid.

De conclusie van de onderzoeken was echter dat dit niet tot gevaarlijke situaties leidt. Zie ook xxx

Illustratie: A15, Google Streetview

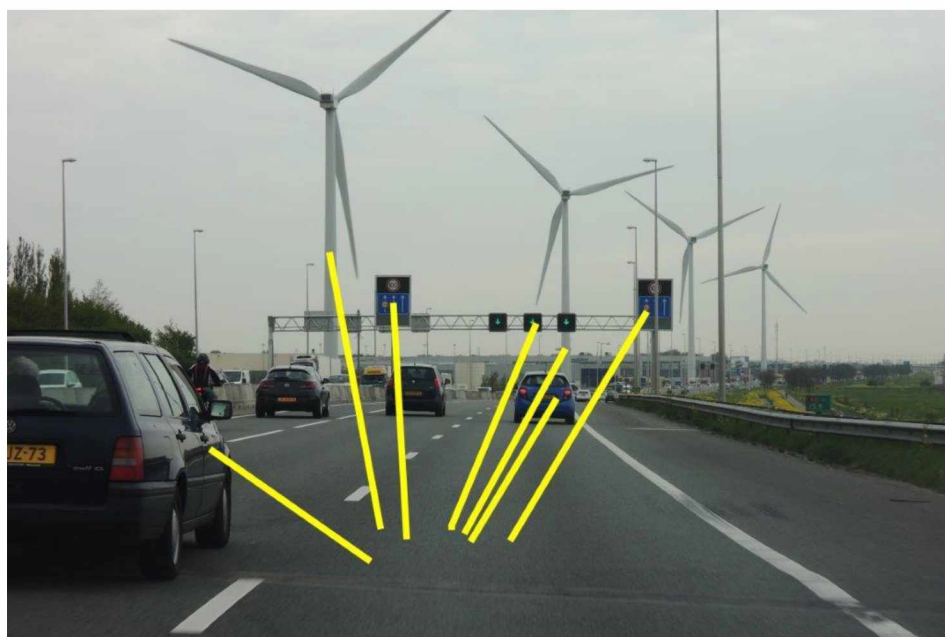


Datum
28 januari 2018

Turbines langs de A12.

Het wegbeeld is visueel 'druk' met bebording spitsstrook, een portaal met pijlen, hoogteverschil en vrij druk verkeer.
De turbines maken het beeld nog complexer maar juist doordat de rest van het beeld ook druk is en door goede wegmarkering wordt dit niet onacceptabel geacht.

(RWS Beeldbank 505523.)



De situatie op de A12 (zie boven) met ingetekende zichtlijnen.



Datum
28 januari 2018

Soortgelijke situatie op de A4, met de turbines minder prominent in beeld, en een nog 'interessantere' klassieke windmolen ernaast.

A4 beeldbank RWS

5.2.2 Advies / Oplossing

N.v.t.

5.3 Voorbeeld 3: Afleiding, misleiding en schrik door plotseling opdoemende windturbine (voorbeeld Zonzeel 3, Noord - Oost)

Datum
28 januari 2018

5.3.1 Probleem

Verhoogde kans op afleiding, misleiding en schrik als gevolg van de dominante nabijheid van de turbine waar de weggebruiker af en toe recht op af rijdt, maar ook als gevolg van de achtereenvolgende slingers in de weg die er naar toe leidt, waardoor het aanvankelijk lijkt alsof je er rechts langs zult rijden.

