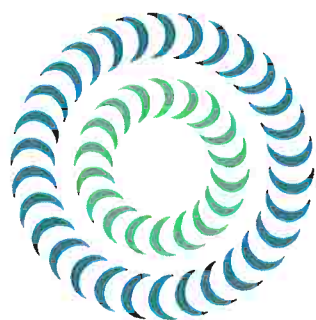
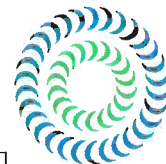




Green Trust
changing energy

Windpark Egchelse Heide
Externe Veiligheid onderzoek

changing energy



Onderwerp Externe Veiligheid onderzoek voor Windpark Egchelse Heide			
Opdrachtgever Windpark Egchelse Heide B.V.			
Auteur Green Trust Consultancy B.V.			
	Naam	Functie	Paraaf
Vorbereid door:	Rob Westerhuis	Projectadviseur	
Geautoriseerd door	Jeroen Boerkamps	Directeur	
Datum	09 november 2017		
Revisie	171109NL033-004R1_Egchelse_Heide_EV		

Opdrachtgever

Windpark Egchelse Heide
Karissendijk 11
5987 NJ Egchel

Green Trust Consultancy B.V.

Stationsweg 6
6861 EG Oosterbeek
Nederland

T +31 (0)26 339 28 92

E info@greentrust.nl

Website: www.greentrust.nl



Inhoud

1.0	Inleiding	4
2.0	Uitgangspunten	5
2.1	locatie	5
2.2	Type windturbine	5
3.0	Toetsingskader	6
3.1	Risicocontouren en werpafstand	6
4.0	Beoordelingskader.....	8
4.1	Bebouwing.....	8
4.2	Infrastructuur	8
4.3	Buisleidingen	9
4.4	Hoogspanningsleidingen	9
4.5	Risicovolle inrichting.....	9
4.6	Passanten	10
5.0	Resultaten.....	11
5.1	Bebouwing.....	11
5.2	Infrastructuur	11
5.3	Buisleidingen en hoogspanningsleidingen	12
5.4	Risicovolle installaties.....	12
5.5	Passanten	13
6.0	Conclusie	15
	Bijlage 1. Invoerparameters en resultaten.....	16
	Bijlage 2. (Beperkt) kwetsbare objecten	18
	Bijlage 3. Rekenmethodiek IPR en MR	19
	Bijlage 4. Afstandscontouren en objecten	21



1.0 Inleiding

In opdracht van Windpark Egchelse Heide BV is door Green Trust een Externe Veiligheid onderzoek uitgevoerd voor het nog op te richten windpark Egchelse Heide in de gemeente Peel en Maas. Het onderzoek is onderdeel van de vergunningaanvraag voor het windpark. Green Trust heeft daarbij getoetst aan de geldende criteria volgens de methodiek zoals beschreven in het Handboek Risicozonering Windturbines.

Uit de rekenresultaten blijkt dat de externe veiligheidsrisico's binnen de gestelde normen en eisen vallen.

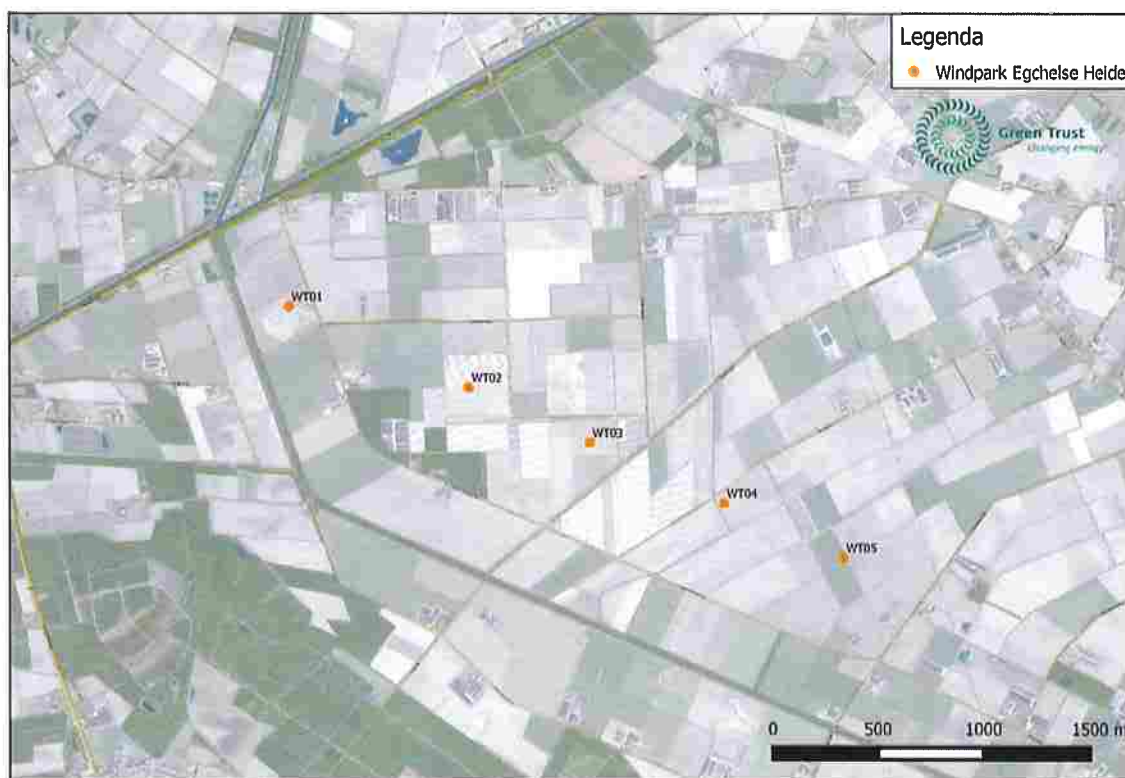


2.0 Uitgangspunten

2.1 locatie

De locatie van het geplande windpark is gelegen in de gemeente Peel en Maas, zuidwestelijk van de kern Egchel. Windpark Egchelse Heide BV heeft vijf windturbines gepland in een lijnopstelling ten noorden van de Haambergweg. De geplande windturbines van windpark Egchelse Heide zijn in afbeelding 2.1 met oranje figuren afgebeeld. De locatie wordt gekenmerkt door agrarisch gebied.

