



Aan

5.1.2.e (gemeente Utrecht)

Van

5.1.2.e

5.1.2.e

Oplegnotitie

Bijlage(n)

PowerPoint-presentatie 'HF-analyse ritten knooppunt Oudenrijn'

Onderwerp

Human Factors-analyse ritten knooppunt Oudenrijn (*update versie 14 juni 2023*)

Datum: 14 juni 2023

Introductie

Op verzoek van de gemeente Utrecht is een Human Factors-analyse uitgevoerd van een aantal ritten door het knooppunt Oudenrijn. Dit verzoek is gedaan naar aanleiding van het voornemen om 4 windturbines te gaan plaatsen in de polders Rijnenburg en Reijerscop.



Afbeelding 1: Voornemen posities windturbines met de meest oostelijke nabij knooppunt Oudenrijn (bron Bosch & van Rijn)

Aangezien één van de windturbines nabij het knooppunt Oudenrijn gepositioneerd zou worden (zie rode pijl in afbeelding 1), vraagt Rijkswaterstaat aandacht voor de kans op afleiding tijdens het uitvoeren van de rijtaak door de weggebruikers in het knooppunt. De gemeente heeft daarom met Rijkswaterstaat afgesproken dat er een Human Factors-analyse zal worden gedaan in relatie tot de meest oostelijke windturbine nabij het knooppunt Oudenrijn.





Mocht deze analyse er aanleiding toe geven dan dient deze te worden uitgebreid met de analyse van de mate waarin de rijtaak wordt beïnvloed door de meest oostelijke windturbine. En als deze aanvullende analyse daar aanleiding toe geeft, dan is het verzoek om eventuele aanbevelingen te doen waardoor een overbelasting van de rijtaak kan worden ondervangen.

In een Human Factors-analyse van weggebruikers wordt vanuit de verkeerspsychologie uiteengezet wat het gebruik van een weg feitelijk betekent voor de uitvoering van de (rij)taak. De analyse bestaat uit een beoordeling van de taakuitvoering van de ritten. De beoordeling is gedaan aan de hand van de Human Factors-principes en de rijtaakniveaus, waarbij een analyse wordt gedaan van het wegbeeld (wegontwerp, weginrichting en wegomgeving)¹.

De Human Factors-analyse bestaat uit rijtaakanalyses van de ritten, waarbij de meest oostelijke windturbine nabij het knooppunt Oudenrijn, zichtbaar is in het wegbeeld. Dit betreffen de volgende ritten:

- A12re -> A2re
- A2li -> A2li
- A2re -> A12re
- A12li -> A12li
- A12re -> A2li/ A12re

Voor de analyse gaat het hierbij om ritten die ongeveer 2 km stroomopwaarts van het knooppunt Oudenrijn starten en ongeveer 1 km stroomafwaarts van het knooppunt eindigen. Met deze trajectlengtes verwachten we voldoende zicht te hebben op de mogelijke invloed van de meest oostelijke windturbine op de uitvoering van de rijtaak. Het resultaat van de Human Factors-analyse hebben we afgestemd met 5.1.2.e (VU Amsterdam) en vastgelegd in een PowerPoint-presentatie getiteld 'HF-analyse ritten knooppunt Oudenrijn'.

Kenmerken knooppunt Oudenrijn

Het knooppunt Oudenrijn verbindt twee hoofdadars (A2 en A12) van het hoofdwegennet. Door zijn centrale ligging is het een belangrijk knooppunt voor de doorstroming en bereikbaarheid in Nederland. Het betreft dan ook een knooppunt met hoge verkeersintensiteiten. Het knooppunt Oudenrijn bevindt zich in een verkeerskundig complexe omgeving door de parallelstructuur van hoofdrijbaan (HRB) en parallelrijbaan (PRB). Daarnaast ligt het knooppunt nabij het knooppunt Lunetten (A12 en A27), waardoor het zich in de invloedssfeer ervan bevindt. Hiermee wordt bedoeld dat bijvoorbeeld de routekeuzes voor de A27 al ter hoogte van knooppunt Oudenrijn aan de orde zijn. Dit geldt ook voor acht nabij gelegen aansluitingen op de A12 (15 t/m 18) en op de A2 (6 t/m 8a).