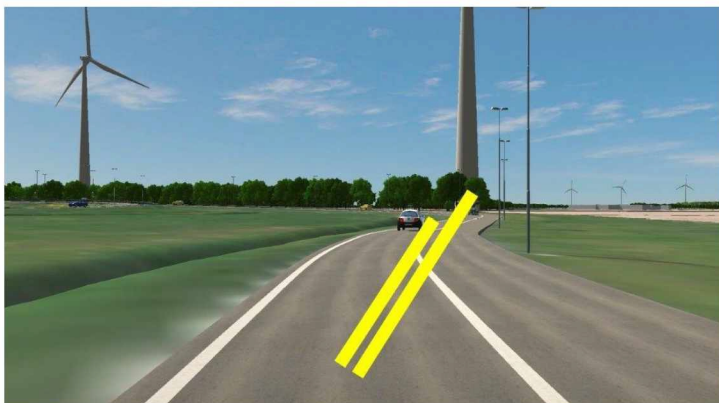
Rechterbocht



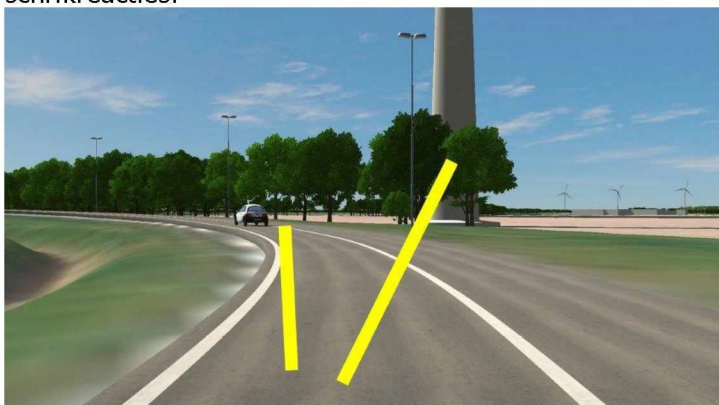
Linkerbocht

Illustratie: RWS / ROM3D

Datum
28 januari 2018



Zichtlijnen in voorbeeld: Zonzeel Noord - Oost variant 3, rechter en linkerbocht.
De weggebruiker rijdt in opeenvolgende rechter- en linkerbochten twee keer recht op nadrukkelijk aanwezige mast af. Dit leidt af en leidt mogelijk zelfs tot schrikreacties.



De rechterbocht lijkt aanvankelijk rechts van de mast langs te zullen lopen (misleidend); dit blijkt links van de mast te worden. Afleiding en misleiding leiden hier tot hoge mentale belasting

Illustratie: Auteurs, op basis van RWS / ROM3D

5.3.2 Advies / Oplossing

Datum
28 januari 2018

Functioneel

Toevoegen visuele elementen die het wegverloop benadrukken en door hun prominente aanwezigheid de afleiding door de erachter gelegen turbine verminderen.

Concrete maatregelen

- Grote bochtschilden,
- Groen / begroeiing.



Merk op dat de voet van deze turbine visueel al behoorlijk is afgeschermd door bomen. Dat maakt hem al minder 'afschrikwekkend'.



Datum
28 januari 2018



Bochtschilden (schetsmatig aangegeven) zorgen voor extra visuele geleiding en voor het minder dominant maken van de turbine in het gezichtsveld.

Illustratie: Auteurs, op basis van RWS / ROM3D

5.4 Voorbeeld 4: Misleiding in Bocht/boog (Voorbeeld N33)

Datum

28 januari 2018

5.4.1 Probleem

Verhoogde kans op misleiding. In eerste instantie versterkt een rij windturbines het rechte verloop van de weg (links). Het probleem ontstaat wanneer de weg afbuigt en de lijn van de turbines kruist (rechts). Hier bestaat het gevaar dat de bocht in de weg niet of te laat wordt opgemerkt.

(Opm.: Deze situatie is inmiddels sterk gewijzigd: vóór de bewuste bocht ligt nu een duidelijk aangegeven rotonde met daaraan haaks aantakkend vervolg van de weg naar rechts.)



De windturbines staan rechts van de weg , parallel aan de rijbaan.

In het midden van de foto is te zien dat de weg naar rechts afbuigt, door de rij turbines heen.

Bron: Wildervanck & Kuiken, 2017. Foto (N33)

5.4.2 Advies / Oplossing

Functioneel:

Visuele versterking van het wegverloop.