Afbeelding 2.1. Situatie



Bron kaartlagen: PDOK + Google Earth

2.2 Type windturbine

Op verzoek van de opdrachtgever is de studie uitgevoerd binnen een bandbreedte. Hierbij is uitgegaan van een windturbine met een ashoogte van 110 meter en een rotordiameter van 110 meter (tiphoogte 165 meter), hierna te noemen WT110, en voor een windturbine met een ashoogte van 140 meter en een rotordiameter van 140 meter (tiphoogte van 210 meter), hierna te noemen WT140. Het betreft vooralsnog niet bestaande windturbines. Daarnaast is de studie uitgevoerd voor de bestaande windturbine van het type Lagerwey L136 met een ashoogte van 132 meter.



3.0 Toetsingskader

Voor de beoogde windturbines wordt een inventarisatie gemaakt van de externe veiligheidsrisico's die kunnen ontstaan door:

- Breuk van een windturbineblad (Bladbreek)
 - bij nominaal toerental
 - bij overtoeren
- Omvallen van een windturbine door mastbreuk (Mastbreuk)
- Naar beneden vallen van de gondel en/of de rotor (Gondel-/rotorafworp)

Ieder van de scenario's heeft zijn eigen effectgebied. De maximale afstand die door een afbrekend rotorblad bij overtoeren overbrugd kan worden is de maximale werpafstand bij overtoeren. De maximale afstand die bij het nominaal toerental overbrugd kan worden is de maximale werpafstand bij nominaal toerental.

Het omvallen van een windturbine vormt een risico binnen een cirkel met een straal gelijk aan de tiphoogte van de windturbine.

Het effectgebied van het vallen van de gondel/rotor is een cirkel met een straal gelijk aan de bladlengte (halve rotordiameter).

3.1 Risicocontouren en werpafstand

De berekeningen van de maximale werpafstanden en trefkansen is gedaan volgens de rekenmethodiek uit het Handboek Risicozonering Windturbines¹ (HRW) (bijlage C van het HRW). Hierbij is gebruik gemaakt van de parameters van de windturbine en faalstatistieken (bijlage A van het HRW).

Voor de werpafstanden is gebruik gemaakt van het werpmodel "ballistisch model zonder luchtkrachten". Voor de berekening van het Plaatsgebonden Risico (PR) is rekening gehouden met de scenario's:

- Bladbreek
- Mastbreuk
- Gondel-/rotorafworp

Plaatsgebonden Risico

Het Plaatsgebonden Risico (PR) is gedefinieerd als: "risico op een plaats buiten een inrichting, uitgedrukt als een kans per jaar dat een persoon die onafgebroken en onbeschermd op die plaats zou verblijven, overlijdt als een rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval binnen die inrichting." Op een kaart kunnen plaatsen met een gelijke PR waarde door een lijn verbonden worden. Hierdoor ontstaat een risicocontour. Deze PR-contour is geheel onafhankelijk van het al dan niet feitelijk aanwezig zijn van personen rond de inrichting. Binnen de PR-contouren 10^{-5} en 10^{-6} worden voor windturbines in het Activiteitenbesluit eisen gesteld aan de aanwezigheid van objecten. Binnen de 10^{-6} contour is de kans op overlijden 1 op 1 miljoen per jaar. Voor de 10^{-5} contour geldt dat de kans op overlijden 1 op 100.000 per jaar is

Op basis van deze rekenmethodiek zijn risicocontouren en maximale werpafstanden berekend. Hiervoor is voor de Lagerwey L136 een toerental toegepast zoals ontvangen van Lagerwey². Voor de

¹ Handboek Risicozonering Windturbines, versie 3.1 uitgave mei 2014 RVI

² Maximale werpafstand turbineblad, Document number: SD152NLR1



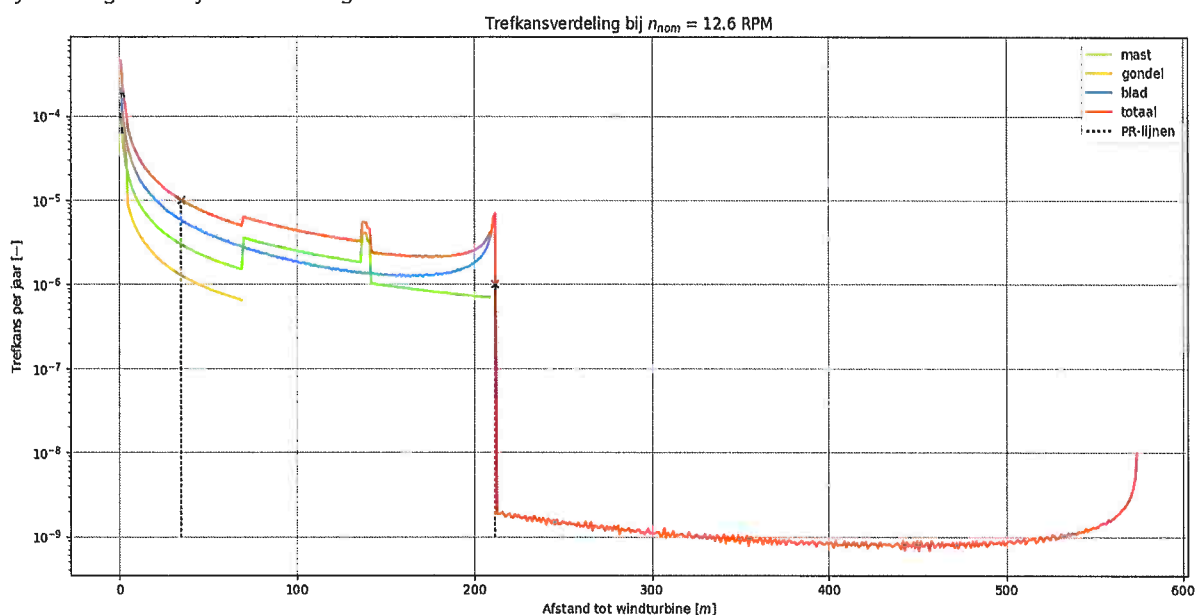
andere twee turbines is gebruik gemaakt van de generieke rekenmethodiek zoals opgenomen in het HRW (conservatieve benadering).

