



Nader Onderzoek
Verkeerspsychologische aspecten Windpark Rijnenburg

Opdrachtgever : 5.1.2.e
Opsteller : 5.1.2.e | de Paauwen PenProducten

14 augustus 2023

5.1.2.e verkeerspsycholoog | *de Paauwen PenProducten*
mens - techniek | verkeer - vervoer | teksten - lezingen - advisering
5.1.2.e 5.1.2.e Overschild
+31 (0) 5.1.1.e
5.1.2.e | www.paauwen.nl

Nader Onderzoek Verkeerspsychologische aspecten Windpark Rijnenburg

Inhoud

1. Scope	3
Aanleiding	3
Leeswijzer	4
2. Aandachtspunten / criteria	5
Essentie	5
Afleiding	5
Misleiding	5
Verwarring	5
Schrik	5
Situatie bij duisternis: obstakellichten	5
Omgeving	6
Minder storende factoren	6
Af- en misleiding in de realisatiefase	6
Verwachtingen	6
3. Mitigatie	7
'Preventieve Mitigatie'	7
Mitigatie bij afleiding en schrik	7
Mitigatie bij misleiding	7
Mitigatie bij verwarring	7
Mitigatie door waarschuwen	8
4. Problematiek en mitigatie bij duisternis	9
Aandachtspunten	9
Preventieve mitigatie bij duisternis - algemeen	9
Naderingsdetectie	9
Mitigatie resterende hinder	10
5. Ritanalyses	11
Rit 1	11
Rit 2	13
Rit 3	13
Rit 4	14
Rit 5	14
Rit 6	14
Rit 7	15
Rit 8	15
Rit 9	15
Rit 10	15
Rit 11	16
Rit 12	16
6. Problematiek en mitigatie bij bouw, beheer en onderhoud	18
Werkzaamheden en mitigatie	18
Verlichting	18
Obstakelverlichting	18
Bouwwerkeer	18
Conclusie situatie bouw, beheer en onderhoud	18
7. Conclusies	19

1. Scope

Aanleiding

In de nabijheid van het Verkeersplein Oudennij zijn ten zuiden van de A12 in het kader van het project Windpark Rijnenburg vier windturbines gepland. Deze hebben een masthoogte van maximaal 180 meter en een maximum rotordiameter van eveneens 180 meter. De maximale tiphoogte is daarmee ongeveer 270 meter; de onderzijde van de rotor reikt tot maximaal ongeveer 90 meter boven het maaiveld.



Locaties (bij benadering) turbines Windpark 'Rijnenburg'

De minimale afstand van de turbines tot de Hoofrijbaan van de A12 is ongeveer 400 meter. Dit betreft de meest oostelijke turbine.

Deze meest oostelijke turbine is gepland in de nabijheid van Verkeersplein Oudennij. Zij staat ongeveer 200 meter van de dichtstbijzijnde boog (van noord naar oost) van het verkeersplein. Voor de verkeersveiligheidsaspecten hiervan geldt in het kader van de Wet Beheer Rijkswaterstaatwerken (WBR)¹, lid 3 van Artikel 3 van de Beleidsregel van Rijkswaterstaat^{2, 3}:

Artikel 3. Wegen

1. Langs rijkswegen wordt plaatsing van windturbines toegestaan bij een afstand van ten minste 30m uit de rand van de verharding of bij een rotordiameter groter dan 60m, ten minste de halve diameter.
2. Binnen 30m 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.
3. 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. (Onderstreping van de auteur)

Van overdraaiing is ook bij de meest oostelijke turbine geen sprake maar die staat wel nabij een groot, complex verkeersknooppunt, zodat uit aanvullend onderzoek moet blijken dat er geen onaanvaardbaar verhoogd risico is voor de verkeersveiligheid.

Daarom is in opdracht van de Gemeente Utrecht een eerste Human-Factors Analyse uitgevoerd^{4, 5}.

¹ Min. V&W, Min. Justitie (1996). Wet beheer Rijkswaterstaatwerken.

² Rijkswaterstaat (2020). Handreiking Risicozonering Windturbines (HRW2020). Den Haag, Rijkswaterstaat

³ Rijkswaterstaat (2015). Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over Rijkswaterstaatswerken. Den Haag, Rijkswaterstaat.

⁴ 51.2e en Veiligheid (2023). Human Factors analyse knooppunt Oudennij.

⁵ 51.2e en Veiligheid (2023). Human Factors analyse knooppunt Oudennij. Oplegnotitie.

Vervolgens is op verzoek van Eneco door verkeerspsycholoog **[naam]** een nader onderzoek naar de HF-aspecten van de geplande turbines uitgevoerd, waarin nu ook expliciet aandacht wordt besteed aan:

- de mitigatie van problematische situaties,
- de situatie bij duisternis,
- de situatie in de fase van bouw en onderhoud van de turbines.

Het voorliggende document is de rapportage van dit uitgebreidere onderzoek.

In deze rapportage wordt minder aandacht besteed aan de theoretische achtergrond van de verkeerspsychologische aspecten; daarvoor wordt naar de eerder uitgevoerde HF-analyse verwezen. Afwijkend van de eerdere HF-analyse is voorts dat volledigheidshalve *alle* mogelijke ritten over Verkeersplein Oudenrijn zijn bezien. Er wordt echter alleen diep op de materie ingegaan waar zich mogelijk problemen zouden kunnen voordoen. Gelet wordt in het algemeen slechts op *extra* uitdagingen die kunnen ontstaan door de turbines; reeds bestaande pieken in de mentale belasting etc. blijven buiten beschouwing. Ook het Onderliggend Wegennet (OWN) blijft buiten beschouwing.

Leeswijzer

Hoofdstuk 2 behandelt de aandachtspunten/criteria op basis waarvan de ritanalyses zijn uitgevoerd.

