

# Risicoanalyse windturbines Brielse Maasdijk

## Externe veiligheid

In opdracht van **HVC Landwind B.V.**

**Vertrouwelijk**

### Revisietabel

rev.	datum	omschrijving
C	8-5-2023	Revisie 1, commentaar DCMR verwerkt
B	24-5-2022	Definitieve versie, commentaar HVC/Arcadis verwerkt
A	14-3-2022	1 <sup>e</sup> concept

Auteurs(s):

[Redacted]  
[Redacted]

8/5/23

Beoordeeld:

[Redacted]  
*HVC*

Goedgekeurd:

[Redacted]

08-05-2023

Referentienr: 24742/22.234425

Status: **Definitief**

31 Pagina's 8 mei 2023

#### Disclaimer

- Behoudens hetgeen met de opdrachtgever is overeengekomen, mag de in dit document gevatte informatie niet aan derden worden bekendgemaakt dan wel verstrekt.
- NRG sluit alle aansprakelijkheden uit voor enige schade welke ontstaat door gebruikmaking van, of vertrouwen op, de informatie uit dit document.



NRG Petten  
Westerduinweg 3  
P.O. Box 25  
1755 ZG Petten  
The Netherlands

NRG Arnhem  
Utrechtseweg 310 - B50-West  
P.O. Box 9034  
6800 ES Arnhem  
The Netherlands

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Situatieschets</b>	<b>6</b>
<b>2.1</b>	<b>Windturbinelocaties</b>	<b>6</b>
<b>2.2</b>	<b>Windturbinetypen</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Identificatie van objecten binnen invloedsgebied</b>	<b>8</b>
<b>3.1</b>	<b>Definitie invloedsgebied en risicoafstanden</b>	<b>8</b>
<b>3.2</b>	<b>Geïdentificeerde objecten</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Toetsingskaders</b>	<b>10</b>
<b>4.1</b>	<b>(Beperkt) kwetsbare objecten</b>	<b>10</b>
<b>4.2</b>	<b>Wegen en waterwegen</b>	<b>10</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Afstandscriterium</b>	<b>10</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Individueel Passantenrisico (IPR)</b>	<b>11</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Maatschappelijk risico (MR)</b>	<b>11</b>
<b>4.2.4</b>	<b>Gevaarlijke stoffen</b>	<b>11</b>
<b>4.3</b>	<b>Ondergrondse buisleidingen</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Aanpak analyse</b>	<b>12</b>
<b>5.1</b>	<b>Algemene methodiek</b>	<b>12</b>
<b>5.1.1</b>	<b>Bladworp</b>	<b>12</b>
<b>5.1.2</b>	<b>Mastbreuk</b>	<b>13</b>
<b>5.1.3</b>	<b>Rotor-/gondelval</b>	<b>13</b>
<b>5.1.4</b>	<b>Faalfrequenties</b>	<b>13</b>
<b>5.2</b>	<b>Detailaanpak per objecttype</b>	<b>14</b>
<b>5.2.1</b>	<b>(Beperkt) kwetsbare objecten</b>	<b>14</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Wegen en waterwegen</b>	<b>14</b>
<b>5.2.3</b>	<b>Ondergrondse buisleidingen</b>	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>Toetsingsresultaten</b>	<b>17</b>
<b>6.1</b>	<b>(Beperkt) kwetsbare objecten</b>	<b>17</b>
<b>6.2</b>	<b>Wegen en waterwegen</b>	<b>18</b>

<b>6.3</b>	<b>Ondergrondse buisleidingen</b>	<b>19</b>
<b>7</b>	<b>Conclusies</b>	<b>20</b>
	<b>Lijst van tabellen</b>	<b>21</b>
	<b>Lijst van figuren</b>	<b>21</b>
<b>8</b>	<b>Referenties</b>	<b>22</b>
<b>Bijlage A</b>	<b>Windturbinelocaties, risicoafstanden en objecten</b>	<b>23</b>
A.1	WT10 hoog scenario	23
A.2	WT10 laag scenario	25
<b>Bijlage B</b>	<b>Berekeningen Save-W</b>	<b>27</b>
B.1	V162 (149m)	27
B.2	V162 (125m)	29
<b>Bijlage C</b>	<b>Detailkaart WT4A en Jachthaven Haire-Hille</b>	<b>31</b>

# 1 Inleiding

HVC Groep is voornemens windturbines te realiseren op de Brielse Maasdijk. In de nabijheid van de geplande windturbines bevinden zich bebouwing, diverse wegen en waterwegen, ondergrondse buisleidingen en waterkeringen. In het kader van de milieueffectrapportage (m.e.r.) dient er een externe veiligheidsanalyse uitgevoerd te worden waarin getoetst wordt of voldaan wordt aan de geldende eisen ten aanzien van het risico dat de windturbines vormen voor deze objecten.

Dit rapport beschrijft de uitgangspunten, aanpak en resultaten van de externe veiligheidsanalyse. Een beschouwing van het effect op de waterkeringen maakt geen deel uit van deze notitie, maar wordt een separate studie behandeld. Deze externe veiligheidsanalyse is daar waar van toepassing uitgevoerd conform de Handreiking Risicozonering Windturbines (HRW2020) [1].

## 2 Situatieschets

### 2.1 Windturbinelocaties

Er zijn twee scenario's onderzocht met plaatsing van 5 windturbines:

- WT10 hoog scenario: 5 turbines met een ashoogte van 149 meter;
- WT10 laag scenario: 4 turbines met een ashoogte van 149 meter + 1 turbine (WT10) met een ashoogte van 125 meter.

Naast het verschil in ashoogte wijkt tevens de locatie van WT10 af tussen het hoge en lage scenario. De locaties van de overige turbines zijn voor beide scenario's gelijk.

Tabel 1 en Tabel 2 tonen de Rijksdriehoekscoördinaten (RD-coördinaten) van de geplande locaties voor beide scenario's.

Bijlage A toont overzichtskarten met de windturbinelocaties.

Tabel 1 Windturbinelocaties (WT10 hoog scenario)

#	RD- x-coördinaat	RD- y-coördinaat	Ashoogte [m]
WT4A	79310	431214	149
WT5	79754	431148	149
WT6	80349	431142	149
WT7	80893	431140	149
WT10	82298	430982	149

Tabel 2 Windturbinelocaties (WT10 laag scenario)

#	RD- x-coördinaat	RD- y-coördinaat	Ashoogte [m]
WT4A	79310	431214	149
WT5	79754	431148	149
WT6	80349	431142	149
WT7	80893	431140	149
WT10	82315	430958	125

## 2.2 Windturbinetypen

In deze analyse zijn de volgende typen windturbines beschouwd:

- Vestas V162 (6 MW), ashoogte 149 meter
- Vestas V162 (6 MW), ashoogte 125 meter

Tabel 3 toont de voor deze analyse relevante windturbineparameters.

Tabel 3 Windturbineparameters

Parameter	V162 (149m)	V162 (125m)	Eenheid
Diameter mast (onder)	6	5	m
Diameter mast (boven)	4	4	m
Rotordiameter	162	162	m
Ashoogte	149	125	m
Hoogte mastvoet	1,5	1,5	m
Lengte blad	79,28	79,28	m
Ligging zwaartepunt blad <sup>(1)</sup>	22,48	22,48	m
Nominaal toerental	9,33	9,33	-/min
Maximale lengte gondel	18,28	18,28	m
Hoogte gondel	4,35	4,35	m
Oppervlakte blad	222	222	m <sup>2</sup>
Cut-in windsnelheid	3	3	m/s
Cut-out windsnelheid	24	24	m/s
Massa gondel (incl. naaf en generator)	241	241	ton
Massa mast	518	396	ton
Massa blad	22,8	22,8	ton

<sup>(1)</sup> gemeten ten opzichte van de verbindingsflens tussen blad en rotornaaf

## 3 Identificatie van objecten binnen invloedsgebied

### 3.1 Definitie invloedsgebied en risicoafstanden

Tabel 4 toont de risicoafstanden ( $10^{-5}$ - en  $10^{-6}$ -risicocontouren) en het maximale invloedsgebied van de beschouwde windturbintypen. De risicoafstanden zijn bepaald met de Berekeningsmodule Save-W (save-w.nl), een door RIVM geverifieerde methode gebaseerd op het Handboek Risicozonering Windturbines uit 2014 [2]. Voor het maximale invloedsgebied wordt uitgegaan van het maximum van:

- de tipafstand bij mastbreuk;
- de maximale worpafstand van het bladzwaartepunt bij nominaal toerental (zoals bepaald met een kogelbaanmodel), vermeerderd met de afstand tussen bladzwaartepunt en bladtip.