Tabel 3.1. Risicocontouren en maximale werpafstanden

Type	Ashoogte [m]	Rotor diameter [m]	Toeren Tal [RPM]	Risicocontouren		Maximale werpafstand	
				10-5 [m]	10-6 [m]	Nominale toeren [m]	Overtouren [m]
WT110	110	110	15,1	55	180	180	496
L136	132	136	11	68	170	170	437
WT140	140	140	12,6	70	213	213	575

Uit bovenstaande gegevens kan geconcludeerd worden dat de windturbine met een ashoogte van 140 meter en een rotordiameter van 140 het worst case scenario vormt. In bijlage 1 is een overzicht gegeven van de invoerparameters en de resultaten. Voor deze turbine geldt de volgende trefkansverdeling. Uit de grafiek blijkt dat de berekende PR10-5 op 36 meter ligt. Echter dient deze volgens het HRW minimaal de halve rotordiameter te zijn.

Afbeelding 3.1 Trefkansverdeling WT140



Binnen de maximale werpafstand bij overtoeren wordt het risico voor personen of objecten bepaald. Binnen deze studie betreft dat de volgende onderwerpen:

1. Bebouwing
2. Infrastructuur
3. Buisleidingen
4. Hoogspanningsleidingen
5. Risicovolle installaties
6. Passanten



4.0 Beoordelingskader

4.1 Bebouwing

Uit het Activiteitenbesluit volgt de volgende normstelling voor windturbines in de buurt van objecten:

1. Het plaatsgebonden risico voor een buiten de inrichting gelegen kwetsbaar object, veroorzaakt door een windturbine of een combinatie van windturbines, is niet hoger dan 10^{-6} per jaar.
2. Het plaatsgebonden risico voor een buiten de inrichting gelegen beperkt kwetsbaar object, veroorzaakt door een windturbine of een combinatie van windturbines, is niet hoger dan 10^{-5} per jaar.

In bijlage 2 is de definitie van kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten weergegeven, zoals vastgelegd in Bevi³.

4.2 Infrastructuur

Ten aanzien van de infrastructuur worden (rijks)wegen, waterwegen en spoorwegen beschouwd.

(Rijks)wegen

Rijkswaterstaat hanteert in artikel 3 lid 1 van de “Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatwerken” een afstandseis:

- 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.

Ongeacht deze afstanden vastgesteld in de beleidsregel, dient het Individueel Passanten Risico (IPR) en het Maatschappelijk Risico (MR) (zie paragraaf “passanten”) berekend te worden voor wegen ten gevolge van de plaatsing van windturbines binnen de werpafstand bij nominaal toerental ten opzichte van de rand van de verharding.

Deze beleidsregels gelden niet voor overige wegen. Voor dit soort wegen zijn geen algemene externe veiligheidsnormen van toepassing. Voor deze gevallen kan de rekenmethodiek voor het IPR en MR gehanteerd worden.

Waterwegen

Rijkswaterstaat hanteert in artikel 4 lid 1 van de “Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatwerken” de volgende regels:

- Langs kanalen, rivieren en havens wordt plaatsing van windturbines toegestaan bij een afstand van ten minste 50m uit de rand van de vaarweg.
- Binnen 50m uit de rand van de vaarweg wordt plaatsing slechts toegestaan indien uit aanvullend onderzoek blijkt dat er geen hinder voor wal- en scheepsradar optreedt. De minimale afstand tot de rand van de vaarweg is altijd ten minste de helft van de rotordiameter.

Ongeacht deze afstand, moet het IPR en MR berekend worden.

³ Besluit van 27 mei 2004, houdende milieukwaliteitseisen voor externe veiligheid van inrichtingen milieubeheer (Besluit externe veiligheid inrichtingen)



Spoorwegen

In het kader van de Ruimtelijke Ordening (bijv. bij de vaststelling van bestemmingsplannen) geeft ProRail het volgende plaatsingsadvies:

- De afstand tussen windturbines en het dichtst bij gelegen spoor dient minimaal 7,85 meter + halve rotordiameter te zijn, gemeten vanuit het hart van het dichtstbijzijnde spoor, met een minimum van 30 meter.

Ongeacht deze afstand, moet het IPR en MR berekend worden.

4.3 Buisleidingen

Voor gasleidingen hanteert Gasunie N.V. een adviesafstand waarbuiten geen substantiële negatieve invloed van een windturbine is te verwachten. Deze afstand is verschillend voor boven- en ondergrondse leidingen. Voor ondergrondse leidingen is deze afstand gelijk aan de maximale werpafstand bij nominaal toerental. Voor bovengrondse installaties hanteert de Gasunie een adviesafstand gelijk aan de maximale werpafstand bij overtoeren.

Dit betreft echter geen wettelijke grenswaarde. In overleg met Gasunie en afhankelijk van een locatie specifieke risicoanalyse zijn kleinere afstanden vergunbaar. In dat geval wordt getoetst aan artikel 6 van het Besluit Externe Veiligheid Buisleidingen.

4.4 Hoogspanningsleidingen

Er bestaat geen wettelijke kader voor de invloed van windturbines op hoogspanningslijnen. TenneT heeft in het Handboek Risicozonering (versie 3.1, 2014) een adviesafstand opgenomen voor het transportnetwerk van 110kV tot en met 380kV. Deze adviesafstand is gelijk aan de maximale werpafstand bij nominaal toerental. Deze afstand wordt ook aangehouden voor het transportnetwerk met een spanning vanaf 50 kV.