Concrete maatregelen:

- Plaatsen van een geleiderail in de bocht,
- Bochtschilden in de bocht,
- Plaatsen van antiverblindingschilden op de geleiderail.



Voorbeeld van antiverblindingschilden op de geleiderail. Dit

effect kan worden gebruikt waar als gevolg van afleiding of misleiding door turbines het wegverloop minder duidelijk is.
Bron: Foto auteurs

Datum
28 januari 2018

5.5 Voorbeeld 5: Afleiding en misleiding in bocht (afrit) (voorbeelden bij knooppunten A16)

Datum
28 januari 2018

5.5.1 Probleem

Verhoogde kans op afleiding vanwege 'door het gezichtsveld schuiven' van de windturbines.

Eén enkele turbine kan verwarring oproepen. Dat komt hier mede door het wegverloop vóór die turbine. De weggebruiker denkt bijvoorbeeld op een aanvankelijk recht verlopende afrit dat hij een turbine die hij misschien al een tijdje kan waarnemen links zal passeren, terwijl de eens te meer onverwachte bocht plotseling vóór en rechts van die turbine langs blijkt te lopen.

Er is verhoogd risico dat hier misleiding, maar ook schrik en 'gewone' afleiding optreden, die samen voor een ongewenste verhoging van de mentale belasting zorgen.



Foto's: Galder 2, Zonzeel 5 en 6.



Drie situaties waarin de weggebruiker op de uitvoegstrook rijdt. Aanvankelijk rijdt de weggebruiker vrijwel parallel aan de hoofdrijbaan. Hij ziet daarbij af en toe een turbine aan de rechterkant van de weg, zonder er veel aandacht aan te besteden.

Dan buigt de weg opeens scherp naar rechts. De weggebruiker rijdt dan even recht op de turbine af en passeert die vervolgens rechts (in plaats van links, wat hij op basis van het voorafgaande verwachtte). Schrik en verhoogde mentale belasting kunnen het gevolg zijn.



Foto: Zonzeel 6 Oost - Zuid

Datum
28 januari 2018

Doordat het gezichtsveld van de weggebruiker vanwege de bocht naar rechts draait, schuift de turbine daarin als het ware naar links.

Dit kan af- en misleiden.