Het faalscenario bladworp bij overtoeren is in deze analyse niet beschouwd, omdat de kans hierop in verband met de aanwezigheid van beveiligingssystemen bij de beschouwde windturbintypen verwaarloosbaar wordt geacht. Dit uitgangspunt is in lijn met een uitspraak van de Raad van State uit 2018 [3], waarin op advies van de Stichting Advisering Bestuursrechtspraak voor Milieu en Ruimtelijke Ordening (StAB) is bepaald dat voor moderne turbines op nieuwe locaties het faalscenario bladworp bij overtoeren niet nader beschouwd hoeft te worden.

Tabel 4 Risicoafstanden en invloedsgebied

	V162 (149m)	V162 (125m)
$10^{-5}$ -contour [m]	68 <sup>(1)</sup>	71
$10^{-6}$ -contour [m]	169	169
Maximale invloedsgebied (excl. overtoeren) [m]	230	206
<sup>(1)</sup> de numerieke output in Save-W (save-w.nl) geeft een lagere waarde (52 meter) weer, de hier gepresenteerde waarde is zeer conservatief gebaseerd op de bijbehorende grafiek. Zie Bijlage B voor de input voor en output van Save-W.		

Voor overzichtskarten met risicoafstanden en invloedsgebied per windturbine wordt verwezen naar Bijlage A.



## 3.2 Geïdentificeerde objecten

Tabel 5 toont de geïdentificeerde objecten binnen het invloedsgebied van de windturbines. Voor overzichtskaarten met de geïdentificeerde objecten wordt verwezen naar Bijlage A.

Tabel 5 Geïdentificeerde objecten binnen invloedsgebied van de windturbines

Type object	Object	Beheerder	Betrokken windturbines	
			WT10 hoog scenario	WT10 laag scenario
<b>(Beperkt) kwetsbare objecten</b>	Jachthaven Hairt-Hille	n.v.t.	4A	4A
	Jeugdinstelling De Hartelborgt	n.v.t.	5	5
	Dierenopvangcentrum Spijkenisse	n.v.t.	5	5
	Tennisvereniging LTV De Hartel	n.v.t.	7	7
	Putse Rennersclub Delta	n.v.t.	10	10
	Woonhuis Plaatweg 1	n.v.t.	10	10
	Bedrijfsgebouw inlaatsluis	n.v.t.	10	10
	Radarpost (oostelijk) <sup>(1)</sup>	n.v.t.	10	10
<b>Wegen</b>	Brielse Maasdijk + Plaatweg	Waterschap	4A, 5, 6, 7, 10	4A, 5, 6, 7, 10
	Noorddijk + Markenburgweg	Waterschap	4A, 5, 6, 7	4A, 5, 6, 7
	Noordhoekseweg	Waterschap	7	7
	Overige lokale fietspaden	Gemeente	5, 6, 7, 10	5, 6, 7, 10
	Overige bestemmingsverkeerswegen	Gemeente	4A, 5, 6, 10	4A, 5, 6, 10
<b>Waterwegen</b>	Voedingskanaal Brielse Meer	Waterschap	4A, 5, 6, 7, 10	4A, 5, 6, 7, 10
	Hartelkanaal	DHMR	4A, 5, 6, 7, 10	4A, 5, 6, 7, 10
	Oude Maas	RWS	10	10
<b>Ondergrondse buisleidingen</b>	Gasleiding A536	Gasunie	10	10
	Gasleiding A537	Gasunie	10	10

<sup>(1)</sup> voor dit object gelden geen expliciete toetsingscriteria; het is hier beschouwd als beperkt kwetsbaar object

## 4 Toetsingskaders

Dit hoofdstuk behandelt per type geïdentificeerd object het toetsingskader zoals dit in HRW2020 [1] is benoemd. Daar waar HRW2020 onvoldoende kader biedt of afwijkende kaders gehanteerd dienen te worden, wordt dit vermeld.

### 4.1 (Beperkt) kwetsbare objecten

Volgens Artikel 3.15a, lid 1, van het Activiteitenbesluit gelden voor bebouwing binnen het invloedsgebied van de windturbines de volgende eisen:

- Het plaatsgebonden risico (PR) 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.
- Het plaatsgebonden risico (PR) 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.

Hierbij is het PR "de kans per jaar dat een persoon, die zich continu en onbeschermd op een bepaalde plaats bevindt, overlijdt als direct gevolg van een ongeval bij een risicovolle activiteit".

### 4.2 Wegen en waterwegen

#### 4.2.1 Afstandscriterium

Rijkswaterstaat hanteert volgens HRW2020 [1] de volgende afstandscriteria voor windturbines met een diameter groter dan 60 meter:

- wegen: ten minste een halve rotordiameter uit de rand van de verharding
- waterwegen: ten minste 50 meter uit de rand van de vaarweg

Alleen dan wanneer windturbines niet voldoen aan het afstandscriterium, ofwel wanneer de windturbines gepland zijn nabij een knooppunt of aansluiting of op locaties waarbij de rotorbladen zich boven de verharding zullen bevinden, moeten in een aanvullende risicoanalyse het individueel passantenrisico (IPR) en maatschappelijk risico (MR) worden berekend.

Voor (water)wegen die geen eigendom zijn van Rijkswaterstaat, zijn geen algemene externe veiligheidsnormen van toepassing.

## 4.2.2 Individueel Passantenrisico (IPR)

Het individueel passantenrisico (IPR) is een risicomaat die aansluit bij de individuele beleving van de passant, namelijk de overlijdenskans van een passant per jaar. Hierbij wordt de passant gevolgd gedurende zijn bezigheden in de nabijheid van een windturbine. Het IPR houdt dus rekening met de aanwezigheidsfractie van een passant; dit is de procentuele verblijfsduur in de 'gevaarlijke' omgeving gedurende een jaar. Het maximaal toelaatbaar IPR wordt gesteld op  $10^{-6}$  per jaar. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat een mens overlijdt, zodra die geraakt wordt door een deel van een windturbine.

## 4.2.3 Maatschappelijk risico (MR)

Het maatschappelijk risico (MR) is de verwachtingswaarde van het aantal dodelijke slachtoffers per jaar. Dit is het product van het gemiddelde aantal dodelijke slachtoffers per passage en het totale aantal passanten per jaar. Ten opzichte van het IPR wordt bij het MR met alle passages gerekend, in plaats van het aantal passages van één enkel persoon. Het externe veiligheidsbeleid houdt per industriële installatie een acceptabel risiconiveau aan van  $2 \cdot 10^{-3}$  dodelijke slachtoffers per jaar. Een maximaal toelaatbaar MR van  $2 \cdot 10^{-3}$  dodelijke slachtoffers per jaar sluit hierbij aan. Deze waarde wordt in deze notitie dan ook als toetsingswaarde aangehouden.

## 4.2.4 Gevaarlijke stoffen

Het transport van gevaarlijke stoffen over (water)wegen is niet beschouwd, omdat de invloed op de plaatsgebonden risicocontour van een (water)weg beperkt is gezien de totale verblijfstijd van eventuele getransporteerde stoffen binnen het invloedsgebied van windturbines. Dit uitgangspunt is conform HRW2020 [1].

## 4.3 Ondergrondse buisleidingen

Voor ondergrondse buisleidingen adviseert Gasunie volgens HRW2020 [1] om een minimale afstand aan te houden van het maximum van:

- de maximale werpafstand bij nominaal toerental;
- de tipafstand bij mastbreuk.

Indien aan deze wens wordt voldaan, is geen kwantitatieve risicoanalyse nodig.

In andere gevallen dient afstemming met Gasunie plaats te vinden. Indien een kwantitatieve uitwerking benodigd is, moet als richtlijn worden aangehouden dat 10% additioneel risico toelaatbaar is.

## 5 Aanpak analyse

Dit hoofdstuk beschrijft:

- de algemene analysemethodiek (§5.1);
- de detailaanpak van de analyse per objecttype (§5.2).

### 5.1 Algemene methodiek

De trefkansberekeningen zijn uitgevoerd in overeenstemming met de rekenmethodieken zoals beschreven in Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid Module IV [4].