Hoofdstuk 3 gaat over mitigatie, het beperken van in de ritanalyses geconstateerde problemen. Deze mitigatiemaatregelen worden meteen voor zover van toepassing meegenomen in hoofdstuk 6.

Ritanalyses.

Hoofdstuk 4 behandelt de specifieke problematiek en mitigatie daarvan bij duisternis.

Hoofdstuk 5 omvat de ritanalyses.

Hoofdstuk 6 gaat over de specifieke problematiek en mitigatie daarvan in de bouw- en onderhoudsfasen van de turbines.

Hoofdstuk 7 presenteert de conclusies.

2. Aandachtspunten / criteria

Essentie

Windturbines in de omgeving van een weg kunnen negatieve effecten hebben op de visuele informatieverwerking, de mentale belasting, de prestaties en het gedrag van weggebruikers. Het kan dan gaan om afleiding, misleiding, verwarring en schrik. Die leggen beslag op de mentale capaciteit van de weggebruiker waardoor die de rijtaak mogelijk minder goed kan uitvoeren.

Afleiding

Een windturbine, werkzaamheden rond de turbine, de dominantie van de turbine in het blikveld, en de draaiende rotor van de turbine kunnen de aandacht van de weggebruiker trekken. Kortstondige afleiding (twee seconden wordt soms als grens genoemd maar is in complexe situaties nog te lang) is daarbij uiteraard minder riskant dan langduriger de aandacht vasthouden. Van belang zijn hierbij onder meer de afstand tot de turbine, het formaat ervan, en of de (draaiende) rotor in het gezichtsveld van de weggebruiker verschijnt.

Ook kan een turbine als het ware door het gezichtsveld (c.q. het kader van de voorruit) schuiven, bijvoorbeeld als de weggebruiker de boog volgt in een toe- of afrit tegenover die turbine. Al deze factoren vragen om aandacht, en leggen beslag op de mentale capaciteit van de weggebruiker. Zeker in toch al meer dan gemiddeld mentaal belastende situaties zoals een boog in een toe- of afrit kan dit leiden tot fouten in de uitvoering van zowel de tactische (de weg volgen, koershouden) als de operationele (gasgeven, remmen, sturen) rijtaak, en ongewenste onwillekeurige riskante handelingen. Afleiding van de weggebruiker moet dus zo veel mogelijk worden voorkomen. Hierop wordt ingegaan in Hoofdstuk 3 Mitigatie.

Misleiding

Van misleiding is sprake als, als gevolg van de plaats van een (serie) turbine(s), de weggebruiker verwacht dat de weg anders loopt dan in werkelijkheid het geval is. Zo kan een weg op enig moment afbuigen en daarbij een rechte rij turbines kruisen, waarbij de weggebruiker verwacht dat de weg die rij turbines juist zal blijven volgen en dus rechtuit loopt. Ook komt het voor dat de weg eerst links van een turbine lijkt te zullen lopen maar dan toch kort daarvoor naar rechts afbuigt, of andersom. Ook hierop wordt ingegaan in Hoofdstuk 3 Mitigatie.

Verwarring

Een bijzonder geval van misleiding is verwarring. Zo kan een obstakellicht op een turbine in een bepaalde situatie voor een verkeerslicht of een achter-/remlicht van een auto worden aangezien. Ook dit soort misverstanden kan leiden tot fouten in de uitvoering van de rijtaak en ongewenste onwillekeurige riskante handelingen, en moet dus zo veel mogelijk worden voorkomen. Ook hierop wordt ingegaan in Hoofdstuk 3 Mitigatie.

Schrik

Schrik kan in dit kader worden omschreven als plotseling en onverwacht sterk afgeleid of misleid worden door een turbine. Confrontatie met een plotseling dominant in beeld verschijnende turbine kan zelfs tot angstgevoelens leiden. Juist omdat de weggebruiker voor een groot deel 'op de automatische piloot rijdt' en per definitie geen onverwachte verschijnselen verwacht kan hij bijvoorbeeld op een toerit naar, of een boog in een snelweg schrikken als hij pas op het laatste moment met een nabije turbine wordt geconfronteerd. Schrik kan ook weer leiden tot extra ongewenste effecten op de uitvoering van de rijtaak, en moet dus zo veel mogelijk worden voorkomen. Ook hierop wordt ingegaan in Hoofdstuk 3 Mitigatie.

Situatie bij duisternis: obstakellichten

Mede afhankelijk van de lichten en lichtheid in/van de achtergrond zal de turbine zelf bij duisternis nagenoeg onzichtbaar zijn. Waar de weggebruiker dan bij duisternis mee wordt geconfronteerd hangt voornamelijk af van de rode obstakellichten op de mast.

Op dit punt wordt ingegaan in Hoofdstuk 4 Problematiek en mitigatie bij duisternis.

Omgeving

De omgeving van een turbine bepaalt mede hoe sterk die turbine zal af- en/of misleiden. In een omvangrijk, visueel 'druk' industriegebied zal dat in mindere mate het geval zijn dan in een agrarisch landschap. Ook leidt de aanwezigheid van reeds bestaande turbines in de omgeving tot een verwachtingspatroon waarin ook nieuwe turbines 'normaal' zijn in het landschap, waardoor afleiding en schrik minder sterk zullen optreden.

Zoals al vermeld speelt bij duisternis ook de lichtgesteldheid in de omgeving van een turbine een rol.

Minder storende factoren

In oudere, theoretische documentatie (d.w.z. niet-onderzoeksrapportages) wordt soms gewaarschuwd voor het optreden van schittering op de rotor en slagschaduw van die rotor, die al dan niet sterk zouden afleiden. In de recentere *onderzoeksrapportages* van concrete situaties komen deze factoren echter niet terug. Schittering en slagschaduw zijn in de voorliggende rapportage dan ook niet beoordeeld. Hetzelfde geldt voor geluid en mogelijk rond een turbine optredende turbulentie.