Illustraties: ROM3D

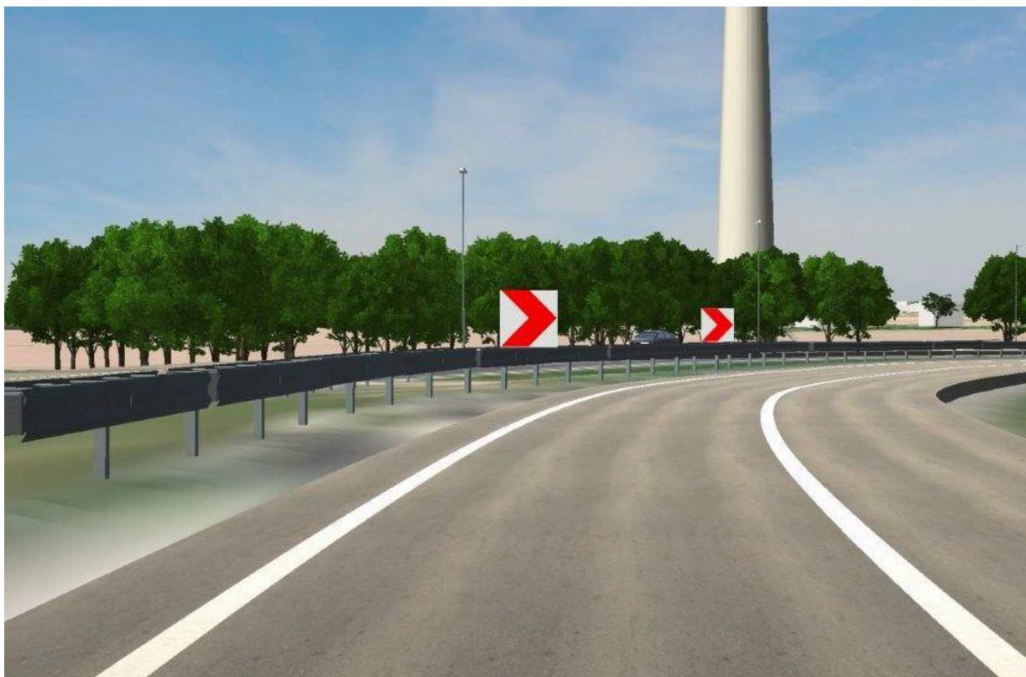
5.5.2 Advies / Oplossing

Functioneel

Wegverloop accentueren en directe zicht op de mast verminderen.

Concrete maatregelen

- Groen plaatsen voor de mast,
- Bochtschilden aanbrengen (bochtschilden vallen van zichzelf ook vrij sterk op, waardoor ze niet alleen geleiden maar ook de aandacht van de turbine erachter afleiden),
- Geleiderail aanbrengen (die dan vooral visueel geleidt, eventueel met erop gemonteerde anti-verblindingschilden in de bocht).



5.6 Voorbeeld 6: Misleiding in bocht (afrit) (voorbeeld Klaverpolder 3)

Datum
28 januari 2018

5.6.1 Probleem

Voorbeeld knooppunt Klaverpolder: De weggebruiker rijdt op een afrit en ziet vóór zich twee evenwijdige rijen windturbines. Daardoor kan hij gemakkelijk de indruk krijgen dat de weg rechtdoor loopt, tussen die twee rijen turbines door. Misleiding en schrik en daardoor verhoogde mentale belasting kunnen het gevolg zijn.



Situatie met zichtlijnen
Illustratie: RWS / ROM3D + auteurs

5.6.2 Advies/ oplossing

Functioneel:
Sterke visuele geleiding door de bocht.

Concrete maatregelen:

- Bochtschilden op de geleiderail. Die schilden geleiden niet slechts, ze laten de turbines erachter ook minder prominent naar voren komen.
- Begroeiing (struiken) in de bocht achter de geleiderail.



Situatie met mogelijke oplossingen: bochtschilden op, en begroeiing
achter geleiderail, vóór turbines.

Datum
28 januari 2018

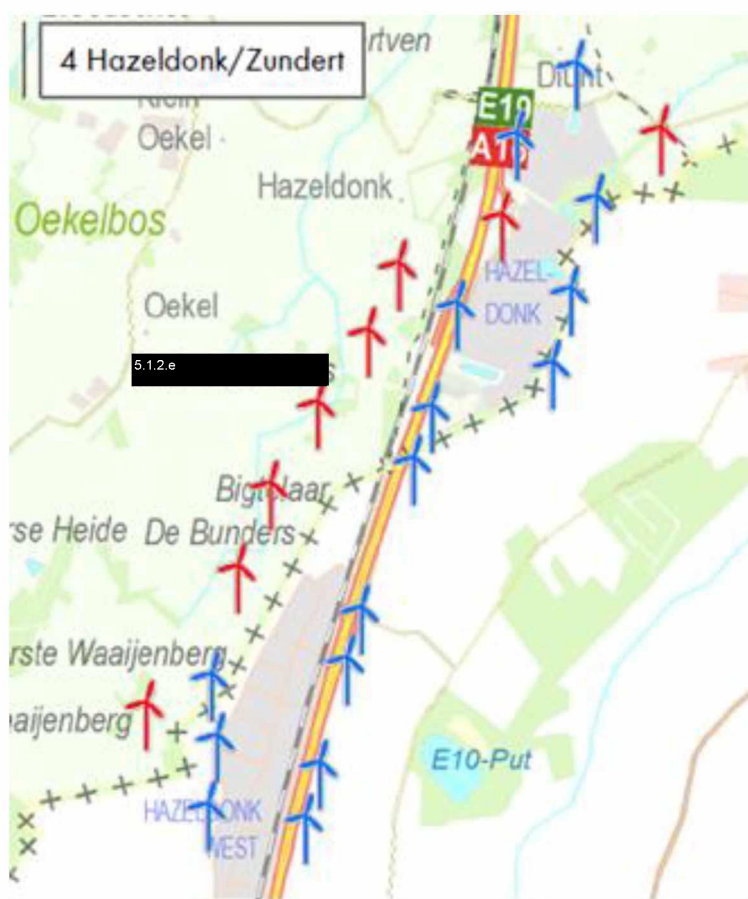
5.7 Voorbeeld 7: Misleiding op wegvak (Voorbeeld A16 bij knooppunt Hazeldonk)