De risico's van een windturbine voor personen en objecten in de directe omgeving worden gevormd door drie faalscenario's:

- bladworp, d.w.z. het afbreken en weggeworpen worden van (een gedeelte van) een rotorblad;
- mastbreuk, d.w.z. het omvallen van de mast (inclusief gondel en rotor);
- rotor-/gondelval, d.w.z. het neerstorten van de gondel en/of rotor.

De standaard conservatieve faalkanswaarden uit het Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid Module IV [4] zijn toegepast. In de volgende paragrafen is per faalscenario een korte uitleg gegeven van de werkwijze bij de trefkansberekening.

#### 5.1.1 Bladworp

De trefkans van objecten door afgeworpen rotorbladen wordt bepaald met behulp van een door NRG ontwikkelde Excel-tool, opgezet conform de uitgangspunten van HRW2020. De tool maakt gebruik van een kogelbaanmodel, waarbij voor een groot aantal werphoeken de werpafstand wordt bepaald waar het zwaartepunt van het afgeworpen blad de grond raakt. Dit wordt vervolgens voor een groot aantal oriëntaties van (het draaivlak van) de windturbine gedaan, waarmee X-/Y-coördinaten van de trefpunten van het zwaartepunt van het blad verkregen worden. De relatieve kans op een bepaalde oriëntatie van de windturbine hangt af van de windverdeling op de betreffende locatie. Voor deze analyse worden de windstatistieken van het KNMI [5] voor weerstation Rotterdam Geulhaven gebruikt. De berekeningen leiden tot een groot aantal trefcoördinaten van zwaartepunten van afgeworpen bladen in een raster.

Vervolgens wordt in de tool voor elke trefcoördinaat het gehele blad ingetekend rondom het zwaartepunt, en wordt voor het te onderzoeken object (ook gedefinieerd door middel van X-/Y-coördinaten) bepaald of het object door het blad wordt geraakt. Dit wordt vervolgens voor een groot aantal oriëntaties van het blad gedaan, waarbij het blad telkens in een andere hoek rondom het trefcoördinaat van het zwaartepunt wordt geroteerd. De berekeningen leiden zodoende tot

een fractie (%) van het totale aantal worpen die leidt tot treffen van het object. Deze fractie wordt ten slotte vermenigvuldigd met de bladworfrequentie om de treffrequentie van het object te verkrijgen.

## 5.1.2 Mastbreuk

De trefkans van objecten ten gevolge van mastbreuk wordt bepaald met behulp van een door NRG ontwikkelde Excel-tool, opgezet conform de uitgangspunten van HRW2020. Voor deze analyse wordt uitgegaan van een uniforme valrichting-verdeling waarin een windturbine valt (conform Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid Module IV [4]). Een groot aantal valhoeken wordt doorgerekend, waarbij telkens de windturbine (mast, gondel en rotor) wordt ingetekend zoals deze neerkomt op de grond, en wordt voor het te onderzoeken object (gedefinieerd door middel van X-/Y-coördinaten) bepaald of het object door een van de windturbine-onderdelen wordt geraakt. Specifiek voor treffen door de rotor worden bij elke valhoek tevens een groot aantal mogelijk standen van de rotorbladen beschouwd. De berekeningen leiden zodoende tot een fractie (%) van het totale aantal mogelijke situaties die leidt tot treffen van het object. Deze fractie wordt ten slotte vermenigvuldigd met de faalfrequentie voor mastbreuk om een treffrequentie van het object te verkrijgen.

## 5.1.3 Rotor-/gondelval

Voor rotor-/gondelval wordt dezelfde methodiek gehanteerd als voor mastbreuk, waarbij de masthoogte conform het Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid Module IV [4] gelijk aan nul wordt verondersteld.

## 5.1.4 Faalfrequenties

Tabel 6 toont de generieke faalfrequenties zoals deze in het Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid Module IV [4] samengesteld zijn.

Tabel 6 Generieke faalfrequenties

Scenario	Faalfrequentie [/jaar] [4]
<b>Bladworp</b>	8,40E-4
• Nominaal toerental	8,35E-4
• Overtoeren	5,00E-6
<b>Mastbreuk</b>	1,30E-4
<b>Rotor/gondelval</b>	4,00E-5

Deze generieke faalfrequenties zijn gebaseerd op een historie van windturbines tot 2000. Moderne windturbines hebben naar alle waarschijnlijkheid lagere faalfrequenties. Het gebruik van de waarden uit het Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid Module IV [4] is derhalve conservatief.

## 5.2 Detailaanpak per objecttype

### 5.2.1 (Beperkt) kwetsbare objecten

Voor (beperkt) kwetsbare objecten is getoetst op basis van de betreffende risicoafstand, zoals gegeven in Tabel 4 in paragraaf 3.1.

Voor de radarpost gelden geen expliciete toetsingscriteria. Het wordt beschouwd als een beperkt kwetsbaar object.

### 5.2.2 Wegen en waterwegen

#### Afstandscriterium

Voor alle wegen en waterwegen zijn de toetsingskaders voor (water)wegen van Rijkswaterstaat toegepast.

Voor de Brielse Maasdijk + Plaatweg en het Voedingskanaal Brielse Meer wordt niet voldaan aan de respectievelijke afstandscriteria. Voor deze objecten zijn daarom het IPR en MR bepaald.

Voor de volgende (water)wegen wordt wel aan de afstandscriteria voldaan, maar zijn gezien het belang ervan toch het IPR en MR bepaald:

- Hartelkanaal
- Oude Maas

Voor de overige (water)wegen wordt voldaan aan de afstandscriteria en zijn het IPR en MR niet bepaald.

#### IPR en MR

Het IPR wordt als volgt berekend:

$$IPR = N_{IND} \times F_{PASSAGE} \times T_{PASSAGE}$$

met:

$$T_{PASSAGE} = L_{PASSAGE} / V_{PASSANT} / (365 \times 24 \times 3600)$$

waarbij:

- $N_{IND}$ : het aantal individuele passages per jaar [passages/jaar],

- $F_{\text{PASSAGE}}$ : de gemiddelde trefkans van een passant gedurende een passage [-/jaar],
- $T_{\text{PASSAGE}}$ : de tijdsduur van één passage [jaar/passage],
- $L_{\text{PASSAGE}}$ : lengte van het traject behorend bij een passage [m/passage],
- $V_{\text{PASSANT}}$ : snelheid van een passant [m/s].
- $365 \times 24 \times 3600$ : aantal seconden in één jaar [s/jaar]

Het MR wordt als volgt berekend:

$$MR = N_{\text{TOT}} * F_{\text{PASSAGE}} * T_{\text{PASSAGE}}$$

waarbij:

- $N_{\text{TOT}}$ : het totale aantal passanten per jaar [passages/jaar]

De gemiddelde trefkans van een passant gedurende een passage ( $F_{\text{PASSAGE}}$ ) wordt berekend door de passant in stappen over het traject te verplaatsen, bij elke stap de bijbehorende trefkans te bepalen, en de trefkansen te middelen. Voor het bepalen van de trefkans van de passant op een bepaalde positie op het traject zijn de afmetingen (hxbxl) van de passant benodigd.

Tabel 7 toont de aannames ter berekening van het IPR en MR. Voor het IPR wordt aangenomen dat één persoon tweemaal daags de turbines passeert, 200 dagen per jaar, bijvoorbeeld voor werk, voor een totaal van 400 passages per jaar. Voor de Brielse Maasdijk + Plaatweg is een fietser als representatieve passant genomen, omdat deze alle windturbines kan passeren (de weg is voor auto's doodlopend in westelijke richting ter hoogte van WT7). Voor de waterwegen in het Hartelkanaal en de Oude Maas ligt enkel de heen- of terugreis binnen het invloedsgebied van de mogelijke turbines; dit resulteert in 200 passages per jaar.

Ter bepaling van het MR voor de waterwegen in het Hartelkanaal en de Oude Maas zijn wat betreft het aantal scheepspassages gegevens gehanteerd van Scheepvaartinformatie Hoofdwegen [6] in 2008, geëxtrapoléerd op basis van binnenvaartgegevens van het CBS [7] tussen 2008 en 2019 (gemiddeld 0,9% groei per jaar in die periode). Voor de overige (water)wegen is het maximaal toegestane aantal passerende voer- of vaartuigen bepaald waarbij de eis van het MR niet wordt overschreden, en is getoetst of dat aantal te verwachten is.