Af- en misleiding in de realisatiefase

De bouw en het onderhoud van een turbine zijn soms spectaculair en kunnen dus afleiden. Ook kan het transport van bouw materiaal en machines hinderlijk zijn voor het overige verkeer. Aanbevelingen om deze negatieve effecten te voorkomen of beperken zijn te vinden in Hoofdstuk 6 Problematiek en mitigatie in de bouwfase.

Verwachtingen

Het begin van het waarnemingsproces van de weggebruiker is grotendeels gebaseerd op verwachtingen: hoe de weg zal verlopen, hoe andere weggebruikers zich zullen gedragen, hoe de omgeving er uitziet, enzovoort. Vaak betekent afleiding of misleiding het afwijken van die verwachtingen.

Dat kan een (extra) probleem zijn want het verstoort het (overwegend automatische) informatieverwerkingsproces van de weggebruiker en verhoogt zijn mentale belasting. Ook dit probleem dient zo veel mogelijk gemitigeerd te worden. Hierop wordt ingegaan in Hoofdstuk 3 Mitigatie.

3. Mitigatie

Het is uiteraard zaak om hinder en onveiligheid voor weggebruikers als gevolg van de aanwezigheid van windturbines te verminderen, te 'mitigeren.' Dat kan op verschillende, elkaar vaak overlappende, manieren die in dit hoofdstuk de revue passeren. Een deel is tamelijk voor de hand liggend en simpel, een ander deel vergt enige verklaring.

'Preventieve Mitigatie'

Zoals in principe bij alles wat hinder veroorzaakt dient mitigatie te beginnen bij de bron.

Preventieve mitigatie bij windturbines in relatie tot weggebruikers betekent vooral het visueel minder opvallend maken:

- 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,
- waar zinvol 'camouflage' van (vooral de voet van) de mast met begroeiing, om de turbine visueel meer te integreren in het landschap en daardoor visueel minder 'agressief' te maken;
- voor verlichting van de turbine zie Hoofdstuk 4 Problematiek en mitigatie bij duisternis.

Mitigatie bij afleiding en schrik

Mitigatie in het geval van mogelijke afleiding bestaat in de eerste plaats uit de hierboven genoemde preventieve maatregelen. Daarna(ast) zijn er de volgende maatregelen, die elkaar niet uitsluiten.

Maskeren

Afleiding kan worden verminderd door de turbine (deels) aan het oog te onttrekken. Dit kan zowel geschieden door bosschages langs de betreffende rijbaan als vóór de mast van de turbine in kwestie.

'Overschreeuwen'

Een tweede mogelijkheid is om vóór de mogelijk afleidende turbine sterke visuele stimuli aan te bieden. Denk aan:

- grote bochtschilden,
- dicht opeen geplaatste bermpalen met ledverlichting in de boog waarvoor de turbine in het gezichtsveld opduikt.

Vroeg zichtbaar maken

Schrik door plotselinge confrontatie met een turbine kan worden voorkomen door het eerder zichtbaar te doen zijn van die turbine. In sommige gevallen kan een turbine al vroeg, dat wil zeggen op grotere afstand, zichtbaar worden gemaakt door begroeiing ervoor te verwijderen. De weggebruiker kan er dan vanaf afstand als het ware al een beetje aan wennen, waardoor afleiding en zeker schrik worden verminderd.

Het gaat hierbij uiteraard niet om het kappen van hele bossen maar bijvoorbeeld Rit 1 in Hoofdstuk 5 laat zien dat verwijderen van bosschages in de binnenbocht van een boog een turbine eerder, en onafgebroken, in het zicht doet zijn waardoor mitigatie optreedt. *Daarna*, als de turbine dichterbij wordt genaderd, is het eerder beschreven maskeren en 'overschreeuwen' aan de orde.

Mitigatie bij misleiding

Bij misleiding loopt de rijbaan anders dan de weggebruiker op basis van de positie van turbine(s) verwacht. Dit kan worden gemitigeerd door:

- het stimuleren van correcte verwachtingen door vroeg zichtbaar doen zijn van de turbine én van het wegverloop,
- het maskeren van vooral de voet van de turbine door begroeiing,
- het overschreeuwen van de 'foute' informatie door het benadrukken van het wegverloop door bijvoorbeeld bochtschilden en/of begroeiing in de buitenbocht van de weg.

Mitigatie bij verwarring

Verwarring kan worden gemitigeerd door combinatie(s) van maatregelen tegen afleiding en misleiding.

Mitigatie door waarschuwen

Indien er reden is om aan te nemen dat bovengenoemde mitigatiemaatregelen mogelijk onvoldoende



effect sorteren, kan voor ongewenste effecten van turbines worden gewaarschuwd, bijvoorbeeld door een goed zichtbaar geplaatst algemeen waarschuwingsbord met onderbord, of eventueel een 'nieuw' bord. (De voorgestelde tekst is gebaseerd op het algemeen spraakgebruik, niet op de vakterm 'turbines'.)

Dit is bijvoorbeeld zinvol bij de sterk in het oog lopende (tijdelijke) bouwsituatie. Het is ook dan slechts een aanvulling op verder noodzakelijke, meer fysieke mitigatiemaatregelen.

4. Problematiek en mitigatie bij duisternis

Aandachtspunten

Mede afhankelijk van de lichten en lichtheid in/van de achtergrond zal de turbine zelf bij duisternis nagenoeg onzichtbaar zijn. Waar de weggebruiker dan bij duisternis mee wordt geconfronteerd hangt voornamelijk af van (de positie van) de rode obstakellichten op de mast.

Bij het onderhavige project doen zich mogelijke problemen hoofdzakelijk voor op de Rit 1, van noord naar oost, en Rit 12, in de scherpe boog van west naar noord.

Voorgeschreven is:

In geval van windturbines met een tiphoogte van 210 meter of meer: op circa op 1/3 en 2/3 hoogte van de ondersteunende mast (gerekend vanaf de gondel) rood vastbrandende lichten (...)⁶.

