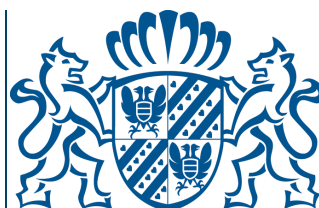


Aanvaringsslachtoffers Windpark Eemshaven najaar 2018 & voorjaar 2019

A&W-rapport 3189



in opdracht van



**provincie
groningen**

Aanvaringsslachtoffers Windpark Eemshaven najaar 2018 & voorjaar 2019

A&W-rapport 3189

E. Klop
A. Brenninkmeijer

Foto Voorplaat

Eemshaven, Teun Smink

E. Klop, A. Brenninkmeijer 2020

Aanvaringsslachtoffers Windpark Eemshaven najaar 2018 & voorjaar 2019. A&W-rapport 3189

Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden

Opdrachtgever**Provincie Groningen**

Postbus 610

9700 AP Groningen

Telefoon 050 316 4911

Uitvoerders**Altenburg & Wymenga
ecologisch onderzoek bv**

Suderwei 2

9269 TZ Feanwâlden

Telefoon 0511 47 47 64

info@altwym.nl

www.altwym.nl

Bureau Waardenburg

Varkensmarkt 9

4101 CK Culemborg

Telefoon 0345 512 710

info@buwa.nl

Universiteit van Amsterdam

Postbus 19268

1000 GG Amsterdam

Telefoon 020 5259 111

© Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv. Overname van gegevens uit dit rapport is toegestaan met bronvermelding.

Projectnummer

3189

Projectleider

E. Klop

Status

Eindrapport

Autorisatie

Goedgekeurd

Paraaf

J. Latour

Datum

27 mei 2020

Kwaliteitscontrole

J. Latour

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Achtergrond en context	1
1.2	Doel van het onderzoek	1
1.3	Opzet van het rapport	3
2	Methoden	4
2.1	Algemene onderzoeksopzet	4
2.2	Slachtoffertellingen	4
2.3	Correctie voor predatiekans, vindkans en afgezocht oppervlak	7
2.4	Stilstandonderzoek	8
3	Resultaten	10
3.1	Overzicht	10
3.2	Zangvogels	11
3.3	Vergelijking met eerdere monitoringsdata	14
3.4	Effecten stilstand turbines	14
3.5	Overige vogelsoorten	15
3.6	Vleermuizen	16
4	Synthese	18
5	Literatuur	20
<i>Bijlage 1</i>	<i>Analyses vindkans- en predatieproeven</i>	<i>23</i>
<i>Bijlage 2</i>	<i>Afgezocht oppervlak</i>	<i>28</i>
<i>Bijlage 3</i>	<i>Doodsoorzaken</i>	<i>30</i>
<i>Bijlage 4</i>	<i>Overzicht slachtoffers</i>	<i>33</i>
<i>Bijlage 5</i>	<i>Mortaliteit per soort</i>	<i>36</i>
<i>Bijlage 6</i>	<i>Mortaliteit per turbine</i>	<i>38</i>

1 Inleiding

1.1 Achtergrond en context

In het kader van de huidige energietransitie wordt in Nederland op grote schaal ingezet op windenergie, zowel op land als in zee. De Eemshaven is één van de concentratiegebieden binnen de provincie Groningen voor de opwekking van windenergie. Momenteel staan er ca. 90 windturbines in de Eemshaven, en er zijn diverse plannen voor grootschalige uitbreiding.

De Eemshaven is gesitueerd aan de rand van de Waddenzee op één van de belangrijkste vliegroutes van trekvogels in Nederland (Reneerkens *et al.* 2009). Tijdens de migratieperioden in het voorjaar en najaar trekken miljoenen vogels over Nederland naar hun broedgebieden of hun overwinteringsgebieden. Op de locatie van de Eemshaven in het bijzonder is sprake van hoge concentraties vliegbewegingen. In het voorjaar komen vogels die de kustlijn volgen uit bij de Eemshaven, waar ze vervolgens het water moeten oversteken richting hun noordelijke broedgebieden. In het najaar is de Eemshaven het eerste punt waar vogels die de zee zijn overgestoken vanuit Duitsland of Scandinavië weer aan land komen. Trekvogels die op rotorhoogte vliegen lopen daarbij het risico op aanvaring met de turbines.