Voor het Hartelkanaal en de Oude Maas is gerekend met een groot Rijnschip type Va met een bemanning van 5 [8]. Op het Brielse Meer, waar het voedingskanaal in uitkomt, zijn schepen groter dan 20 meter niet toegestaan. Aan de hand van luchtfoto's is bepaald dat de grootste schepen op het voedingskanaal circa 13 meter lang zijn. Voor overige voertuigen zijn conservatieve afmetingen aangehouden.

Voor alle voer- en vaartuigen is conservatief uitgegaan van het overlijden van alle inzittenden/opvarenden indien een willekeurig deel van het voer- of vaartuig getroffen wordt door een windturbine-onderdeel. Ditzelfde uitgangspunt is gehanteerd indien het voer- of vaartuig niet op tijd af kan remmen voordat het in botsing komt met het windturbine-onderdeel; dit wordt verdisconteerd door de stopafstand bij de lengte van het voer-/vaartuig op te tellen. Om overconservatisme te voorkomen is in uitzondering hierop enkel voor binnenvaartschepen geen stopafstand meegenomen: gegeven de grote massa van een binnenvaartschip wordt een botsing van het schip met een drijvend of gezonken windturbine-onderdeel niet dodelijk geacht.

Tabel 7 Aannames ter berekening van IPR en MR

Object	Parameter	Waarde	Eenheid
<b>Wegen</b>			
Brielse Maasdijk + Plaatweg	Snelheid fiets	15	[km/u]
	Stopafstand	10	[m]
	Afmetingen (h×b×l)	2×1×2	[m×m×m]
	Aantal passerende fietsers	<i>Te bepalen</i>	[/dag]
	Aantal passages individueel	400	[/jaar]
<b>Waterwegen</b>			
Hartelkanaal	Snelheid schip	13	[km/u]
	Afmetingen (h×b×l)	10×11,5×110	[m×m×m]
	Aantal scheepsbewegingen	42553	[/jaar]
	Bezetting vaartuig	5	[personen]
	Aantal passages individueel	200	[/jaar]
Oude Maas	Snelheid schip	13	[km/u]
	Afmetingen (h×b×l)	10×11,5×110	[m×m×m]
	Aantal scheepsbewegingen	53876	[/jaar]
	Bezetting vaartuig	5	[personen]
	Aantal passages individueel	200	[/jaar]
Voedingskanaal Brielse Meer	Snelheid schip	12	[km/u]
	Stopafstand	32,5	[m]
	Afmetingen (h×b×l)	2×4×13	[m×m×m]
	Aantal scheepsbewegingen	<i>Te bepalen</i>	[/jaar]
	Bezetting vaartuig	2	[personen]
	Aantal passages individueel	400	[/jaar]

### 5.2.3 Ondergrondse buisleidingen

De volgende ondergrondse buisleidingen vallen binnen de adviesafstand:

- Gasleiding A536
- Gasleiding A537

Voor deze buisleidingen is met Gasunie afgestemd of het toegevoegde risico toelaatbaar is.



## 6 Toetsingsresultaten

Dit hoofdstuk toont een overzicht van de toetsingsresultaten voor de geïdentificeerde objecten.

### 6.1 (Beperkt) kwetsbare objecten

Tabel 8 en Tabel 9 tonen het toetsingsresultaat voor de (beperkt) kwetsbare objecten.

Tabel 8 Toetsingsresultaat (beperkt) kwetsbare objecten (WT10 hoog scenario)

Object	Kortste afstand [m]	Kwetsbaarheid	Toetsingsresultaat
Jachthaven Hairt-Hille	71 <sup>(1)</sup>	Beperkt kwetsbaar	Voldoet
Jeugdinstelling De Hartelborgt	170 <sup>(2)</sup>	(Zeer) kwetsbaar	Voldoet
Dierenopvangcentrum Spijkenisse	215	Beperkt kwetsbaar	Voldoet
Tennisvereniging LTV De Hartel	154	Beperkt kwetsbaar	Voldoet
Putse Rennersclub Delta	197	Beperkt kwetsbaar	Voldoet
Woonhuis Plaatweg 1	155	Beperkt kwetsbaar	Voldoet
Bedrijfsgebouw inlaatsluis	170	Beperkt kwetsbaar	Voldoet
Radarpost (oostelijk)	151	Beperkt kwetsbaar	Voldoet <sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Kortste afstand tussen WT4A en de kadastrale grens van de jachthaven (perceel 49), zoals bepaald via [www.atlasleefomgeving/kaarten](http://www.atlasleefomgeving/kaarten). Zie Bijlage C voor een detailkaart.

<sup>(2)</sup> Beschouwd is de afstand tussen WT5 en het ommuurde deel van de inrichting; de parkeerplaats ligt op een afstand van 150 meter (binnen de 10<sup>-6</sup>-contour).

<sup>(3)</sup> Voor dit object gelden geen expliciete toetsingscriteria; het is hier beschouwd als beperkt kwetsbaar object. Eventuele verstoringseffecten zijn hier niet beschouwd.

Tabel 9 Toetsingsresultaat (beperkt) kwetsbare objecten (WT10 laag scenario)

Object	Kortste afstand [m]	Kwetsbaarheid	Toetsingsresultaat
Jachthaven Hairt-Hille	71 <sup>(1)</sup>	Beperkt kwetsbaar	Voldoet
Jeugdinstelling De Hartelborgt	170 <sup>(2)</sup>	(Zeer) kwetsbaar	Voldoet
Dierenopvangcentrum Spijkenisse	215	Beperkt kwetsbaar	Voldoet
Tennisvereniging LTV De Hartel	154	Beperkt kwetsbaar	Voldoet
Putse Rennersclub Delta	180	Beperkt kwetsbaar	Voldoet
Woonhuis Plaatweg 1	126	Beperkt kwetsbaar	Voldoet
Bedrijfsgebouw inlaatsluis	142	Beperkt kwetsbaar	Voldoet
Radarpost (oostelijk)	137	Beperkt kwetsbaar	Voldoet <sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Kortste afstand tussen WT4A en de kadastrale grens van de jachthaven (perceel 49), zoals bepaald via [www.atlasleefomgeving/kaarten](http://www.atlasleefomgeving/kaarten). Zie Bijlage C voor een detailkaart.

<sup>(2)</sup> Beschouwd is de afstand tussen WT5 en het ommuurde deel van de inrichting; de parkeerplaats ligt op een afstand van 150 meter (binnen de 10<sup>-6</sup>-contour).

<sup>(3)</sup> Voor dit object gelden geen expliciete toetsingscriteria; het is hier beschouwd als beperkt kwetsbaar object. Eventuele verstoringseffecten zijn hier niet beschouwd.

## 6.2 Wegen en waterwegen

Tabel 10 en Tabel 11 tonen het toetsingsresultaat voor de wegen en waterwegen.

Voor de (water)wegen waarbij de toetsing van het MR is uitgevoerd door berekening van het maximaal toegestane aantal voer- of vaartuigen, geldt in alle gevallen dat die waarde het te verwachten aantal ruim overschrijdt.

Tabel 10 Toetsingsresultaat wegen en waterwegen (WT10 hoog scenario)

Object <sup>(1)</sup>	Kortste afstand [m]	IPR [/jaar]	MR [/jaar]	MR: Maximaal toegestaan gemiddeld aantal voer-/vaartuigen [/dag]	Toetsingsresultaat
<b>Wegen</b>					
Brielse Maasdijk + Plaatweg	<10	$1,2 \cdot 10^{-7}$	zie →	18.180	Voldoet
Noorddijk + Markenburgweg	89	Niet van toepassing: voldoet aan afstandscriterium			Voldoet
Noordhoekseweg	182	Niet van toepassing: voldoet aan afstandscriterium			Voldoet
Overige lokale fietspaden	140	Niet van toepassing: voldoet aan afstandscriterium			Voldoet
Overige bestemmingsverkeerswegen	76	Niet van toepassing: voldoet aan afstandscriterium			Voldoet
<b>Waterwegen</b>					
Voedingskanaal Brielse Meer	<20	$3,0 \cdot 10^{-7}$	zie →	3.648	Voldoet
Hartelkanaal <sup>(2)</sup>	102	$1,6 \cdot 10^{-7}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$	zie ←	Voldoet
Oude Maas <sup>(2)</sup>	>163	$7,1 \cdot 10^{-9}$	$9,5 \cdot 10^{-6}$	zie ←	Voldoet
<sup>(1)</sup> Voor alle objecten zijn de toetsingskaders voor (water)wegen van Rijkswaterstaat toegepast. <sup>(2)</sup> Het IPR en MR van het object hoeven strikt genomen niet bepaald te worden, omdat voldaan wordt aan het afstandscriterium (toetsingskader Rijkswaterstaat); vanwege het belang van het object is toch een kwantificering uitgevoerd.					