Dit betreft echter geen wettelijke grenswaarde. Wanneer er niet wordt voldaan aan de afstandseis, vraagt TenneT om met hen in overleg te treden. TenneT zal op basis van het concrete geval bepalen welk risico voor de betreffende asset op dat moment kan worden aanvaard.

Als eerste richtlijn kan gebruikt worden dat windturbine(s) de kans op falen van de verbinding met 10% mag verhogen. Deze additionele faalkans wordt gerelateerd aan de al aanwezige faalkans van de verbinding tussen de aangrenzende verdeel of transformatorstations. Aangezien er geen standaard faalfrequentie van een hoogspanningsverbinding bestaat, dient in alle gevallen overleg en afstemming met TenneT plaats te vinden.

4.5 Risicovolle inrichting

Indien de windturbine niet substantieel bijdraagt aan een hoger risico van de inrichting zullen de voor de inrichting geldende afstanden tot beperkt kwetsbare en kwetsbare objecten ook na plaatsing van de windturbine van kracht blijven. Om dit te toetsen, kan in eerste instantie naar de toename van de catastrofale faalfrequentie van risicovolle installaties behorende tot de inrichting gekeken worden. Indien deze toename een bepaalde richtwaarde niet overschrijdt dan is plaatsing van de windturbine uit oogpunt van risicobeoordeling toegestaan. Als uitgangspunt voor deze richtwaarde kan 10% worden gehanteerd.

Indien de toename in de catastrofale faalfrequentie deze richtwaarde overschrijdt, is plaatsing van de windturbine niet uitgesloten, maar wel kan worden geëist dat door middel van een QRA wordt aangetoond dat de beschouwde installatie ook na plaatsing van de windturbine(s) nog voldoet aan



de normen voor PR. Toename van het risico van een inrichting kan echter leiden tot een vergroting van de risicoruimte van de inrichting, waardoor toekomstige uitbreiding kan worden bemoeilijkt. Dit kan een reden zijn voor de eigenaar van een inrichting om bezwaar te maken tegen plaatsing van de windturbine(s).

4.6 Passanten

Rijkswaterstaat en ProRail hanteren als beleidsuitgangspunt binnen hun werken het IPR en het MR als criterium voor het beoordelen van het risico's voor passanten. Binnen de werken van Rijkswaterstaat en ProRail moet op basis van de hun beleidsregels aan deze toetsingscriteria worden voldaan. Het beleid voor aan te houden afstanden is neergelegd in de "Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over waterstaatswerken" (Ministerie van VenW, 2002) en in de beleidsvisie "Windturbines langs auto-, spoor- en vaarwegen; beoordeling van veiligheidsrisico's" (Rijkswaterstaat en NS Railinfrabeheer, 1999).

De hierin neergelegde uitgangspunten worden in het kader van de vergunningverlening gehanteerd. Het gaat hierbij in de praktijk, bijzondere gevallen daargelaten, meestal om afstanden van 30 – 50 meter. Rijkswaterstaat en ProRail hanteren bij de beoordeling van het maatschappelijk risico het criterium dat er jaarlijks niet meer dan $2 \cdot 10^{-3}$ passanten mogen overlijden. Voor het IPR hanteren Rijkswaterstaat en ProRail een toelaatbare waarde van 10^{-6} per jaar. Voor infrastructuur waarop wettelijk toelaatbare snelheden boven de honderdzestig kilometer per uur bestaan (bijvoorbeeld de Hoge Snelheidslijn) hanteert ProRail een toelaatbare waarde van 10^{-7} per jaar. Voor het berekenen van het IPR en MR wordt de rekenmethodiek uit het Handboek Risicozonering Windturbines⁴ (HRW) aangehouden. In bijlage 3 is de rekenmethodiek beschreven.