Datum
28 januari 2018

5.8 Probleem

Aanvankelijk leek het erop dat de geplande locaties van de in rood aangegeven nieuwe turbines mogelijk misleiding zouden veroorzaken. Immers die rij nieuwe turbines loopt niet evenwijdig aan de weg, maar kruist die. Dat zou op zich kunnen leiden tot misleiding: de weggebruiker zou kunnen denken dat de weg daar ook een bocht naar rechts maakt.

Uit een nadere analyse bleek dat dit tenietgedaan wordt door de lijn van de rij reeds aanwezige turbines die aan de oostzijde van de weg 'voorbeeldig' evenwijdig aan de weg loopt. De aan oostzijde van de weg geplande nieuwe turbine wordt als het ware geïntegreerd in die rij reeds aanwezige turbines en levert daardoor geen problemen op.



5.8.1 Advies/ oplossing

N.v.t.

5.9 Praktijk evaluatie: Ongevallen ter hoogte van Windturbinepark de Hartel 2

Datum
28 januari 2018

5.9.1 Inleiding

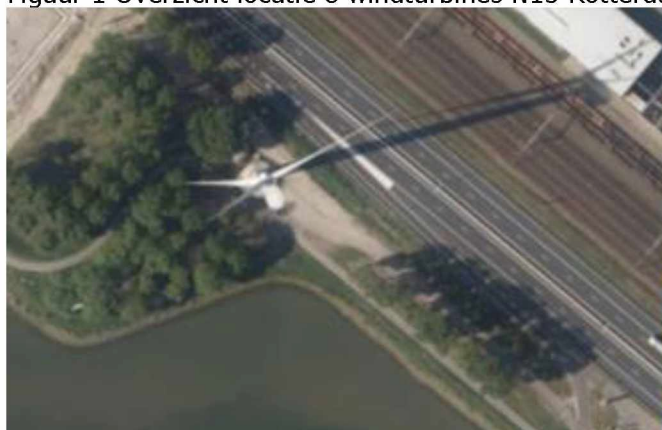
Tot voor kort was weinig bekend over de mate waarin de nabije aanwezigheid van windturbines langs de weg nu werkelijk tot onveiligheid leidt. Deze bijlage beschrijft een eerste onderzoek hiernaar.

In 2014 werd door IE Projects B.V. een nieuw windturbinepark Hartel 2 gebouwd langs de Rijksweg N15 in Rotterdam. (Zie ook Hoofdstuk 4, 'Documentatie over concrete situaties langs wegvakken, Onderzoeken N15 (thans A15) (2012, 2015)'. In dit park werden acht windturbines geplaatst (zie Figuur 1), elk met een ashoogte van 90 meter en een rotordiameter van 110 meter. Uitgezonderd turbine 9 en 10 in figuur 1 staan alle turbines dichterbij de weg dan is toegestaan volgens de Beleidsregel windturbines. Deze zouden minstens 55 m van de rand van de verharding moeten staan, terwijl de afstand voor de meeste turbines ongeveer 26 m bedraagt. Op de luchtfoto in figuur 2 is dat goed te zien.