Tabel 11 Toetsingsresultaat wegen en waterwegen (WT10 laag scenario)

Object <sup>(1)</sup>	Kortste afstand [m]	IPR [/jaar]	MR [/jaar]	MR: Maximaal toegestaan gemiddeld aantal voer-/vaartuigen [/dag]	Toetsingsresultaat
<b>Wegen</b>					
Brielse Maasdijk + Plaatweg	<10	1,3·10 <sup>-7</sup>	zie →	17.351	Voldoet
Noorddijk + Markenburgweg	89	Niet van toepassing: voldoet aan afstandscriterium			Voldoet
Noordhoekseweg	182	Niet van toepassing: voldoet aan afstandscriterium			Voldoet
Overige lokale fietspaden	140	Niet van toepassing: voldoet aan afstandscriterium			Voldoet
Overige bestemmingsverkeerswegen	76	Niet van toepassing: voldoet aan afstandscriterium			Voldoet
<b>Waterwegen</b>					
Voedingskanaal Brielse Meer	<20	2,9·10 <sup>-7</sup>	zie →	3.805	Voldoet
Hartelkanaal <sup>(2)</sup>	102	1,4·10 <sup>-7</sup>	1,5·10 <sup>-4</sup>	zie ←	Voldoet
Oude Maas <sup>(2)</sup>	>161	3,3·10 <sup>-9</sup>	4,5·10 <sup>-6</sup>	zie ←	Voldoet
<sup>(1)</sup> Voor alle objecten zijn de toetsingskaders voor (water)wegen van Rijkswaterstaat toegepast. <sup>(2)</sup> Het IPR en MR van het object hoeven strikt genomen niet bepaald te worden, omdat voldaan wordt aan het afstandscriterium (toetsingskader Rijkswaterstaat); vanwege het belang van het object is toch een kwantificering uitgevoerd.					

## 6.3 Ondergrondse buisleidingen

Tabel 12 toont de kortste afstanden tot de ondergrondse buisleidingen voor beide scenario's.

De afstand tussen windturbine en gasleiding is in alle gevallen minimaal gelijk aan ashoogte + 18 meter, maar kleiner dan de maximale werpafstand bij nominaal toerental en/of de tipafstand bij mastbreuk.

Tabel 12 Afstanden ondergrondse buisleidingen

Object	Scenario	Kortste afstand [m]
Gasleiding A536	WT10 hoog	172
	WT10 laag	149
Gasleiding A537	WT10 hoog	167
	WT10 laag	143

Gasunie geeft aan dat plaatsing van de windturbines ten aanzien van deze gasleidingen voor beide scenario's past binnen haar beleid [9].

## 7 Conclusies

Binnen het invloedsgebied van de geplande windturbines zijn diverse objecten geïdentificeerd waarvoor een beschouwing van het externe-veiligheidsrisico benodigd is. De geïdentificeerde objecttypen betreffen (beperkt) kwetsbare objecten, wegen en waterwegen, en ondergrondse buisleidingen. Voor elk van de objecten is getoetst of voldaan wordt aan de geldende eisen ten aanzien van het door de windturbines gevormde externe-veiligheidsrisico.

Er zijn twee plaatsingsscenario's beschouwd. Voor beide scenario's wordt het volgende geconcludeerd:

- Voor alle (beperkt) kwetsbare objecten wordt voldaan aan de geldende toetsingscriteria.
- Voor alle wegen en waterwegen wordt voldaan aan de geldende toetsingscriteria.
- Voor de ondergrondse buisleidingen geeft de beheerder (Gasunie) aan dat plaatsing van de windturbines past binnen haar beleid.

## Lijst van tabellen

Tabel 1	Windturbinelocaties (WT10 hoog scenario)	6
Tabel 2	Windturbinelocaties (WT10 laag scenario)	6
Tabel 3	Windturbineparameters	7
Tabel 4	Risicoafstanden en invloedsgebied	8
Tabel 5	Geïdentificeerde objecten binnen invloedsgebied van de windturbines	9
Tabel 6	Generieke faalfrequenties	13
Tabel 7	Aannames ter berekening van IPR en MR	16
Tabel 8	Toetsingsresultaat (beperkt) kwetsbare objecten (WT10 hoog scenario)	17
Tabel 9	Toetsingsresultaat (beperkt) kwetsbare objecten (WT10 laag scenario)	17
Tabel 10	Toetsingsresultaat wegen en waterwegen (WT10 hoog scenario)	18
Tabel 11	Toetsingsresultaat wegen en waterwegen (WT10 laag scenario)	19
Tabel 12	Afstanden ondergrondse buisleidingen	19

## Lijst van figuren

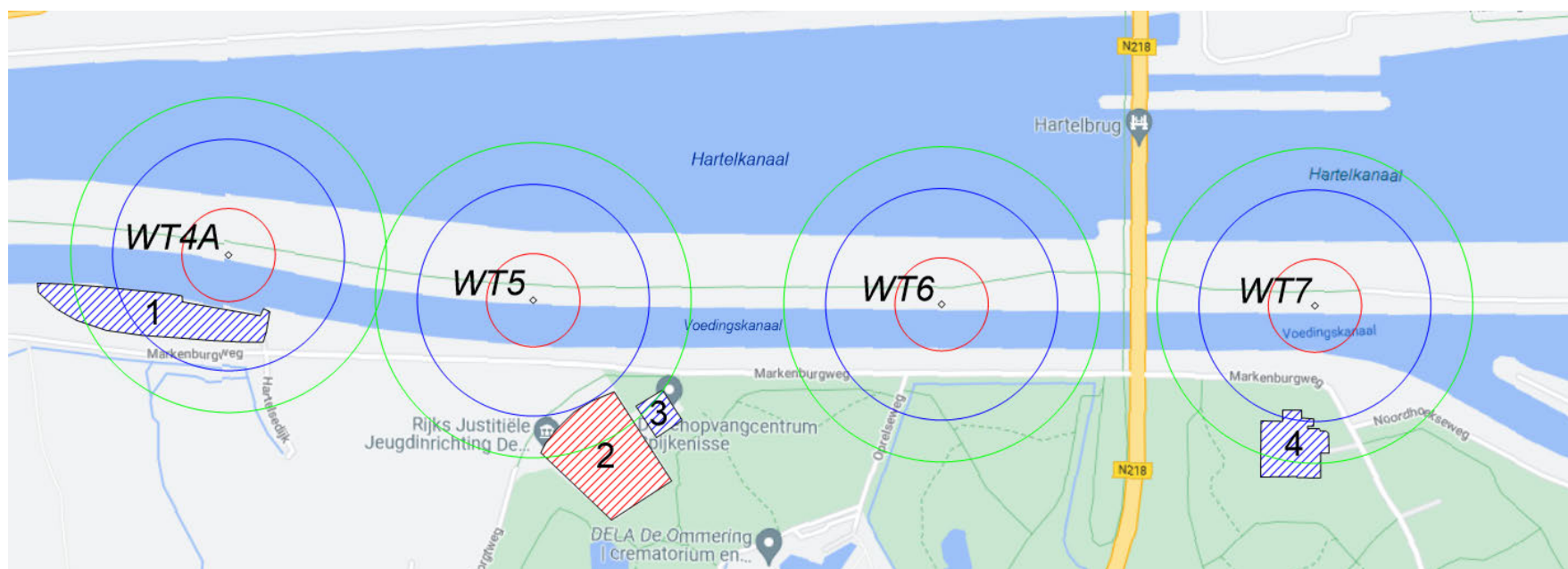
Figuur 1	Overzichtskaart WT10 hoog scenario (westzijde) .....	23
Figuur 2	Overzichtskaart WT10 hoog scenario (oostzijde) .....	24
Figuur 3	Overzichtskaart WT10 laag scenario (westzijde) .....	25
Figuur 4	Overzichtskaart WT10 laag scenario (oostzijde) .....	26

## 8 Referenties

- [1] DNV GL, „Handreiking Risicozonering Windturbines,” Rijkswaterstaat Water, Verkeer & Leefomgeving, 2020.
- [2] Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, „Handboek Risicozonering Windturbines, versie 3.1,” 2014.
- [3] *Uitspraak 201705691/1/R6 en 201709102/1/R6*, 2018.
- [4] Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), „Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid Module IV,” Helpdesk Omgevingsveiligheid, Bilthoven, 2020.
- [5] KNMI, „Uurwaarden van weerstations,” [Online]. Available: <https://www.daggegevens.knmi.nl/klimatologie/uurgegevens>.
- [6] Rijkswaterstaat, *Scheepvaartinformatie Hoofdvaarwegen*, 2009.
- [7] Centraal Bureau voor de Statistiek, *Statline: Goederenvervoer; vervoerwijzen, vervoerstromen van en naar Nederland*, <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/83101NED/table?ts=1625152137989>, 2020.
- [8] overheid.nl, *Reglement betreffende het scheepvaartpersoneel op de Rijn*, <https://wetten.overheid.nl/BWBR0030215>.
- [9] „E-mail van K.T. Strijkel (Gasunie) aan R.W. Langius (NRG), titel: RE: WT 10 iteratie waterveiligheid en gasleiding, 10-3-2022 14:25”.