⁴ Handboek Risicozonering Windturbines, versie 3.1 uitgave mei 2014 RVI

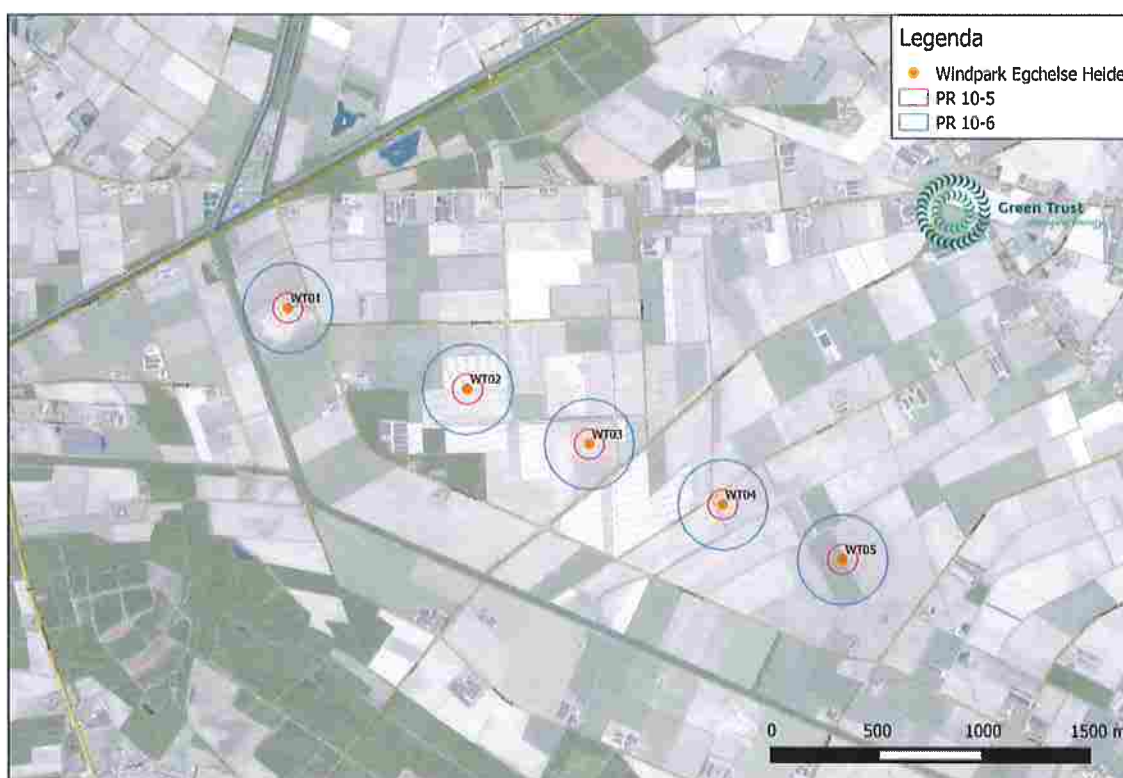


5.0 Resultaten

5.1 Bebouwing

De $PR10^{-5}$ en $PR10^{-6}$ contouren zijn in een geografische kaart weergegeven, zie figuur 5.1 (bijlage 4 voor grotere afbeeldingen). Voor de locatie is nagegaan of er binnen de 10^{-5} contour (beperkt) kwetsbare objecten en binnen de 10^{-6} contour kwetsbare objecten aanwezig zijn (op basis van BAG-gegevens en risicokaart⁵). Op basis van deze gegevens blijken er geen (beperkt) kwetsbare objecten binnen de 10^{-5} contour te liggen. Binnen de 10^{-6} contour bevinden zich geen kwetsbare objecten. Er ligt een woning binnen de 10^{-6} contour van WT01. Deze woning wordt volgens het BEVI als beperkt kwetsbaar object aangeduid (zie bijlage 2).

Figuur 5.1. PR-contouren



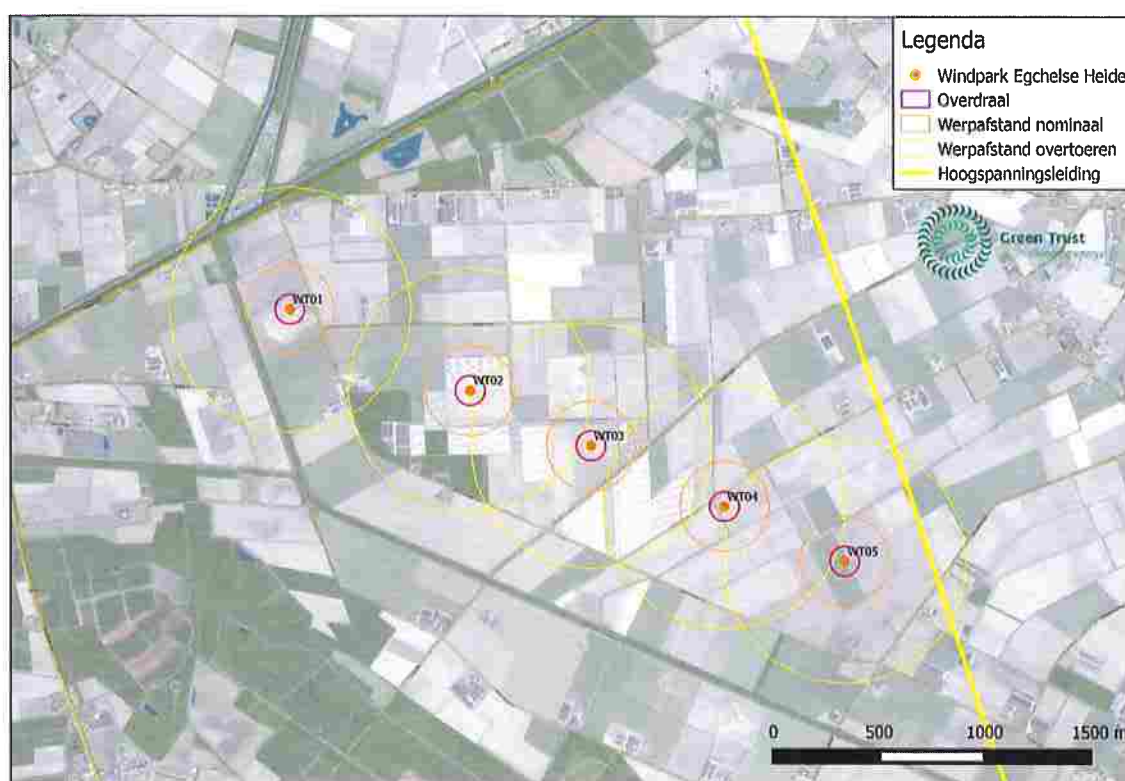
5.2 Infrastructuur

Er bevinden zich geen rijks- water- of spoorwegen binnen het gestelde afstandscriterium (zie figuur 5.2). Wel bevinden zich drie wegen binnen de maximale werpafstand bij nominale toeren. Dit is de Haambergweg bij de meest westelijke turbine, de Heibloemseweg bij de middelste turbine en de Rootsdijk bij vierde turbine. Voor deze wegen wordt het IPR en MR als gevolg van mastbreuk en bladbreuk bepaald, zie paragraaf 5.5 passanten.

⁵ Basisregistraties Adressen en Gebouwen + WFS-risicokaart



Figuur 5.2. Afstandscontouren en infra



5.3 Buisleidingen en hoogspanningsleidingen

Er bevinden zich geen buisleidingen binnen het gestelde afstandscriterium van de maximale werpafstand bij nominaal toerental. Wel bevindt er zich een hoogspanningsleiding ten noordoosten van het geplande windpark. Deze hoogspanningsleiding valt buiten het gestelde afstandscriterium van de maximale werpafstand bij nominaal toerental, (figuur 5.2).