Deze bijlage beschrijft hoe het aantal ongevallen zich in de 3 jaar na plaatsing heeft ontwikkeld ten opzichte van de 3 jaar voor plaatsing. De evaluatie is uitgevoerd met alle hoofdrijbaan-ongevallen die zijn geregistreerd in het Bestand geregistreerde Ongevallen in Nederland (BRON). Er wordt vergeleken met de trend in het aantal in BRON geregistreerde rijkswegongevallen dat sterk is toegenomen in de betreffende periode. In paragraaf 2 wordt eerst het invloedgebied beschreven. In dat gebied zijn ongevallen geselecteerd.



Figuur 1 Overzicht locatie 8 windturbines N15 Rotterdam.



Figuur 2 Windturbine 2 (nummers volgens figuur 1) op een luchtfoto van 2017

5.9.2 Invloedgebied windturbines

Datum
28 januari 2018

Op rijbaan rechts komt de windturbine ongeveer 350 meter voordat hij wordt gepasseerd goed in beeld. Dat is bij hectometer 33,4 rechts (figuur 3). De turbine is eerder zichtbaar maar minder prominent. Ter hoogte van de ingang van de Thomassentunnel, bij hectometer 36,3 (zie figuur 4) is er nog enige mogelijke invloed van de laatste windturbine. Dit betreft een lengte van 3 kilometer.



Figuur 3 A15 rechts ter hoogte van hectometer 33,4



Figuur 4 A15 rechts ter hoogte van hectometer 36,3

Vanaf rijbaan links is de turbine direct bij het uitrijden van de tunnel zichtbaar ter hoogte van hectometer 36,3 (figuur 5). Tot en met hectometer 33,8 blijft de turbine goed zichtbaar (figuur 6). Dit betreft een lengte van iets minder dan 3 kilometer.



Figuur 5 A15 links ter hoogte van hectometer 36,3



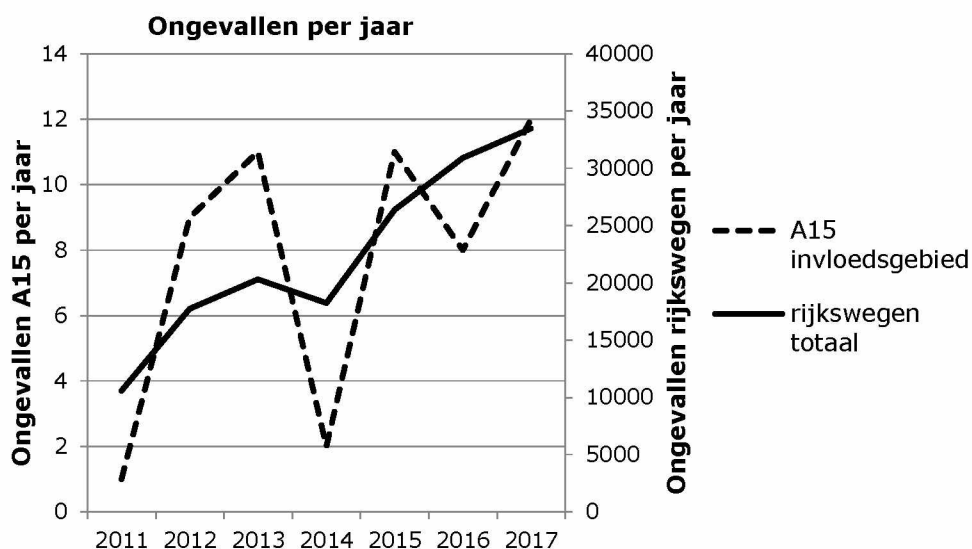
Datum
28 januari 2018

Figuur 6 A15 links ter hoogte van hectometer 33,8

5.9.3 Resultaten

Hoewel het invloedsgebied in totaal bijna 6 km aan rijbaanlengte beslaat (rijbaan rechts en links opgeteld) is het aantal geregistreerde hoofdrijbaan-ongevallen relatief klein. In figuur 7 is het aantal geregistreerde ongevallen per jaar binnen het invloedsgebied van de windturbines op beide rijbanen op de A15 per jaar weergegeven. Dit aantal is vergeleken met de ontwikkeling op rijkswegen in totaal. Aan het totaal aantal rijkswegongevallen is duidelijk te zien dat er in deze periode steeds meer rijkswegongevallen geregistreerd zijn.