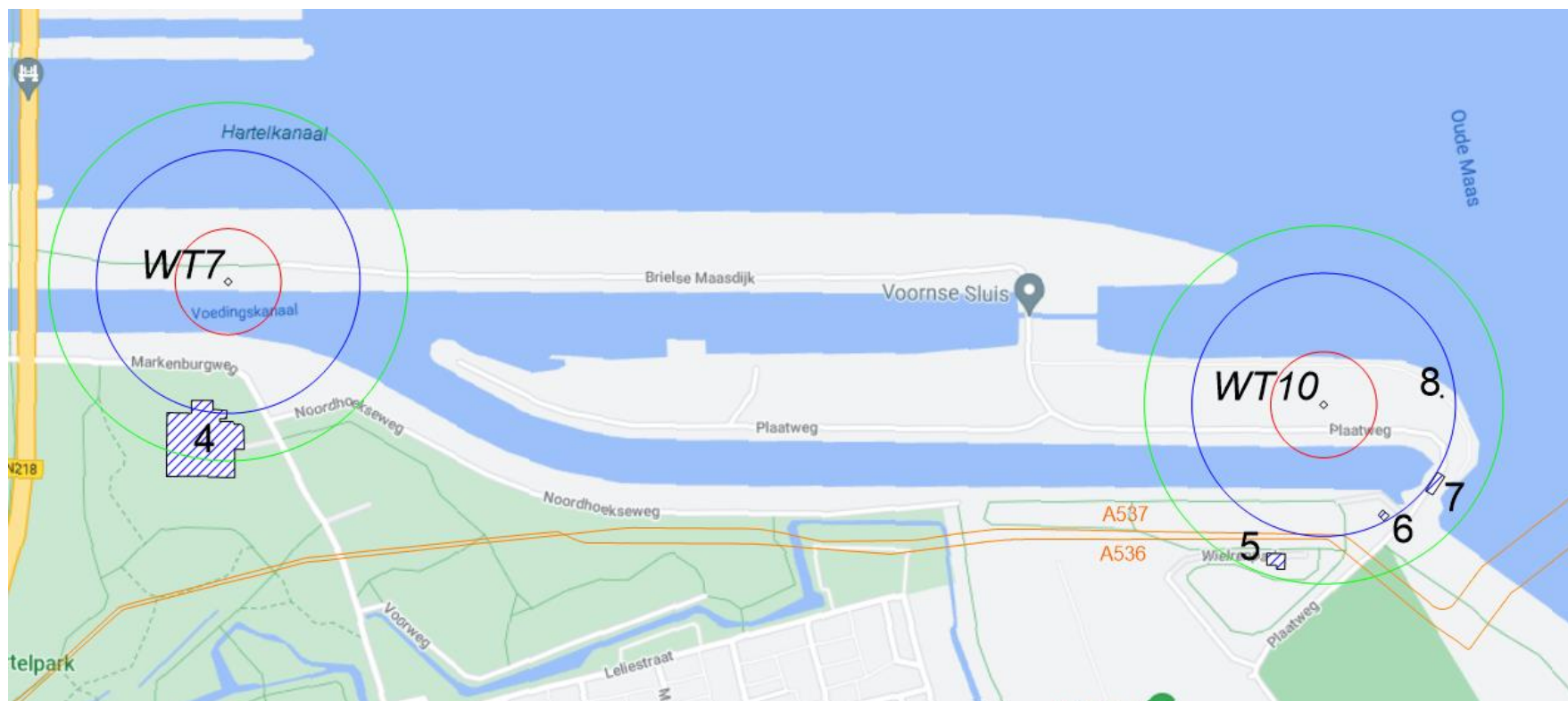
## Bijlage A Windturbinelocaties, risicoafstanden en objecten

### A.1 WT10 hoog scenario



1=Jachthaven Hairs-Hille; 2=Jeugdinstelling De Hartelborgt; 3=Dierenopvangcentrum Spijkenisse; 4=Tennisvereniging LTV De Hartel  
 Cirkels: rood=10<sup>-5</sup>-risicocontour; blauw=10<sup>-6</sup>-risicocontour; groen=maximale invloedsgebied (excl. overtoeren)

Figuur 1 Overzichtskaat WT10 hoog scenario (westzijde)

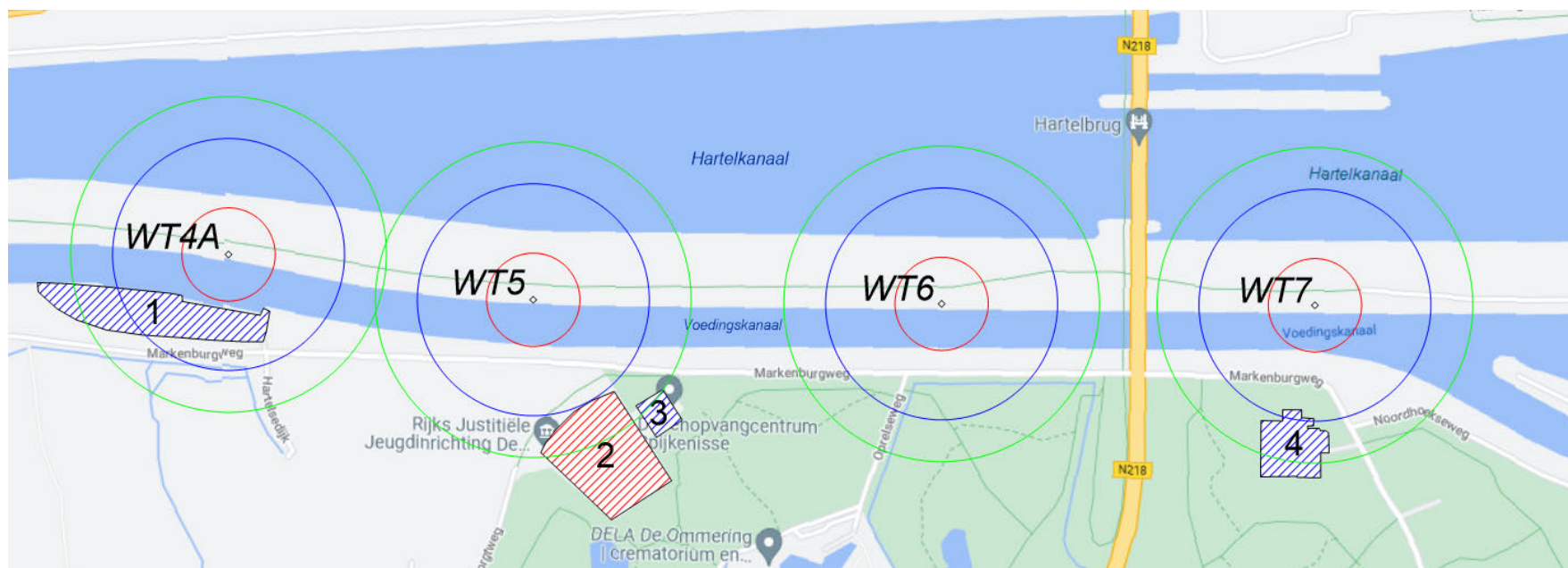


4=Tennisvereniging LTV De Hartel; 5=Putse Rennersclub Delta; 6=Woonhuis Plaatweg 1; 7=Bedrijfsgebouw inlaatsluis; 8=Radarpost (oostelijk)  
 Cirkels: rood= $10^{-5}$ -risicocontour; blauw= $10^{-6}$ -risicocontour; groen=maximale invloedsgebied (excl. overtoeren)