Bij 180 meter hoge masten van de onderhavige turbines komen de lichten dus ongeveer op 60 en 120 meter hoogte, plus uiteraard het toplicht op 180 meter. Het definitieve aantal en de positie van de obstakellichten worden vastgesteld in een door de Inspectie Leefomgeving en Transport goed te keuren verlichtingsplan.

Obstakellichten op een turbine kunnen in een bepaalde situatie bijvoorbeeld voor een verkeerslicht of een achterlicht of zelfs remlicht van een auto worden aangezien. Dat kan extra verwarrend werken, bijvoorbeeld als de weggebruiker rijdt over een boog in een verkeersplein. Die weggebruiker ziet tussen de achterlichten van zijn voorliggers waarop hij is gefocust, en die dus min of meer centraal in zijn blikveld zitten, andere rode lichten door zijn gezichtsveld (c.q. het kader van de voorruit) schuiven. Van belang is hier ook de lichtgesteldheid in de omgeving. Wat Rijnenburg betreft is dit geen gunstige factor: vanaf zowel de A2 als de A12 bestaat de achtergrond van de turbines hoofdzakelijk uit donker agrarisch gebied.

Genoemde soort verwarring en misverstanden kan leiden tot fouten in de uitvoering van de rijtaak en ongewenste onwillekeurige riskante handelingen, en moet dus zo veel mogelijk worden voorkomen.

Preventieve mitigatie bij duisternis - algemeen

De door windturbines veroorzaakte hinder en onveiligheid voor weggebruikers bij duisternis wordt verminderd of zelfs voorkomen door de volgende maatregelen:

- turbines niet verlichten of aanstralen, zodat ze minder of niet opvallen,
- obstakellichten vastbrandend,
- obstakellichten zo veel mogelijk afschermen voor het wegverkeer (hierop wordt later in dit hoofdstuk teruggekomen).

Naderingsdetectie

Conform het principe 'verminder hinder om te beginnen bij de bron' is de belangrijkste voor Rijnenburg voorziene maatregel om het systeem van naderingsdetectie toe te passen. Bij naderingsdetectie schakelt de obstakelverlichting 's nachts alleen in als een vliegtuig in de buurt van de windturbine komt⁷.

Gedurende verreweg het grootste deel van de periode van duisternis is daarmee het probleem van afleiding, verwarring etc. van obstakelverlichting van tafel.

Voor omwonenden die hinder ondervinden van de verlichting is deze maatregel overwegend afdoende. Voor weggebruikers blijven echter periodes bestaan waarin de beschreven ongewenste effecten van obstakelverlichting kunnen optreden. Nader onderzoek moet uitwijzen hoe vaak die situatie zal optreden en hoe lang zo'n periode zal duren. Uit een nadere analyse moet ook blijken hoe opvallend en dus afleidend/verwarrend de brandende verlichting zal zijn.

Voorshands wordt in deze rapportage daarom veiligheidshalve uitgegaan van de conventionele continue obstakelverlichting.

⁶ Min. I&W (2020). Bekendmaking wijziging Informatieblad aanduiding van windturbines en windparken op het Nederlandse vasteland. Staatscourant 16 juni 2020.

⁷ Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (2018/2023) Obstakelverlichting bij windprojecten.

Mitigatie resterende hinder

Voor de mitigatie van het effect van continue obstakelverlichting worden aanbevolen:

- Beginnend bij de bron: afscherming van de lichten onder het horizontale vlak. Het onderste licht van de turbines van Rijnenburg mag dus bijvoorbeeld alleen vanaf 60 meter en hoger te zien zijn.
- Sterke visuele stimuli langs de weg vóór de lichten:
 - retroflecterende groot formaat bochtschilden,
 - ledverlichting op dicht opeen geplaatste bermpalen,
 - benadrukken van geleidende elementen langs en boven de weg zoals het verlichten van bewegwijzering.

5. Ritanalyses

	↶ Rit 3	Rit 2 ↓	Rit 1 ↷	
Rit 12 ↑				↗ Rit 4
Rit 11 →				↶ Rit 5
Rit 10 ↓				↘ Rit 6
	↶ Rit 9	Rit 8 ↑	Rit 7 ↷	

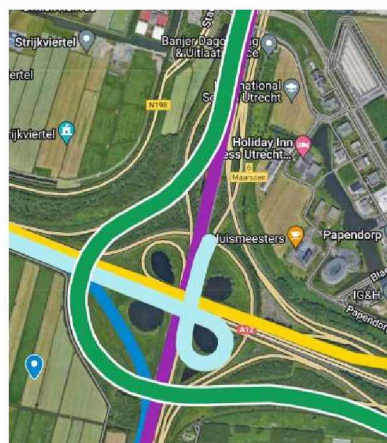
In het volgende worden 'rond de klok' alle ritten over knooppunt Oudenrijn geanalyseerd, dus de drie ritten vanuit het noorden (↶, ↓, en ↷), de drie vanuit het oosten, enzovoort.

Veel van deze analyses hebben als resultaat dat op de betreffende rit vanwege de geplande turbines geen onaanvaardbaar verhoogd risico bestaat voor de verkeersveiligheid.

In de HF-Analyse van Adviesdienst Mens en Veiligheid worden wel reeds bestaande aandachtspunten (d.w.z. zonder turbines)esignaleerd. In de koppen per rit zijn de nummers van deze ritten opgenomen, evenals het nummer van de over de betreffende rit beschikbare video.

Op een aantal ritten worden uiteenlopende mogelijke problemen gesignaleerd en besproken. Daarbij wordt ook vermeld wat de te treffen mitigatiemaatregelen zijn.