Het aantal ongevallen op de A15 laat een grillig verloop zien, de toevalsfluctuatie is groot door de kleine aantallen. Het aantal is groot genoeg om een indicatie van de ontwikkelingen op beide rijbanen samen te geven, voor een uitsplitsing naar rijbanen is het aantal te klein. Er is geen piek in het aantal ongevallen te zien in 2014, het jaar waarin het windturbinepark werd gebouwd. Dit suggereert dat de bouw van de windturbine niet voor verkeersveiligheidsproblemen heeft gezorgd.

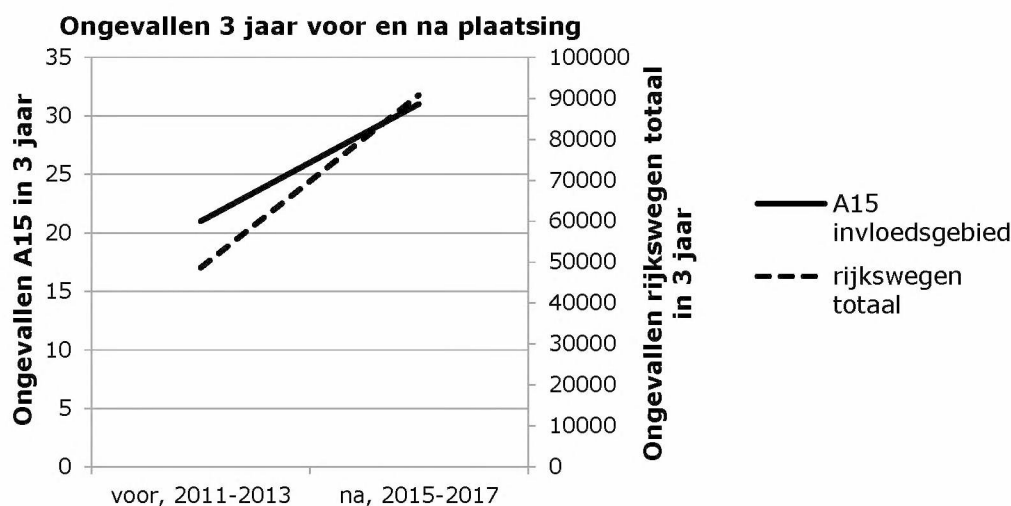


Figuur 7 Ontwikkeling van het aantal in BRON geregistreerde hoofdrijbaan-ongevallen per jaar

In figuur 8 zijn de aantallen ongevallen gesommeerd over 3 jaar voor en 3 jaar na de bouw van turbinepark Hartel 2. Hoewel harde conclusies door de kleine aantallen niet mogelijk zijn, geeft figuur 8 een duidelijke indicatie dat de