Figuur 2 Overzichtskaat WT10 hoog scenario (oostzijde)

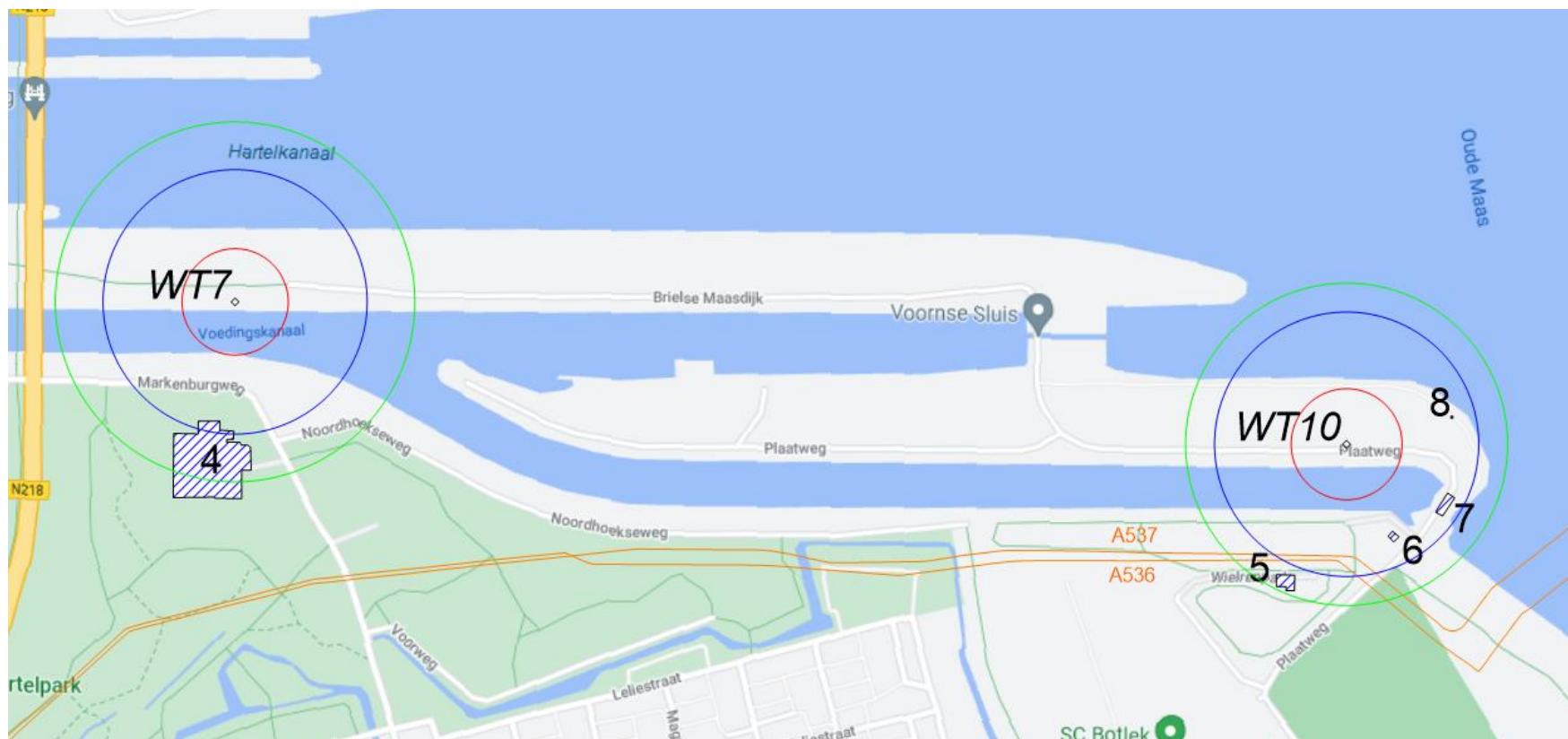


## A.2 WT10 laag scenario



1=Jachthaven Hairt-Hille; 2=Jeugdinstelling De Hartelborg; 3=Dierenopvangcentrum Spijkenisse; 4=Tennisvereniging LTV De Hartel  
 Cirkels: rood= $10^{-5}$ -risicocontour; blauw= $10^{-6}$ -risicocontour; groen=maximale invloedsgebied (excl. overtoeren)

Figuur 3 Overzichtskaart WT10 laag scenario (westzijde)



4=Tennisvereniging LTV De Hartel; 5=Putse Rennersclub Delta; 6=Woonhuis Plaatsweg 1; 7=Bedrijfsgebouw inlaatsluis; 8=Radarpост (oostelijk)  
 Cirkels: rood= $10^{-5}$ -risicocontour; blauw= $10^{-6}$ -risicocontour; groen=maximale invloedsgebied (excl. overtoeren)

Figuur 4 Overzichtskaart WT10 laag scenario (oostzijde)

## Bijlage B Berekeningen Save-W

### B.1 V162 (149m)

Input V162 (149m)

Berekeningsmodule Save-W		Herkomst		
Kenmerken		Leverancier	Rekenformule	Aanname
Ashoogte (m)	149	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rotordiameter	162	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mastdiameter	6	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hoogte gondel	4.35	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Maximale lengte gondel	18.28	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Maximale breedte gondel	18.28	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Afstand zwaartepunt afgebroken bladdeel tot rotorcentrum	24.2	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nominaal toerental	9.33	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

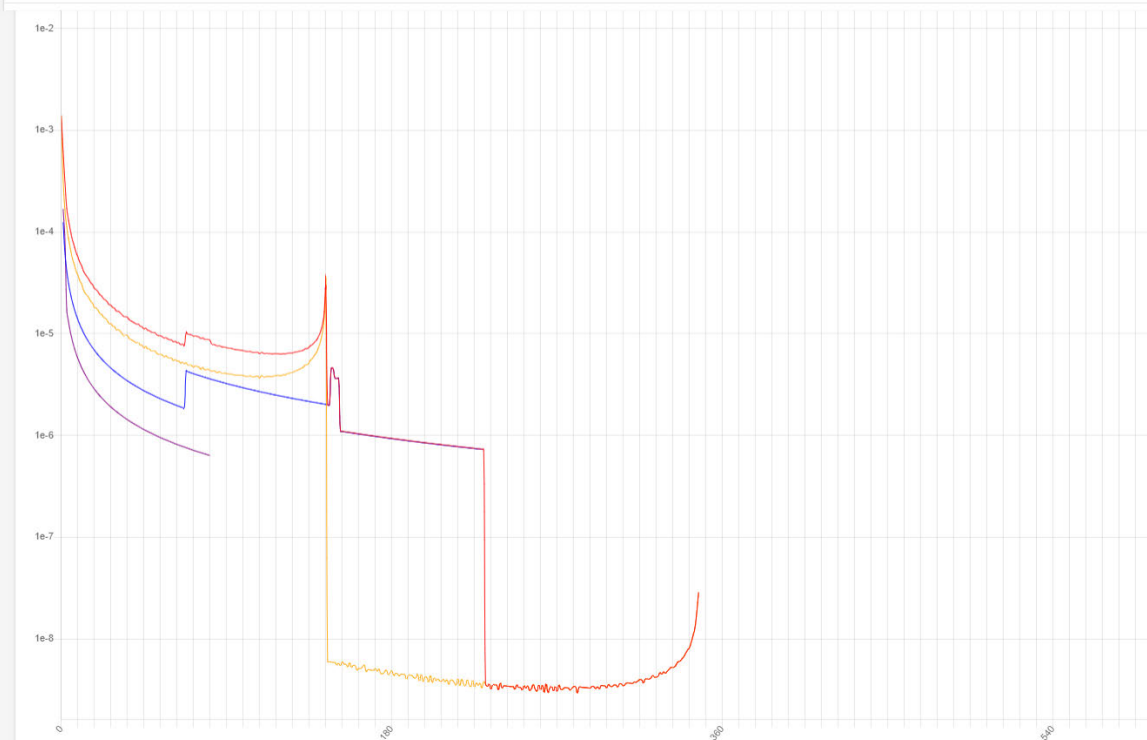
## Output V162 (149m)

Berekeningsmodule Save-W

### Rekenresultaat

Rekenresultaat model zonder luchtkrachten

PR 10 <sup>-5</sup> contour	52 m
PR 10 <sup>-6</sup> contour	169 m
Maximale werpafstand bij nominaal toerental	144 m
Maximale werpafstand bij overtoeren	347 m