Rit 1	Rijbanen	Ritnummer HF-Analyse
N > O ↷	A2 Re → A12 Re	2, Video 1



Beschrijving

De rit loopt vanaf de A2 vanuit het noorden via een hooggelegen ruime boog eerst naar rechts en dan naar links over de andere rijbanen heen naar de A12 in oostelijke richting. Al vrij vroeg op die boog begint de uitvoegstrook naar Ring West / Houten / Nieuwegein; de rijbaan wordt hier dus driestrooks. Op het traject geldt een snelheidslimiet van 80km/u.

Relatie turbine(s)

Reeds in de boog naar rechts (in de aanloop naar de grote boog naar links) verschijnt op ongeveer 650 meter afstand de meest oostelijke turbine nadrukkelijk in beeld (ill. 1). Dit is in zoverre gunstig dat door de hier nog grote afstand tot die turbine waarschijnlijk geen (grote) schrik zal optreden. De turbine wordt in

de boog uiteindelijk tot op 250 meter genaderd, met dien verstande dat zij dan al helemaal rechts van de weg, en dus zeker buiten het centrale blikveld van de weggebruiker staat.

Na passage onder het viaduct komen rechts successievelijk ook de andere turbines in beeld (ill. 2). Door de aanwezigheid van de eerst zichtbare turbine zullen deze iets minder de aandacht trekken c.q. afleiden, ondanks dat zij relatief iets plotselinger in beeld verschijnen.

De verwachting van de weggebruiker zal op dit punt waarschijnlijk nog steeds zijn dat straks de meest oostelijke turbine *rechts* gepasseerd zal worden. Dat blijkt niet te kloppen als de bosjes aan de linkerkant van de rijbaan zijn gepasseerd. Dat is onverwacht.



ill. 1



ill. 2

Er is vervolgens vrijwel geen visuele afscheiding tussen de rijbaan en de turbines rechts (ill. 3). Dat de oostelijke turbine hier weer prominent in beeld komt valt ongeveer samen met het begin van de (verlengde) uitvoegstrook naar Ring West/Houten/Nieuwegein (ill. 4). Dit compliceert hier de rijtaak. Daar staat tegenover dat het nu zichtbare wegwijzerportaal hier twee positieve effecten heeft:

- het overheerst enigszins de turbine,
- het vergemakkelijkt al op afstand het volgen van de weg (de tactische rijtaak) (zie ook weer ill. 3).

Daarnaast is de laagste tiphoogte 90 meter boven het maaiveld, en daarmee naar ruwe schatting 80 meter boven het wegdek niveau. Dat betekent dat de rotor, zo lang de weggebruiker op de weg en het verkeer let, al spoedig naar boven verdwijnt buiten diens verticale/centrale blikveld, respectievelijk de bovenrand van de voorruit.



ill. 3



ill. 4

Mitigatie voor slechte geleiding in boog

De boog in de weg moet beter zichtbaar c.q. nadrukkelijker geleidend worden. Dit kan geschieden met:

- bochtschilden,
- waar indien enigszins mogelijk (dus voorbij viaduct): onderhoudsarme bosschages achter de geleiderail in de buitenbocht.

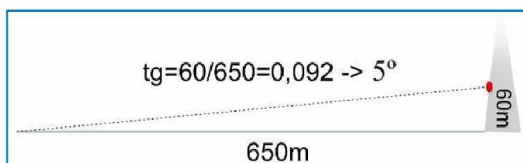
Mitigatie voor oostelijke turbine tijdelijk niet zichtbaar door bosschages

De oostelijke turbine dient vanaf het eerste verschijnen continu zichtbaar te blijven door:

- verwijderen bosschages in de binnenbocht (ill. 1 en 2).

Afleiding bij duisternis

Het laagste obstakellicht op de mast van de oostelijke turbine bevindt zich op ongeveer 60 meter hoogte. Die plek verschijnt vanaf de boog op ongeveer 650 meter afstand in het gezichtsveld c.q. het kader van de voorruit van de weggebruiker. De hoek waaronder dit gebeurt is ongeveer 5°. Het blikveld door de voorruit is afhankelijk van het type auto 20 à 30° hoog. Het obstakellicht valt daar dus ruimschoots binnen. Daar staat tegenover dat het *centrale* blikveld van een bestuurder normaliter 2 à 3° hoog is. Dat valt



onder de genoemde hoek van 5°.

Mitigatie bij duisternis

Het is dus zaak, te bevorderen dat de weggebruiker hier zijn aandacht bij de weg en het overige verkeer houdt. Hij zal daar reeds toe geneigd zijn doordat de weg vanaf het begin van de boog (of zelfs het begin van het verkeersplein) nadrukkelijk zijn aandacht vraagt. De situatie is voorts in zoverre 'zelf-mitigerend' dat het verloop van de weg bij duisternis wordt benadrukt door de lichtmasten en de verlichte rijbaan.

Mitigatie geschiedt door de algemene aanbevelingen bij duisternis:

- Afscherming van de lichten onder het horizontale vlak. Het onderste licht mag dus alleen vanaf 60 meter en hoger te zien zijn.
- Sterke visuele stimuli langs de weg vóór de lichten:
 - retroflecterende groot formaat bochtschilden,
 - ledverlichting op dicht opeen geplaatste berm palen.

- Aanvullend wordt aanbevolen om indien dit nog niet het geval is, de twee wegwijzerportalen vóór de turbine aan te lichten, om hun geleidebaken-functie bij duisternis te versterken en de aandacht van het obstakellicht af te houden.

Deze aanbevelingen bij duisternis gelden nadrukkelijk als aanvulling op de eerder besproken algemene mitigatie-maatregelen.

Conclusie Rit 1

Dit traject is een van de twee meest uitdagende van de twaalf mogelijke ritten. De weg is breed, oriëntatie is op het grote oppervlak soms moeilijk, en er dient op de bewegwijzering te worden gelet (strategische rijtaak). Met name de meest oostelijke turbine verschijnt nadrukkelijk in het verder 'kale' blikveld van de weggebruiker en zal onvermijdelijk afleiden van de rijtaak.