Hoofdpunten taaklast knooppunt Oudenrijn

Voor de taaklast betekent het knooppunt Oudenrijn een taaklastverzwaring op elk van de drie rijtaakniveaus. Allereerst is er sprake van verzwaring op het strategisch niveau door de hoge verkeerskundige complexiteit. Het gaat hierbij met name om de routekeuze die extra taaklast

¹ Aanpak staat o.a. beschreven in 'Human Factors voor verkeersveiligheid in het wegontwerp -Handreiking voor Human Factors; Bijlage E bij VOA' Rijkswaterstaat (2016), Rijswijk'.





vergt. Het is namelijk niet eenvoudig om een 'mental map' te maken van de routes door het knooppunt Oudenrijn. Als gevolg van de parallelstructuur op zowel de A12 als de A2, de nabijheid van het knooppunt Lunetten en de nabijheid van aansluitingen, is het bepalen van de juiste route niet eenvoudig. Een voorbeeld daarvan is de vroege keuze in het knooppunt Oudenrijn via de parallelbaan van de A12 voor de route naar de A27 en de aansluitingen 16 t/m 18. Door de verkeerskundige complexiteit bestaat dan ook een verhoogde kans op het maken van een verkeerde keuze.



Afbeelding 2: Keuzepunt voor A12 HRB en PRB met daarin keuze voor route A27 en afritten 16 t/m 18

De verkeerskundige complexiteit kan voor een deel worden opgevangen door de in-car routenavigatie. De informatie van de in-car routenavigatie is echter niet eenvoudig te interpreteren, doordat de beslispunten soms dicht op elkaar liggen. Dit vereist van weggebruikers dat ze in detail moeten zien te achterhalen om welk beslispunt het gaat en wat de afstand is tot het beslispunt. Lezen van detailinformatie op een scherm van een in-car navigatiesysteem heeft als consequentie dat dit extra aandacht kan vragen op momenten dat de interactie met het overige verkeer ook extra aandacht vraagt.

De zorg over het maken van een verkeerde keuze zal met name aan de orde zijn bij de weggebruikers, die ter plaatse onbekend zijn. Onze inschatting is echter dat door de hoge verkeerskundige complexiteit, deze zorg ook zal bestaan bij de weggebruikers die redelijk bekend zijn. Dit betekent dat een betekenisvol deel van de weggebruikers cognitief zwaarder belast zal zijn, in een omgeving met hoge verkeersintensiteiten. De taaklastverzwaring geldt voor elk van de onderzochte ritten, die staan beschreven op pagina 2.

Deze taaklastverzwaring op strategisch niveau valt samen met een taaklastverzwaring op het manoeuvre niveau. Op dit niveau bestaat de rijtaak uit het maken van rijstrookwisselingen bij keuzepunten zoals splitsingen en afritten, waarbij vrijwel voortdurend sprake is van interactie





met het overige verkeer. Uit de analyse van de onderzochte ritten komt naar voren dat deze taaklastverzwaring voor alle ritten geldt, maar dan met name voor de rit A12re /A2re, de rit A12re/ A2li en de rit A2re/ A12re. Onderstaande afbeelding toont een voorbeeld van taaklastverzwaring op het manoeuvreniveau. Het beslispunt voor de route A2li vanaf de A12 PRB vraagt vanuit de rijtaak informatie over de route naar de A2li. Deze informatie wordt laat getoond op de bewegwijzering en moet vervolgens gelezen en geïnterpreteerd worden, terwijl de rijstrookwisseling, in combinatie met interactie met het overige verkeer, voorbereid en uitgevoerd moet worden. Voor de route A12re->A2li betekent het dat kort na het uitvoegen naar de verbindingsweg, er een krappe boog volgt. Daarbij is er sprake van beperkingen in het zicht op de start van de boog en het verloop ervan.