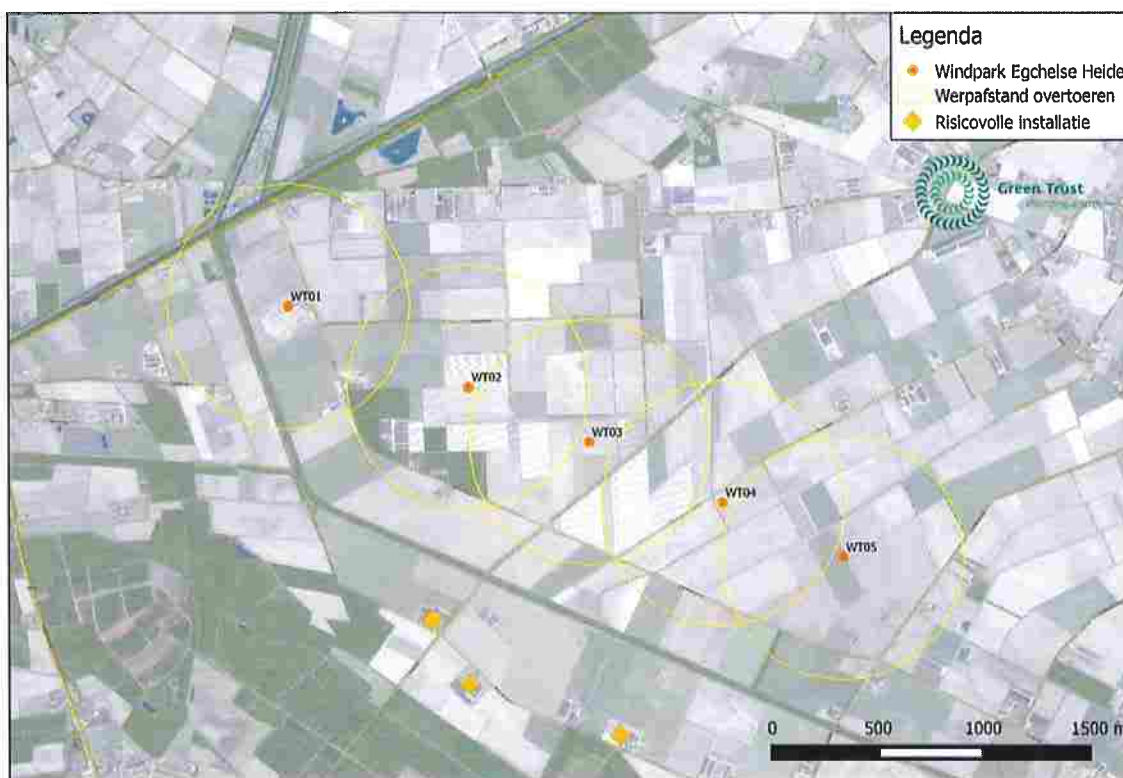
5.4 Risicovolle installaties

In figuur 5.3 zijn de risicovolle installaties⁶ in de omgeving van de windturbines weergegeven. Geen van de risicovolle installaties bevinden zich binnen het gestelde afstandscriterium van de maximale werpafstand bij overtoeren.

⁶ WFS-risicokaart



Figuur 5.3. Werpafstand en risicovolle installaties



5.5 Passanten

Bij drie turbines ligt er een weg binnen de werpafstand bij nominale toeren. Dit is de Haambergweg bij de meest westelijke turbine, de Heibloemseweg bij de middelste turbine en de Rootsdijk bij vierde turbine. Voor deze wegen is het IPR en MR bepaald.

Voor de berekeningen is turbine WT04 als worst case scenario beschouwd omdat deze het dichtst bij de weg gepland is. De resultaten voor deze windturbine worden conservatief ook voor de overige turbines aangehouden.

Het berekenen van het IPR en MR is gedaan is uitgevoerd met de aanname dat de passant een voetganger is die met een snelheid van 5km/h voortbeweegt (1,6 m/s). De variabelen voor de berekening van het IPR + MR zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 5.1 Variabelen voor berekening IPR + MR

Turbine [#]	Afstand tot weg [m]	Valhoek [°]	Lengte passerend object L_o [m]	Snelheid passerend object v_o [m/s]
WT04	49	192	0,3	1,6

Op basis van deze gegevens zijn volgens de rekenmethodiek uit het HRW (bijlage 3) de volgende passantenrisico's berekend:



Tabel 5.2 Passantenrisico's

Scenario	Passantenrisico	
Mastbreuk	$6,24 \cdot 10^{-13}$	per passage
Wiekbreuk	$2,77 \cdot 10^{-14}$	per passage
Gondelafworp	$2,74 \cdot 10^{-13}$	per passage
Totaal	$9,25 \cdot 10^{-13}$	per passage

Bovengenoemd passantenrisico is voor WT04 bepaald. Indien we dit risico als maatgevend gebruiken voor WT01 en WT03 (conservatieve aanname) komen we op het volgend passantenrisico voor het gehele windpark:

Windturbine	Passantenrisico	
WT01	$9,25 \cdot 10^{-13}$	per passage
WT03	$9,25 \cdot 10^{-13}$	per passage
WT04	$9,25 \cdot 10^{-13}$	per passage
Totaal	$2,78 \cdot 10^{-12}$	per passage

Het Individueel Passanten Risico voor windpark Egchelse Heide is $2,78 \cdot 10^{-12}$ per passage. Dit betekent, uitgaande van een toelaatbare waarde van $1 \cdot 10^{-6}$ per jaar, dat aan het IPR wordt voldaan wanneer passant minder dan 360.360 keer per jaar passeert. Dit staat gelijk aan 987 passages per dag door één persoon, een heel jaar lang.

Aan het Maatschappelijk Risico wordt voldaan, uitgaande van een toelaatbare waarde van $2 \cdot 10^{-3}$ per jaar, als er is minder dan 720.741.719 passanten per jaar passeren. Dit staat gelijk 1,97 miljoen passages per dag.

Gezien de in de praktijk lage verkeersintensiteiten op deze wegen in het buitengebied van Peel en Maas kan worden gesteld dat er zeer ruim voldaan wordt aan de toetsingscriteria voor IPR en MR.



6.0 Conclusie

In opdracht van Windpark Egchelse Heide BV is door Green Trust een Externe Veiligheid onderzoek uitgevoerd voor het nog op te richten windpark Egchelse Heide in de gemeente Peel en Maas. In onderstaande tabel zijn de conclusies ten aanzien van de externe veiligheid per onderwerp opgesomd.