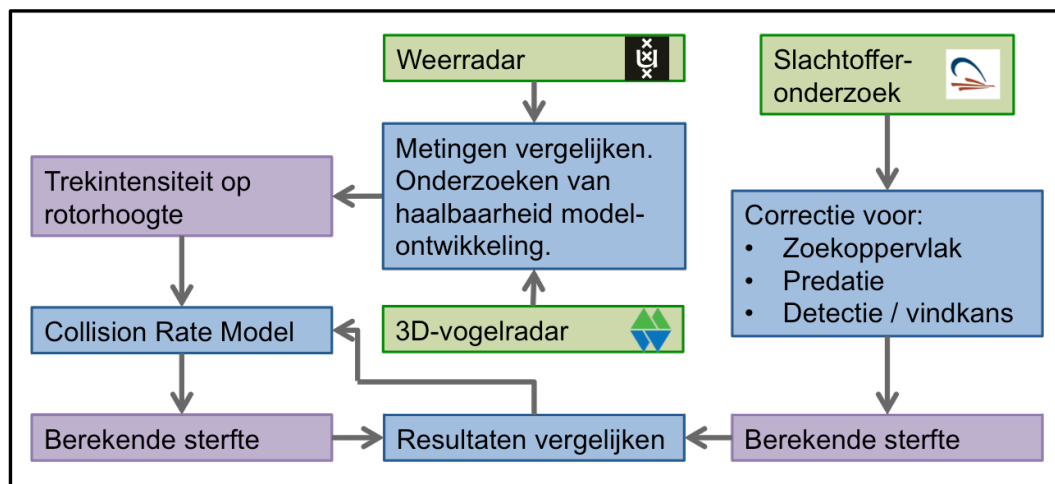
De mortaliteit onder vogels in Windpark Eemshaven is uitvoerig onderzocht tijdens een vijfjarig monitoringsprogramma tussen 2009 en 2014 (Klop & Brenninkmeijer 2014). Hieruit blijkt dat sprake is van gemiddeld ca. 2.900 aanvaringsslachtoffers onder vogels per jaar. Tot de meest gevonden slachtoffers behoren Wilde eend, Stadsduif, Zilvermeeuw, Kokmeeuw en Kleine mantelmeeuw. Bijna de helft van de slachtoffers in dit monitoringsprogramma had betrekking op zangvogels.

De provincie Groningen wil bij de ontwikkeling van de windenergie de negatieve ecologische effecten, zoals aanvaringsslachtoffers, zoveel mogelijk beperken. Het risico op aanvaringen kan op twee manieren gemitigeerd worden. Het belangrijkste is door windparken te realiseren op weinig risicovolle plekken. Als dit niet mogelijk is kunnen op risicovolle locaties specifieke maatregelen getroffen worden om het aantal slachtoffers te verminderen. Dit kan bijvoorbeeld door een op maat gesneden stilstandvoorziening, waarbij de turbines op risicovolle momenten worden stilgezet. Uit een eerste verkenning blijkt dat dit mogelijkheden biedt om tot een aanzienlijke reductie in slachtoffers onder trekkende zangvogels te komen (Krijgsveld *et al.* 2016). Om die reden heeft de provincie Groningen, in samenwerking met Rijkswaterstaat en de ministeries van Economische Zaken en Klimaat (EZK) en Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV), het initiatief genomen om de effectiviteit van een stilstandvoorziening voor trekvogels nader te onderzoeken.

1.2 Doel van het onderzoek

Onderhavig onderzoek maakt deel uit van een groter project met als doel een model te ontwikkelen waarmee tijdig voorspeld kan worden wanneer windturbines in de Eemshaven stilgezet kunnen worden om de mortaliteit onder trekvogels te verminderen. Tevens willen de gezamenlijke opdrachtgevers inzicht in de effectiviteit van een dergelijke stilstandvoorziening. Het overkoepelende project is beschreven in het onderzoeksvoorstel '*Eemshaven Showcase - Feasibility study on the development of a predictive bird model and temporary shutdown provision for onshore wind farms*'. Het project wordt uitgevoerd door een consortium bestaande uit de Universiteit van Amsterdam, Altenburg & Wymenga en Bureau Waardenburg.

Het doel van het deelproject van A&W betreft het in beeld brengen van aanvaringsslachtoffers onder vogels en vleermuizen tijdens de seizoenstrek in het voorjaar en najaar. De nadruk ligt daarbij op nachtelijk trekkende zangvogels. Gelijktijdig met de uitvoering van het onderzoek naar aanvaringsslachtoffers zijn radarmetingen van de vogeltrek uitgevoerd, zowel lokaal in de Eemshaven (BuWa) als op grotere schaal met de meteoradar op Borkum (UvA). Een overzicht van de verschillende onderdelen van het project is weergegeven in figuur 1.1.