Afbeelding 3: Keuzepunt voor route A12re PRB en de route naar A2li

Tot slot is er bij de onderzochte ritten sprake van rijtaakverzwaring op het regelniveau. Dit laagste rijtaakniveau wordt verzwakt op de bochtige deeltrajecten, waarbij extra taaklast uitgaat naar het koershouden en het reguleren van de snelheid. Deze taakverzwaring geldt met name voor de rit A12re->A2li, de rit A12re->A2re en de rit A2re->A12re.

Afbeeldingen 4 en 5 tonen hiervan een illustratie. In afbeelding 4 is de krappe verbindingsoog van de A12re naar de A2li te zien. Dit betreft de situatie stroomafwaarts van afbeelding 3. Door de korte uitvoegstrook en de krappe boog wordt de taaklast fors verzwakt ten aanzien van het regelen van de snelheid en het koershouden. De remlichten laten zien dat de snelheid flink verminderd moet worden ter voorbereiding op de krappe boog en om een aanrijding met het verkeer stroomafwaarts te voorkomen.





Afbeelding 5 toont het keuzepunt naar de A12 HRB en de A12 PRB vanaf de A2re. Voor de route naar de A12 PRB dient in een boog naar links juist naar rechts uitgevoegd te worden. Deze combinatie vraagt om extra inspanning om de juiste koers te houden. Voor deze locatie speelt daarnaast dat het voor weggebruikers lastig is om zich voor te bereiden (o.a. door de zichtbeperkingen) op de boog naar links en het een complexe keuze betreft tussen HRB en PRB.



Afb. 4: Verbindingsweg A12re/ A2li



Afb. 5: Splitsing A12 HRB/ PRB op de verbindingsweg vanaf A2re

Samengevat analyse rijtaak

Samengevat komt uit de Human Factors-analyse van de onderzochte ritten door het knooppunt Oudenrijn naar voren dat de taaklast aanzienlijk wordt verzwaaard op de rit A12re->A2li, de rit A12re->A2re en de rit A2re->A12re. Voor de rit A12li->A12li en de rit A2li->A2li PRB is sprake van een redelijke verzwaring van de taaklast. De verzwaring van de taaklast heeft betrekking op elk van de drie rijtaakniveaus. Dit betekent dat weggebruikers cognitief belast zijn op momenten dat er manoeuvres moeten worden uitgevoerd en er veel interactie is met het overige verkeer.

Invloed van de meest oostelijke windturbine op de rijtaak (update 27 maart 2023)

Om de invloed van een windturbine op de uitvoering van de rijtaak te bepalen, dient een onderscheid gemaakt te worden tussen 'de aandacht trekken' en 'de aandacht vasthouden'². Aandacht trekken vormt meestal geen probleem, omdat het van korte duur kan zijn (milliseconden). Echter, als de aandacht wordt getrokken en vervolgens wordt vastgehouden, dan is sprake van afleiding. Dit gaat ten koste van de aandacht die nodig is voor de rijtaak.

In algemene zin is een windturbine een opvallende verschijning in het wegbeeld. Door de verschijningsvorm en door de beweging van een windturbine, wordt de aandacht getrokken van weggebruikers. Daar staat tegenover dat een windturbine doorgaans niet interessant genoeg is om de aandacht te vast te houden. Dit wil zeggen dat een windturbine wel wordt opgemerkt, maar er voor weggebruikers meestal geen reden bestaat om er langer naar te kijken.

² Zie onder andere 'Informatiedocument Verkeersveiligheid en Windturbines' (RWS, 2019) en 'Het effect op de verkeersveiligheid van het plaatsen van windturbines langs de A6' (Theeuwes, 2005).





De meest oostelijke windturbine kent echter een aantal kenmerken, waardoor er een verhoogde kans bestaat dat de aandacht wel wordt vastgehouden. Dit betreft de volgende kenmerken:

- Opvallende verschijningsvorm door grootte.