Tabel 6.1. Conclusies per onderwerp

Onderwerp	Conclusie	
Bebouwing	Geen kwetsbare objecten binnen PR10 ⁻⁶ Geen beperkt kwetsbare objecten binnen PR10 ⁻⁵	✓
Infrastructuur	Geen rijks- water- of spoorwegen binnen het gestelde afstandscriterium	✓
Buisleidingen en hoogspanningsleidingen	geen buisleidingen of hoogspanningsleiding binnen het gestelde afstandscriterium	✓
Risicovolle installaties	Geen van de risicovolle installaties bevinden zich binnen het gestelde afstandscriterium	✓
Passanten	IPR en MR zeer laag	✓

Op basis van bovenstaande kan worden gesteld dat het aspect externe veiligheid geen belemmering vormt voor de realisatie van Windpark Egchelse Heide.



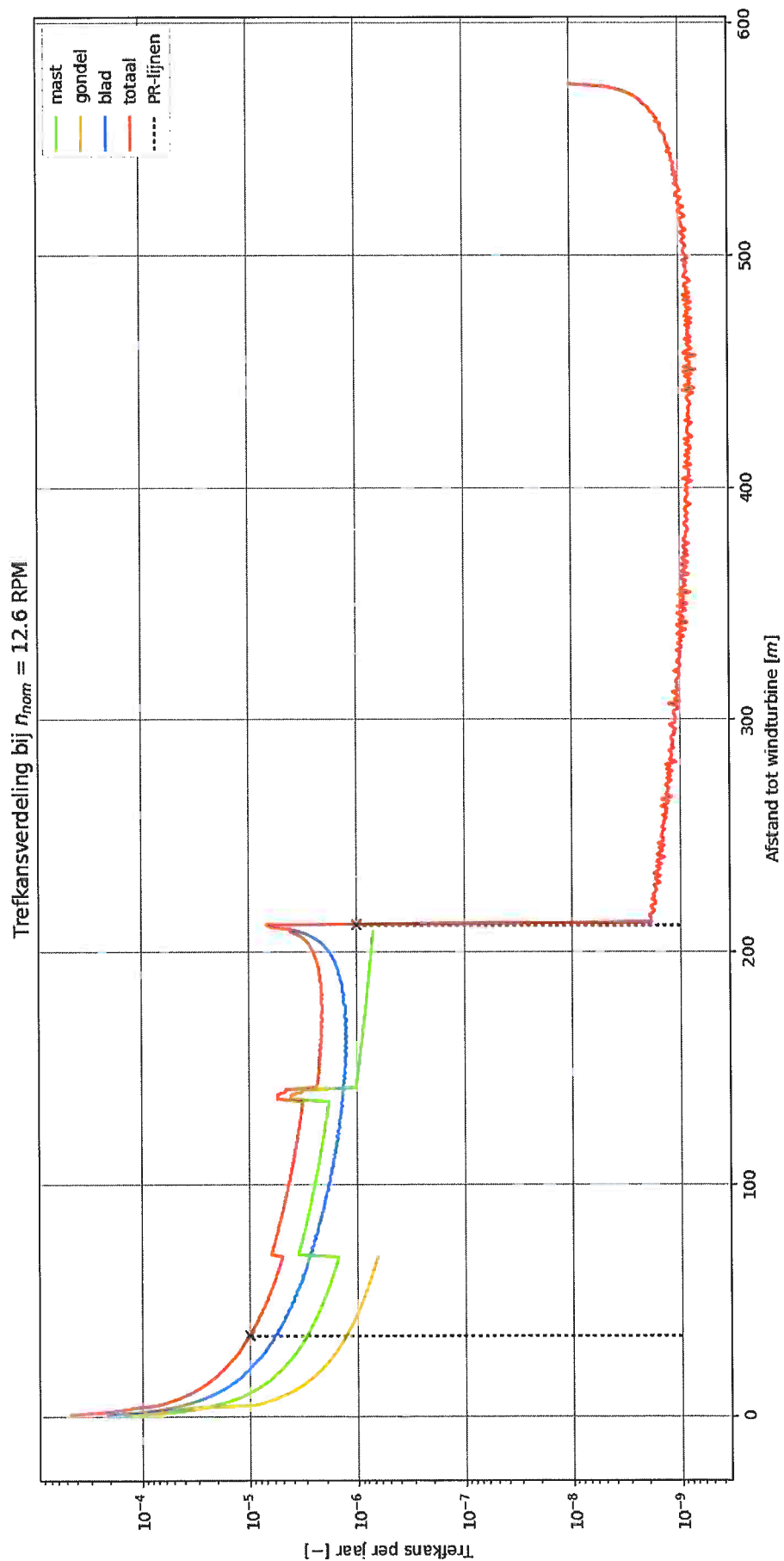
Bijlage 1. Invoerparameters en resultaten

Parameters voor berekening toerental, risicocontouren, werpafstanden en passantenrisico's WT140

Windturbine	
Ashoogte	140
Rotordiameter	140
mast diameter	5
hoogte gondel	5
lengte gondel	15
solidity	0,05



Trefkansverdeling (worst case variant met ashoogte 140 m en rotordiameter 140 m)





Bijlage 2. (Beperkt) kwetsbare objecten

1. Beperkt kwetsbare objecten worden in het Bevi in artikel 1 als volgt gedefinieerd:

- a. 1. verspreid liggende woningen, woonschepen en woonwagens van derden met een dichtheid van maximaal twee woningen, woonschepen of woonwagens per hectare, en
2. dienst- en bedrijfswoningen van derden;
- b. kantoorgebouwen, voorzover zij niet onder onderdeel 2, onder c, vallen;
- c. hotels en restaurants, voorzover zij niet onder onderdeel 2, onder c, vallen;
- d. winkels, voorzover zij niet onder onderdeel 2, onder c, vallen;
- e. sporthallen, sportterreinen, zwembaden en speeltuinen;
- f. kampeerterreinen en andere terreinen bestemd voor recreatieve doeleinden, voorzover zij niet onder onderdeel 2, onder d, vallen;
- g. bedrijfsgebouwen, voorzover zij niet onder onderdeel 2, onder c, vallen;
- h. objecten die met de onder a tot en met e en g genoemde gelijkgesteld kunnen worden uit hoofde van de gemiddelde tijd per dag gedurende welke personen daar verblijven, het aantal personen dat daarin doorgaans aanwezig is en de mogelijkheden voor zelfredzaamheid bij een ongeval, voorzover die objecten geen kwetsbare objecten zijn, en
- i. objecten met een hoge infrastructurele waarde, zoals een telefoon- of elektriciteitscentrale of een gebouw met vluchtleidingsapparatuur, voorzover die objecten wegens de aard van de gevaarlijke stoffen die bij een ongeval kunnen vrijkomen, bescherming verdienen tegen de gevolgen van dat ongeval;