Er is echter sprake van reeds aanwezige mitigerende factoren:

- De meest nadrukkelijk aanwezige turbine verschijnt al vroeg in het zicht; schrik is daar als gevolg daarvan goeddeels uitgesloten,
- De portalen van de bewegwijzering zijn effectieve oriëntatiepunten, wat misleiding en verwarring vermindert,
- Het meest nabije portaal maskeert bij nadering in zekere mate de erachter staande turbine,
- De rotor van de turbine komt bij nadering steeds minder prominent in beeld.

Bij toepassing van de voorgestelde mitigatiemaatregelen (van begin af aan *continu* zicht op turbine door verwijdering bosjes in de binnenbocht, versterking boog-geleiding door bochtschilden en waar mogelijk bosschages planten in de buitenbocht, obstakellicht naar beneden afschermen, aanlichten wegwijzerportalen) is er daardoor geen onaanvaardbaar verhoogd risico voor de verkeersveiligheid.

Rit 2	Rijbaan	
N > Z ↓	A2 Re	Video 4

Beschrijving

De rit loopt over de westelijke rijbaan van de A2 van noord naar zuid.

Relatie turbine(s)

De meest oostelijke turbine wordt al van grote afstand zichtbaar en blijft op gevoelsmatig 'veilige' afstand, achter andere taluds van het verkeersplein. Er is hierdoor geen onaanvaardbaar verhoogd risico voor de verkeersveiligheid.

Mitigatie

n.v.t.

Rit 3	Rijbanen
N > W ↙	A2 Re → A12 Li

Beschrijving

De rit voert vanaf de A2 vanaf het noorden in een boog vóór het eigenlijke verkeersplein naar de A12 West.

Relatie turbine(s)

De meest oostelijke turbine wordt al van grote afstand enigszins zichtbaar en blijft op gevoelsmatig 'veilige' afstand, grotendeels achter het talud van de boog A2 → A12 Oost. Er is hierdoor geen onaanvaardbaar verhoogd risico voor de verkeersveiligheid.

Mitigatie

n.v.t.

Rit 4	Rijbanen
O > N ↗	A12 Li → A2 Li

Beschrijving

De rit voert vanaf de A12 vanaf het oosten in een boog vóór het eigenlijke verkeersplein naar de A2 Noord.

Relatie turbine(s)

Voor zover de meest oostelijke turbine zichtbaar is gebeurt dit al vanaf grote afstand, zij blijft bovendien grotendeels verborgen achter (de taluds van) het verkeersplein. Er is hierdoor geen onaanvaardbaar verhoogd risico voor de verkeersveiligheid.

Mitigatie

n.v.t.

Rit 5	Rijbaan	Ritnummer HF-Analyse
O > W ←	A12 Li	4, Video 2



Beschrijving

De rit voert over de doorgaande verbinding Oost - West over de A12.

Relatie turbine(s)

Al vrij vroeg komen de turbines geleidelijk, successievelijk in beeld. De eerste waarneming dat de weg rechts ervan zal passeren, klopt. De turbines blijven op gevoelsmatig 'veilige' afstand van de weggebruiker. Tussen hem en de turbine

speelt zich bovendien het gebruikelijke dynamische tafereel van de tegengestelde rijbaan af, wat de turbines zich nog minder pregnant in het blikveld doet aandienen. Er is hierdoor geen onaanvaardbaar verhoogd risico voor de verkeersveiligheid.

Mitigatie

n.v.t.

Rit 6	Rijbanen
O > Z ↘	A12 Li → A2 Re

Beschrijving

De overgang van A12 Oost naar A2 Zuid geschiedt in een krappe boog binnenin het verkeersplein.

Relatie turbine(s)

De meest oostelijke turbine is aanvankelijk van verre zichtbaar. Dat blijft zo tot in de krappe boog, op nog vrij grote afstand, de turbine uit het blikveld verdwijnt. Als een keer op de A2 naar het zuiden is ingevoegd is de turbine (evenals de overige turbines) rechts zichtbaar maar ver buiten het normale blikveld van de weggebruiker. Er is hierdoor geen onaanvaardbaar verhoogd risico voor de verkeersveiligheid.

Mitigatie

n.v.t.

Rit 7	Rijbanen
Z > O ↗	A2 Li → A12 Re

Beschrijving

De rit voert over de A2 vanaf het zuiden al vroeg in het verkeersplein naar rechts de A12 op in oostelijke richting.

Relatie turbine(s)

De turbines zijn vanaf de A2 links op gevoelsmatig 'veilige' afstand duidelijk waarneembaar en verdwijnen bij het afbuigen naar rechts uit beeld. Er is hierdoor geen onaanvaardbaar verhoogd risico voor de verkeersveiligheid.

Mitigatie

n.v.t.

Rit 8	Rijbaan	Ritnummer HF-Analyse
Z > N ↑	A2 Li	3

Beschrijving

De rit voert op de oostelijke rijbaan van de A2 van zuid naar noord.

Relatie turbine(s)

De meest oostelijke turbine (en in mindere mate de overige turbines) wordt al van grote afstand zichtbaar en blijft op gevoelsmatig 'veilige' afstand, steeds aan de linkerkant van de weg. Tussen de weggebruiker en de turbine speelt zich bovendien het gebruikelijke dynamische tafereel van de tegengestelde rijbaan af, wat de turbines nog minder pregnant in het blikveld doet verschijnen. Er is hierdoor geen onaanvaardbaar verhoogd risico voor de verkeersveiligheid.

Mitigatie

n.v.t.

Rit 9	Rijbanen
Z > W ↖	A2 Li → A12 Li

Beschrijving

De rit loopt vanuit het zuiden vanaf de A2 in een wijde boog naar rechts en vervolgens naar links naar de A12 in westelijke richting.