De windturbine krijgt een tiphoogte tussen 215 en 270 meter. Met een tiphoogte van 270 meter betreft het een uitzonderlijk grote windturbine nabij een snelweg. Onderstaande afbeelding toont ter illustratie van de Haliade X, die in 2019 als grootste windturbine ter wereld in de Maasvlakte is gebouwd³. Door de grootte bestaat een verhoogde kans op de aandacht trekken en de aandacht vasthouden.



Afbeelding 6: Windturbine Haliade X met een tiphoogte van 260 meter (bron: De Ingenieur)

- Positie erg dicht bij het knooppunt.

Doordat de voorgenomen positie van de meeste oostelijke windturbine erg dicht bij het knooppunt ligt, kan dit leiden tot de combinatie van taaklastverzwaring en visuele afleiding door de windturbine. Dit is met name aan de orde als de windturbine zich in het centrale gezichtsveld bevindt en als de windturbine plots verschijnt in het wegbeeld. Doordat windturbines doorgaans in de polder of langs de rijbaan staan, betreft het bovendien een onverwachte locatie.

- Verhoogde kans op afleiding tijdens de bouwfase.

Tijdens de bouwfase zullen er werkzaamheden nabij het knooppunt worden uitgevoerd. De werkzaamheden kunnen aandacht trekken door de beweging van de activiteiten en de inzet van materieel zoals hijskranen. Afbeelding 7 toont ter illustratie de bouw van de Haliade X op het moment dat de wieken met een hijskraan werden geplaatst.

³ <https://www.deingenieur.nl/artikel/tno-test-in-rotterdam-de-grootste-windturbine-ter-wereld>





Afbeelding 7: Bouw van de windturbine Haliade X (bron: GE renewable Energy)

De invloed op de rijtaak zal het grootste zijn tijdens de ritten met een verhoogde kans op visuele afleiding. De verhoogde kans op visuele afleiding bestaat met name tijdens de ritten A12re->A2re/ A2li/ A12re (PRB) en de rit A2re -> A12re. Tijdens deze ritten komt het verkeer fysiek het meest in de buurt van de windturbine, waardoor de windturbine gedurende de rit nadrukkelijk in het wegbeeld verschijnt. In het bijzonder geldt dit voor de rit A2re -> A12re (HRB) en A12re (PRB) (zie afbeeldingen 8 en 9).



Afb. 8: Zichtbeperkingen boog A2re-> A12re



Afb. 9: Windturbine in wegbeeld splitsing A12re HRB/ PRB vanaf A2re

Uit de rijtaakanalyse is naar voren gekomen dat er sprake is van aanzienlijke taaklastverzwaring juist bij de ritten waar een verhoogde kans bestaat op visuele afleiding. Dit zorgt voor de ongelukkige combinatie van taaklastverzwaring en een verhoogde kans op visuele afleiding. Concreet betekent dit dat er een verhoogde kans bestaat op visuele afleiding op de momenten dat weggebruikers cognitief belast zijn, er manoeuvres moeten worden uitgevoerd en er veel interactie is met het overige verkeer. Visuele afleiding kan ervoor zorgen dat weggebruikers te lang hun aandacht richten op de windturbine in een periode dat de rijtaak de volledige aandacht vereist.





Bevindingen op basis van aanvullende visualisaties (update 14 juni 2023)

Op 1 juni 2023 zijn van de meest relevante ritten door knooppunt Oudenrijn visualisaties beschikbaar gekomen voor de analyse. Bij de eerste analyse (update 27 maart 2023) is gebruik gemaakt van één (foto)visualisatie van de rit A12re->A2re/A2li/A12re (PRB) en één (foto)visualisatie van de rit A2re->A12re. De aanvullende (film)visualisaties van alle relevante ritten maken het mogelijk om een inschatting te maken van de mate waarin weggebruikers zich kunnen voorbereiden op de windturbine. Daarnaast is het mogelijk om te bepalen in welke mate de windturbine prominent in het gezichtsveld aanwezig is. Beide aspecten zijn van belang om een goede inschatting te maken van de invloed van de meest oostelijke windturbine op de uitvoering van de rijtaak. Hieronder worden beide aspecten nader toegelicht.