2. Kwetsbare objecten worden in het Bevi in artikel 1 als volgt gedefinieerd:

- a. woningen, woonschepen en woonwagens, niet zijnde woningen, woonschepen of woonwagens als bedoeld in onderdeel b, onder a;
- b. gebouwen bestemd voor het verblijf, al dan niet gedurende een gedeelte van de dag, van minderjarigen, ouderen, zieken of gehandicapten, zoals:
 1. ziekenhuizen, bejaardenhuizen en verpleeghuizen;
 2. scholen, of
 3. gebouwen of gedeelten daarvan, bestemd voor dagopvang van minderjarigen;
- c. gebouwen waarin doorgaans grote aantallen personen gedurende een groot gedeelte van de dag aanwezig zijn, waartoe in ieder geval behoren:
 1. kantoorgebouwen en hotels met een bruto vloeroppervlak van meer dan 1500 m² per object, of
 2. complexen waarin meer dan 5 winkels zijn gevestigd en waarvan het gezamenlijk bruto vloeroppervlak meer dan 1000 m² bedraagt en winkels met een totaal bruto vloeroppervlak van meer dan 2000 m² per winkel, voorzover in die complexen of in die winkels een supermarkt, hypermarkt of warenhuis is gevestigd, en
- d. kampeer- en andere recreatieterreinen bestemd voor het verblijf van meer dan 50 personen gedurende meerdere aaneengesloten dagen;



Bijlage 3. Rekenmethodiek IPR en MR

IPR

Het IPR is afhankelijk van de trefkans en de aanwezigheid van een passant:

- $IPR = \Sigma(\text{Trefkans} \cdot \text{Aanwezigheidsfractie per passant})$

De aanwezigheidsfractie (verblijfsduur) is afhankelijk van de lengte van een passerend object en de snelheid van dit object:

$$\tau = \frac{L_o}{v_o} \frac{1}{365 \cdot 24 \cdot 3600}$$

L_o : lengte van het passerende object [m]

v_o : snelheid van het passerende object [m/s]

De trefkans afhankelijk is van de som van de trefkans door:

- Bladbreuk
- Mastbreuk (indien weg binnen tiphoogte ligt)
- Gondel-/rotorafworp (indien weg binnen bladlengte ligt)

Bladbreuk

De kans dat een passant geraakt wordt door bladbreuk is afhankelijk van de trefkans blad vermenigvuldigd met het kritiek oppervlak en de schaduwfactor:

$$p_p(x^*, y^*) = 1,5 \cdot A_c \cdot p_{ZWPT}(x^*, y^*)$$

A_c : kritiek oppervlak van het afgebroken blad [m²].

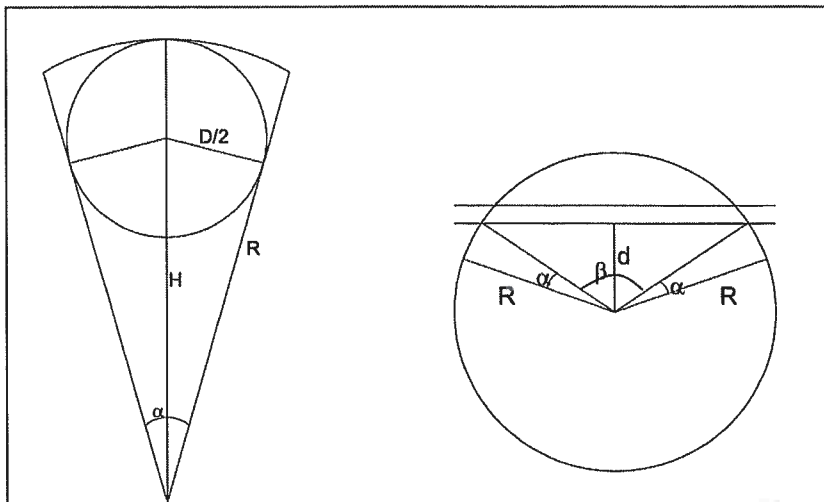
P_{ZWPT} : trefkans zwaartepunt blad

Mastbreuk

De kans dat een nabijgelegen infrastructuur met passanten wordt getroffen door een onderdeel van een omvallende windturbine wordt gelijk verondersteld aan de kans dat een gedeelte van de mast met rotor in aanraking komt met de infrastructuur. Hierbij is de mast met rotor beschouwd als cirkelsegment zoals weergegeven in figuur B2.1. De hoek waarbinnen dit cirkelsegment de weg zal raken is afhankelijk van hoek α en de afstand tot de weg die valhoek β bepaald.



Figuur B2.1. Cirkelsegment en trefhoek



Gondel-/rotorafworp

Voor gondel-/rotorafworp wordt dezelfde methode als mastbreuk gehanteerd waarbij de hoogte van de mast als 0 wordt verondersteld.

Maatschappelijk Risico

Het maatschappelijk Risico wordt bepaald door:

- Risicomaat $MR = (IPR / \text{aantal passages per passant per jaar}) \times \text{aantal passages per jaar}$

Waarbij een maximaal aanvaardbaar risiconiveau wordt aangehouden van $2 \cdot 10^{-3}$ doden per jaar.



Bijlage 4. Afstandscontouren en objecten