## B.2 V162 (125m)

### Input V162 (125m)

Berekeningsmodule Save-W

Kenmerken

		Herkomst		
		Leverancier	Rekenformule	Aanname
Ashoogte (m)	125	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rotordiameter	162	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mastdiameter	5	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hoogte gondel	4.35	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Maximale lengte gondel	18.28	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Maximale breedte gondel	18.28	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Afstand zwaartepunt afgebroken bladdeel tot rotorcentrum	24.2	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nominaal toerental	9.33	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

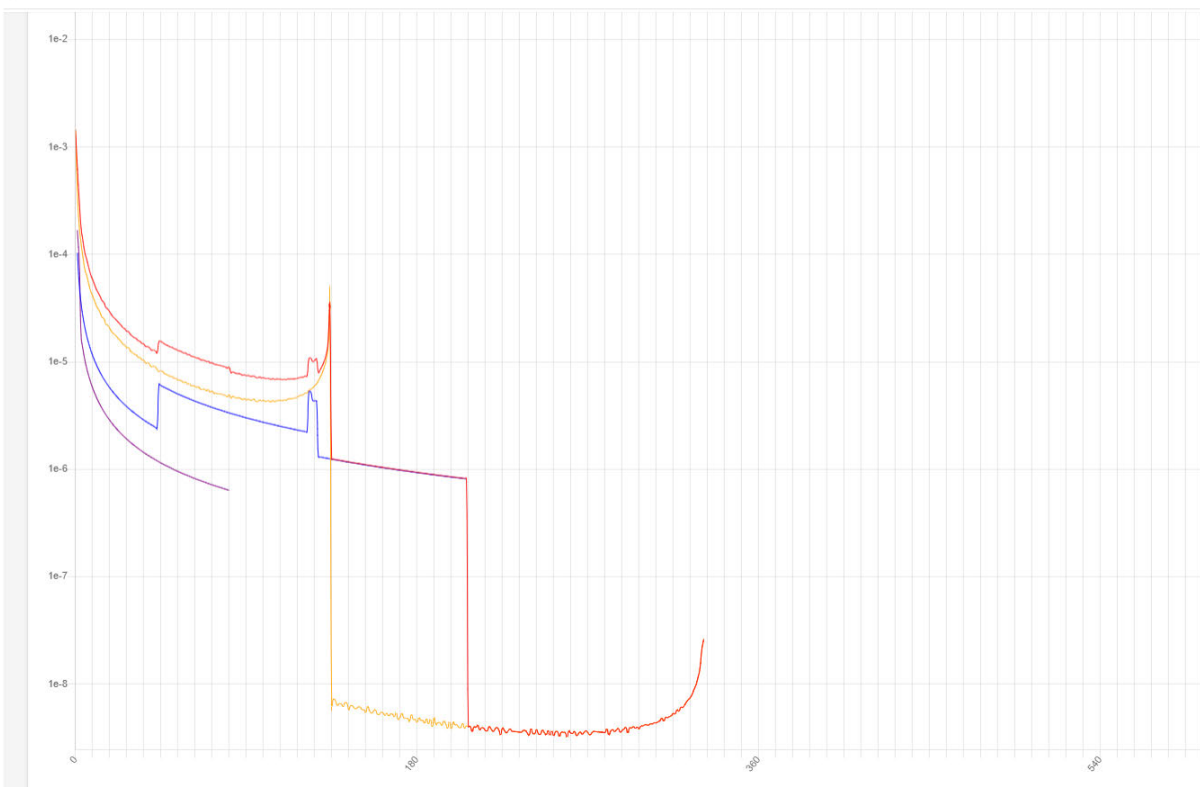
## Output V162 (125m)

Berekeningsmodule Save-W

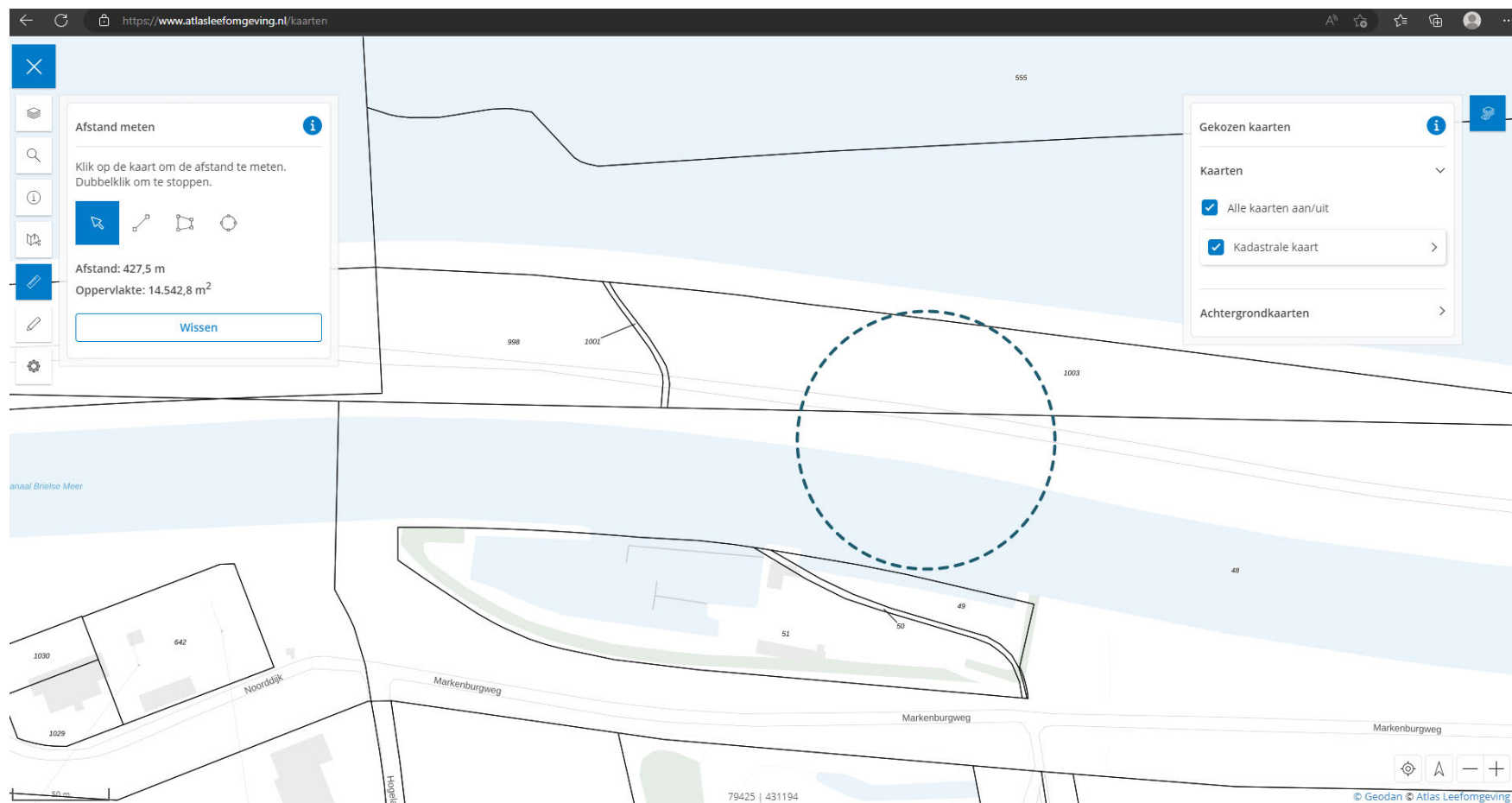
### Rekenresultaat

Rekenresultaat model zonder luchtkrachten

PR 10 <sup>-5</sup> contour	71 m
PR 10 <sup>-6</sup> contour	169 m
Maximale werpafstand bij nominaal toerental	134 m
Maximale werpafstand bij overtoeren	331 m



## Bijlage C Detailkaart WT4A en Jachthaven Hairt-Hille



Op deze kaart is de 10<sup>-5</sup>-contour van WT4A (cirkel met straal 68 meter) getoond in relatie tot Jachthaven Hairt-Hille. De kadastrale grens van de jachthaven ligt op minimaal 71 meter van WT4A. Bron: [www.atlasleefomgeving.nl/kaarten](https://www.atlasleefomgeving.nl/kaarten)