Vorbereiding op de windturbine

Voor de voorbereiding op de windturbine kan een onderscheid worden gemaakt tussen het zicht op de windturbine en de inschatting van de positie.

- Zicht op de windturbine

Een windturbine die gedurende een rit op afstand is waar te nemen, zal minder invloed uitoefenen op de rijtaak dan een windturbine die plots in het wegbeeld verschijnt. Afdekking van het zicht op een windturbine, zoals door een geluidscherm of beplanting, zorgt ervoor dat weggebruikers zich minder goed kunnen voorbereiden op een windturbine. Hierdoor kan de combinatie ontstaan van het plots verschijnen van een windturbine en een verzwaring van de rijtaak door de verkeerskundige situatie. Uit de aanvullende analyses van de visualisaties komt naar voren dat de meeste oostelijke windturbine op grote afstand al waar te nemen is. Dit geldt voor alle relevante ritten. Dit betekent dat de verwachting is dat de windturbine niet plots zal verschijnen in het wegbeeld.

- Inschatting van de positie

Als de positie van de windturbine ten opzichte van het wegverloop onjuist wordt ingeschat, dan is er sprake van misleiding van het wegverloop. Dit speelt bijvoorbeeld in de situatie waarbij eerst de indruk wordt gewerkt dat de windturbine links wordt gepasseerd, terwijl later blijkt dat de windturbine rechts wordt gepasseerd. Uit de aanvullende analyse komt naar voren dat dit aan de orde is voor de rit A2re -> A12re (zie onderstaande afbeeldingen).



Abbeeldingen 10 en 11: Misleiding van wegverloop door suggestie van rechts passeren van de windturbine (Rit A2re -> A12re)





Mate van prominent aanwezig zijn in het wegbeeld

Hoe prominenter een windturbine aanwezig is in het wegbeeld, des te meer aandacht hij zal trekken van weggebruikers. Ook met een goede voorbereiding op de aanwezigheid van een windturbine kan een windturbine namelijk extra aandacht trekken. In de eerste plaats kan dat door een opvallende verschijningsvorm, zoals een uitzonderlijke grootte of door de uitvoering van bouwwerkzaamheden. In de tweede plaats kan een windturbine extra aandacht trekken door een prominente positie in het centrale gezichtsveld.

Uit de aanvullende analyse van de visualisaties komt naar voren dat de meest oostelijke windturbine voor de ritten A12re-> A2re/ A2li/ A12re (PRB) zich aan de rand van het centrale gezichtsveld bevindt. Hierdoor zal de windturbine niet voortdurend de aandacht trekken. Daarbij geldt wel als voorwaarde dat er geen extra aandacht wordt getrokken, bijvoorbeeld door aanwezigheid van bouwwerkzaamheden.

Voor de rit A2re->A12re is de meest oostelijke windturbine ter hoogte van de boog naar links prominent aanwezig in het centrale gezichtsveld (zie afbeelding 11). Door deze positie en de draaiende beweging is de windturbine niet eenvoudig te negeren. Daarbij komt dat in de voorbereiding sprake is van misleiding van de positie van de windturbine ten opzichte van het wegverloop. Bovendien is de verschijningsvorm opmerkelijk door de grootte van de windturbine en doordat de voet van de mast niet zichtbaar is. Dit betekent dat op de rit A2re->A12re sprake is van de ongunstige combinatie van rijtaakverzwarende omstandigheden en de verhoogde kans op afleiding door de windturbine. Tijdens de uitvoering van de bouwwerkzaamheden zal de afleiding nog groter zijn.