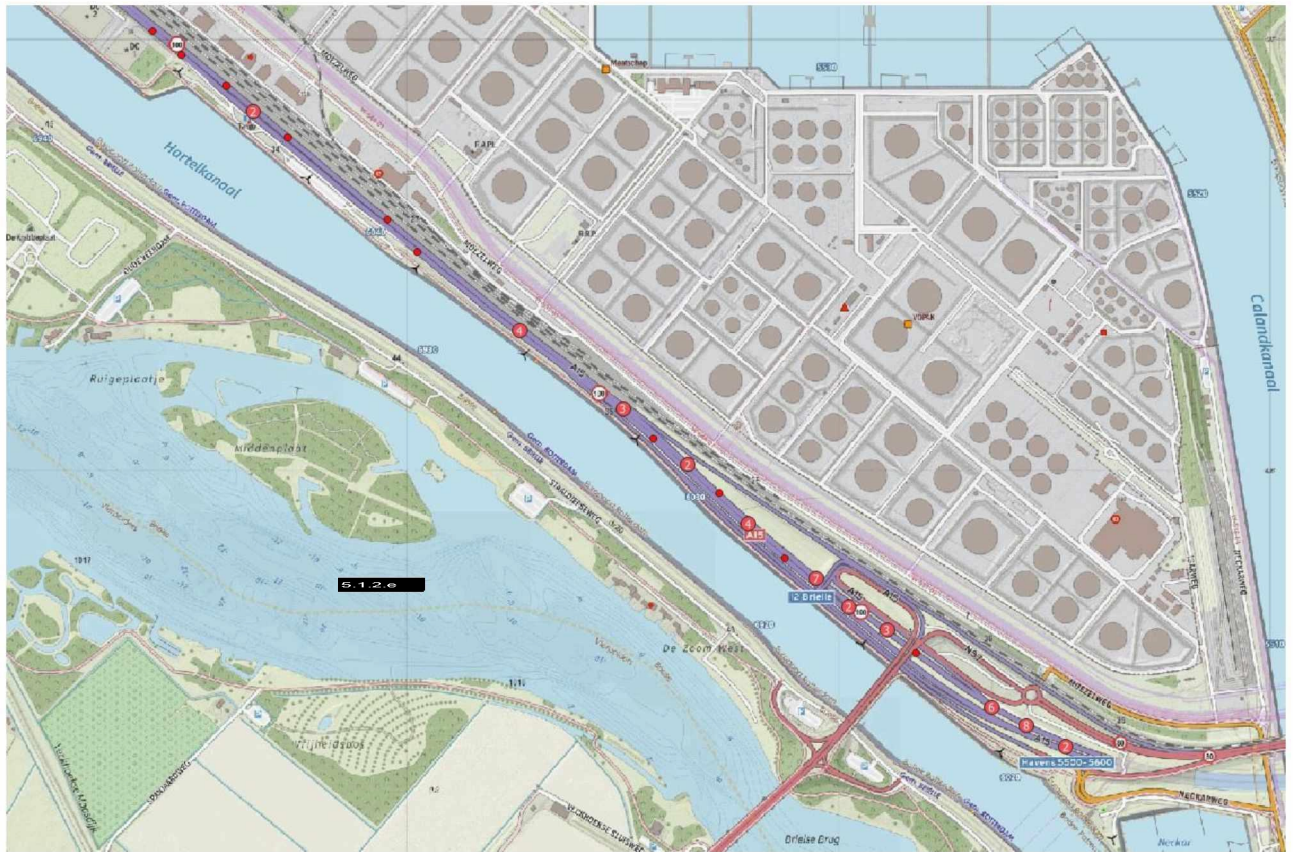
ontwikkeling van het aantal ongevallen op de A15 nauwelijks verschilt van de ontwikkeling op rijkswegen in het algemeen. Dit suggereert dat afleiding door de windturbines van de Hartel 2 niet heeft bijgedragen aan een verslechtering van de verkeersveiligheid.

Datum
28 januari 2018



Figuur 8 Aantal in BRON geregistreerde hoofdrijbaan-ongevallen gedurende 3 jaar voor en na plaatsing van windturbinepark Hartel 2

In figuur 9 zijn de ongevallen op kaart afgebeeld. Er zijn relatief weinig ongevallen in het noordwestelijke deel waar de turbines vanaf rijstrook rechts worden genaderd en relatief veel ongevallen in het zuidoostelijke deel. Daarbij zitten de ongevallen op dat laatste deel vooral op rijbaan links waar bestuurders de tunnel uitrijden en daarbij door een horizontale boog rijden en geconfronteerd worden met een uitvoering net na de tunnel. Ook het plotseling in beeld komen van de windturbines zou een rol kunnen spelen. Echter, al voor de bouw van Hartel 2 gebeurde hier relatief veel ongevallen. Bestudering van de spreiding van de ongevallen werpt dan ook geen ander beeld op de eerder beschreven resultaten.



Figuur 9 Kaart met in BRON geregistreerde hoofdrijbaan-ongevallen in het invloedsgebied van windturbinepark Hartel 2 van 2011 tot en met 2017