Relatie turbine(s)

De rit loopt in een ruime boog, op gevoelsmatig veilige afstand, als het ware om de oostelijke turbine heen. Bij het invoegen op de A12 zullen ook de overige turbines in beeld komen, doch ook op grote afstand en eens temeer daarvan gescheiden door het verkeer op de tegengestelde rijbaan. Er is hierdoor geen onaanvaardbaar verhoogd risico voor de verkeersveiligheid.

Mitigatie

n.v.t.

Rit 10	Rijbanen	Ritnummer HF-Analyse
W > Z ↓	A12 Re → A2 Re	1, Video 6

Beschrijving

De rit loopt vanuit het westen over de A12 in een ruime boog naar de A12 Zuid.

Relatie turbine(s)

De rit loopt in een ruime boog, op gevoelsmatig veilige afstand, om de oostelijke turbine en de overige turbines heen. De situatie is aanvankelijk gelijk aan die van Rit 11: de turbine verschijnt op geen enkel moment in de buurt van het centrale blikveld van de weggebruiker. Er is hierdoor geen onaanvaardbaar verhoogd risico voor de verkeersveiligheid.

Mitigatie

n.v.t.

Rit 11	Rijbaan
W > O →	A12 Re

Beschrijving

De rit loopt rechtstreeks over de A12 van west naar oost.

Relatie turbine(s)

Alle turbines zijn en blijven vanaf de meest westelijke al vroeg zichtbaar, de meest westelijke drie op grote afstand. Tegen de tijd dat de meest oostelijke wordt genaderd staat die al helemaal rechts van de weggebruiker, dus buiten zijn blikveld. Bovendien is het voor die weggebruiker duidelijk dat hij bij nadering van het verkeersplein de bewegwijzering en het verloop van de weg in de gaten moet houden. Er is hierdoor geen onaanvaardbaar verhoogd risico voor de verkeersveiligheid.

Mitigatie

n.v.t.

Rit 12	Rijbanen	Ritnummer HF-Analyse
W > N ↑	A12 Re → A2 Li	5, Video 3



Beschrijving

De rit volgt na de afslag een krappe driekwart boog ($V_{\max}$ 50 km/u) naar rechts vanaf de A12 West, naar de A2 Noord.

Relatie turbine(s)

In de aanloop over de A12 naar het verkeersplein worden de turbines al vroegtijdig zichtbaar, zij het zeker aanvankelijk op afstand. Hier zal dus geen schrik-effect optreden. De situatie is tot aan de afslag gelijk aan die van Rit 11. Bij het naderen van het verkeersplein is de meest oostelijke turbine nog wel zichtbaar, maar alleen zijdelings; zij blijft hier dus ver buiten het centrale blikveld van de weggebruiker. Onder het viaduct is zij geheel uit beeld.



Halverwege de scherpe rechterboog na de afslag komt op ongeveer 650 meter afstand de turbine echter weer plotseling en prominent in beeld (zie foto). Doordat de weg hier stijgt komt ook de bewegende rotor ruimschoots in beeld. Een geleiderail of andere visuele geleiding in de buitenbocht is (afgezien van berm paaltjes en lichtmasten) niet aanwezig. Dit is een kritiek punt. De turbine wordt uiteindelijk tot op ongeveer

550 meter genaderd, met dien verstande dat zij dan al helemaal links van de weg staat.

Relatief gunstig is:

- dat zich gedurende de hele boog de hoofdrijbaan van de A2 inclusief talud tussen de weggebruiker en de turbine bevindt, wat haar minder 'dreigend' doet zijn,
- dat tegen de tijd dat moet worden ingevoegd op de A2 de turbine weer uit beeld is verdwenen. Dan begint ook het verkeer op de hoofdrijbaan de aandacht op te eisen (hertussen moet straks bovendien immers ook worden ingevoegd), en dus af te leiden van de turbine,

- dat bij een waarschijnlijk relatief hoge beginsnelheid op de boog na het afslaan vanaf de A12 het volgen van de boog in termen van tactische (volgen) en operationele (sturen) rijtaak alle aandacht van de weggebruiker opeist. (Een dergelijk effect is door opsteller van dit rapport onder meerdere (licht)omstandigheden geconstateerd bij de krappe boog A7 Re - N33 Re in Knooppunt Zuidbroek bij Windpark N33.)

Opgemerkt wordt verder dat op het moment van de in de HF-analyse genoemde 'moeilijke' moment van het afslaan van de A12 naar de beschreven krappe boog de turbine niet zichtbaar is, en deze situatie dus niet extra zal bemoeilijken.

Mitigatie

In het laatste deel van de rit is mitigatie zeker noodzakelijk, waar in de krappe boog de oostelijke turbine vrij plotseling in beeld verschijnt en sterke visuele geleiding langs de weg ontbreekt:

- Sterke(re) continue visuele geleiding kan worden geboden door een geleiderail en daarachter liefst hoog opschietende bosschages langs de buitenbocht van dit deel van het traject.
- Bochtschilden om het geleidend effect te versterken.

Beide mitigerende maatregelen dienen al te beginnen vóór de turbine in zicht komt, om de geleiding zo logische en vloeiend mogelijk te doen zijn. Ze lopen door tot de turbine links uit het gezichtsveld verdwijnt.

Afleiding en mitigatie bij duisternis

Het laagste obstakellicht op de mast van de oostelijke turbine bevindt zich op ongeveer 60 meter hoogte. Die plek verschijnt op ongeveer 650 meter afstand in het gezichtsveld c.q. het kader van de voorruit van de weggebruiker. De situatie is hiermee ongeveer gelijk aan die bij Rit 1, met dien verstande dat de boogstraal hier aanmerkelijk geringer is, wat enerzijds het risico kan verhogen maar anderzijds ook tot sterkere concentratie van de weggebruiker zal leiden.

Ook hier geldt dat de situatie in zoverre 'zelf-mitigerend' is dat het verloop van de weg bij duisternis wordt benadrukt door de lichtmasten en de verlichte rijbaan.