Samengevat

Uit de eerste analyses kwam naar voren dat met name tijdens de ritten A12re->A2re/ A2li/ A12re (PRB) en de rit A2re -> A12re een verhoogde kans bestaat op visuele afleiding door de meest oostelijke windturbine. Voor deze ritten geldt een aanzienlijke verzwaring van de rijtaak. Op basis van de aanvullende analyses blijkt de kans op visuele afleiding door de windturbine minder groot is voor de ritten A12re->A2re/ A2li/ A12re (PRB). Dit komt enerzijds doordat de windturbine al op grote afstand zichtbaar is en anderzijds doordat de windturbine zich bevindt aan de rand van het centrale gezichtsveld. De verwachting is dat de windturbine daardoor minder de aandacht zal trekken. Uit de aanvullende analyses blijkt dat kans op visuele afleiding voor de rit A2re->A12re groter is. De visualisaties laten zien dat de meest oostelijke windturbine al op grote afstand te zien is, maar dat daarbij sprake is van een misleiding van de positie ten opzichte van het wegverloop. Bovendien komt tijdens deze rit in de bocht naar links de meest oostelijke windturbine prominent in het centrale gezichtsveld naar voren.

Conclusie

Voor alle ritten in de invloedssfeer van de meest oostelijke windturbine geldt dat in de huidige situatie de taaklast aanzienlijk wordt verzwaaard. In het bijzonder geldt dat voor de rit A12re->A2li, de rit A12re->A2re en de rit A2re->A12re. De kans op visuele afleiding door de windturbine is groot voor de rit A2re->A12re. Voor deze rit betekent de komst van de meest oostelijke windturbine een bedreiging voor de verkeersveiligheid. Voor de overige ritten is de kans op afleiding van de rijtaak en daarmee ook de bedreiging voor de verkeersveiligheid beperkt. Tijdens de bouwwerkzaamheden is voor alle ritten de kans op visuele afleiding groot. Dit vormt met name voor de ritten met een aanzienlijke verzwaring van de taaklast een





bedreiging voor de verkeersveiligheid. Bovendien is het niet ondenkbaar dat de bouw van de windturbine leidt tot extra files. Dit gebeurde bijvoorbeeld bij de bouw van de windturbines langs de A58 bij Moergestel (zie <https://www.omroepbrabant.nl/nieuws/2276919/opbouw-van-enorme-windmolens-zorgde-voor-file-op-a58-bij-moergestel>).

Aanbevelingen

Mocht gekozen worden voor de plaatsing van de meest oostelijke windturbine dan is de aanbeveling om ten minste verbetermaatregelen te nemen gedurende de bouwfase van de windturbine en voor de rit A2re->A12re. Het doel moet zijn om de taaklast te verlagen en de visuele afleiding te minimaliseren. De taaklast wordt verlaagd door een lagere rijsnelheid. Hierdoor krijgen weggebruikers meer tijd voor de uit te voeren handelingen, zoals rijden in een bocht, het lezen en interpreteren van de informatie op de bewegwijzering en het wisselen van rijstrook. Daarnaast kan de taaklast verlaagd worden door de taaklastverzwarende omstandigheden te verminderen. Een voorbeeld daarvan is het stroomafwaarts verplaatsen van de start van de splitsing A12re HRB en A12re PRB op de rit A2re->A12re. De start van de splitsing valt namelijk samen met het moment dat de windturbine centraal in het gezichtsveld aanwezig is. De beste manier om visuele afleiding weg te nemen is door het afdekken van het zicht. Dit wordt bijvoorbeeld gedaan met behulp van schermen bij ernstige ongevallen om kijkfiles tegen te gaan. Bij het nemen van de verbetermaatregelen wordt nadrukkelijk aanbevolen integraal voor het gehele knooppunt Oudenrijn te bepalen wat de mogelijke consequenties zijn. Elke verandering aan het knooppunt kan namelijk van invloed zijn op de uitvoering van de rijtaak op het traject stroomopwaarts en stroomafwaarts, maar ook op andere trajecten. Ter illustratie; het verlagen van de snelheid op het traject A2re->A12re vergoot de snelheidsverschillen tussen dit traject en het traject A2re->A12li.