Voor de mitigatie gelden dan ook dezelfde aanbevelingen (met uitzondering van het aanlichten van wegwijzerportalen):

- Afscherming van de lichten onder het horizontale vlak. Het onderste licht mag dus alleen vanaf 60 meter en hoger te zien zijn.
- Sterke visuele stimuli langs de weg vóór de obstakellichten:
 - retroflecterende groot formaat bochtschilden,
 - ledverlichting op dicht opeen geplaatste bermenpalen.

Deze aanbevelingen gelden nadrukkelijk als aanvulling op de eerder besproken algemene mitigatiemaatregelen.

Conclusie Rit 12

Dit is een van de twee 'moeilijkste' trajecten in het project. In een stijgende krappe boog wordt de weggebruiker plotseling geconfronteerd met de meest oostelijke turbine, die mede door de stijging van de rijbaan prominent in beeld komt.

Met sterk de visuele geleiding versterkende elementen zoals bosschages, bochtschilden, een geleiderail, en het laagste obstakellicht van de oostelijke turbine naar beneden afschermen, wordt er geen onaanvaardbaar verhoogd risico voor de verkeersveiligheid meer verwacht.

6. Problematiek en mitigatie bij bouw, beheer en onderhoud

De bouw van een windturbine is een spectaculair proces. Dat kan leiden tot risico's in termen van afleiding en schrik van weggebruikers.

In het volgende wordt aangegeven hoe deze risico's dienen te worden gemanaged. Los van deze aanbevelingen blijft uiteraard waakzaamheid en gezond verstand geboden.

Werkzaamheden en mitigatie

Hoge of anderszins extra opvallende werkzaamheden kunnen in sterke mate invloed hebben op het kijk- en verkeersgedrag van de weggebruiker. Daarom wordt aanbevolen:

- Werkzaamheden, zowel op de grond als op hoogte dienen zo min mogelijk zichtbaar te zijn.
- De bij de ritanalyses genoemde mitigerende maatregelen worden gerealiseerd vóór met de bouw van de turbine wordt begonnen.
- Waar de werkzaamheden op visueel kritieke plaatsen en hoogtes plaatsvinden: antizichtschermen langs de rijbaan. Vanwege de grote hoogte van de turbines moet dit gebeuren langs de weg in kwestie, niet (alleen) voor, of aan de turbine, indien dit al mogelijk is. De schermen achter de vangrail plaatsen zodat het visueel geleidend effect daarvan optimaal blijft. Meest nadrukkelijke voorbeeld is Rit 1, de boog A2 Re naar A12 Re, een van de twee bogen met de grootste uitdagingen. Vanwege de breedte van de weg, en het dus vanaf de meest linkse stroken ruimer zicht op de (in aanbouw zijnde) turbine wordt aanbevolen om te bezien of in deze boog dubbel hoge antizichtschermen kunnen worden aangebracht. Daarnaast wordt uiteraard uitgegaan van de voor deze boog reeds aanbevolen mitigerende maatregelen.
- Dit soort (vooral onderhouds)werkzaamheden zo veel mogelijk tijdens rustige periodes en/of in het weekend uitvoeren.
- Eventueel waarschuwborden plaatsen zoals genoemd in Hoofdstuk 3 Mitigatie.

Verlichting

Verlichting van de werkzaamheden mag niet schijnen, laat staan verblinden, in de richting van de wegen. Hieraan dient aandacht te worden besteed bij alle vier turbines. Dit betekent op zijn minst afscherming van bouwlampen en dergelijke naar de zijde van de verkeerswegen. Dit nadrukkelijk ook op de in aanbouw zijnde turbine zelf.

Aanbevolen wordt dit regelmatig te controleren.

Obstakelverlichting

Voor de obstakelverlichting in de bouwfase wordt verwezen naar Hoofdstuk 4 Problematiek en mitigatie bij duisternis. Omdat werken met transpondertechniek hier wellicht nog niet mogelijk is dient extra aandacht te worden besteed aan het voorkómen van straling van de tijdelijke obstakelverlichting naar beneden.

Bouwverkeer

Voor bouwverkeer (waaronder ook wordt gerekend machines zoals shovels, kranen etc.) wordt aanbevolen:

- Bouwverkeer geschiedt in principe uitsluitend via het onderliggend wegennet.
- Voor uitzonderlijke transporten zoals rotorbladen over rijkswegen worden de voor dergelijke transporten vigerende voorschriften gevolgd.
- Bouwverkeer mag uitsluitend gedimd licht (en dus zeker geen extra verlichting) voeren.

Ook regelmatige controle op naleven van deze aanbevelingen wordt aanbevolen.

Conclusie situatie bouw, beheer en onderhoud

Bij toepassing van de aanbevolen mitigatiemaatregelen wordt door bouw, onderhoud etc. van turbines geen onaanvaardbaar verhoogd risico voor de verkeersveiligheid verwacht.

7. Conclusies

In de omgeving van het geplande Windpark Rijnenburg lopen grote verkeerswegen, en is een van de drukke verkeerspleinen van Nederland gelegen.

Voor alle mogelijke ritten over het verkeersplein is onderzocht waar hierdoor mogelijk problemen voor de weggebruiker kunnen optreden. Van de meeste ritten wordt geconcludeerd dat daardoor geen onaanvaardbaar verhoogd risico voor de verkeersveiligheid ontstaat.

Dat is alleen met mitigerende maatregelen het geval op rit 1 (de boog A2 Re naar A12 Re, dus van noord naar oost) en rit 12 (de krappe boog van A12 Re naar A2 Li, van west naar noord).

Voor de situatie bij duisternis wordt veiligheidshalve, ondanks het voornemen gebruik te maken van naderingsdetectie, uitgegaan van conventionele obstakelverlichting, en de daarbij horende mitigatiemaatregelen.