Figuur 1.1 Overzicht van het overkoepelende project 'Eemshaven showcase', met de verschillende projectonderdelen per partner. Bron: Bouten et al. 2019.

Op basis van het bovenstaande zijn voor het deelproject van A&W de volgende drie onderzoeksvragen geformuleerd:

1. Wat is de relatie tussen het aantal vliegbewegingen en het aantal aanvaringsslachtoffers?
2. Wat is de reductie in mortaliteit onder nachtelijk trekkende zangvogels per nacht stilstand tijdens migratiepieken in de najaarstrek?
3. Wat is het aantal aanvaringsslachtoffers onder vleermuizen en (indien mogelijk) wat is de reductie van het aantal aanvaringsslachtoffers onder vleermuizen per nacht stilstand?

In deze rapportage worden de resultaten van het slachtofferonderzoek nader beschreven, met nadruk op nachtelijk trekkende zangvogels. De resultaten van het radaronderzoek worden beschreven in separate rapportages van Bureau Waardenburg en de Universiteit van Amsterdam. In onderhavig rapport wordt getracht de onderzoeksvragen 2 en 3 (zie boven) te beantwoorden. De relatie tussen het aantal vliegbewegingen van zangvogels en het aantal aanvaringsslachtoffers (vraag 1) wordt behandeld in een gezamenlijke rapportage van de drie consortiumpartners waarin de verschillende deelonderzoeken zijn geïntegreerd (Bouten et al. 2020).

1.3 Opzet van het rapport

Hoofdstuk 2 beschrijft de gebruikte methode ten aanzien van slachtoffermonitoring, de vindkans- en predatieproeven en de daaruit volgende correctie van de gevonden aantallen slachtoffers. Hoofdstuk 3 geeft de resultaten van de vogelslachtoffertellingen, waarbij de nadruk ligt op de groep nachtelijk trekkende zangvogels. Daarnaast wordt ook ingegaan op de overige vogelsoorten en vleermuizen, en de resultaten van het stilstandonderzoek. De conclusies van het onderzoek zijn te vinden in hoofdstuk 4.

De bijlagen geven achterliggende informatie en data die relevant zijn voor de interpretatie van de resultaten. Een analyse van de vindkans- en predatieproeven is te vinden in bijlage 1. De correctie voor het percentage afgezocht oppervlak staat beschreven in bijlage 2. Een overzicht van de doodsoorzaken staat in bijlage 3. Een overzicht van alle relevante slachtoffers is weergegeven in bijlage 4. Een samenvattende tabel met de mortaliteit per soort staat in bijlage 5.

Dankwoord

Wij danken de volgende personen en organisaties voor alle hulp en de prettige samenwerking bij het tot stand komen van dit onderzoek. De opdrachtgevers: provincie Groningen, Rijkswaterstaat, het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) en het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV). Radar interpretatie vogeltrekpiek: Willem Bouten, Stacey Shinneman, Judy Shamoun-Baranes (UvA), Hans van Gasteren, Karen Krijgsveld (Koninklijke Luchtmacht), Hein Prinsen, Jonne Kleyheeg-Hartman, Astrid Potiek (Bureau Waardenburg). DNA analyse: Ate-alma Cohen (Naturalis Leiden) via Hans van Gasteren. Statistische adviezen: Emiel van Loon (UvA). Veldwerk: najaar 2018: Martijn Terpstra, Dirk Oosterholt, Teun Smink, Bart Trouw, Jan van der Kamp, Marcel Kersten, Japke van Assen, Gerrit Postma, Saartje Munten, Sanny Brenninkmeijer (A&W); voorjaar 2019: ook aan Quirinda Vos (A&W), Mirjam Smits, Rutger Boersma, Jaap van Dorst (Van Hall Larensteijn), Wout van der Heide (UvA). GIS: Ronald de Jong, Marijke Bekkema (A&W). Maaien: 2018 via Mark Boer (Tauw) en 2019 via René Meinders (GPS).

2 Methoden

2.1 Algemene onderzoeksopzet

Monitoring van aanvaringsslachtoffers bij windturbines is maatwerk en moet worden afgestemd op de lokale omstandigheden. Zoals beschreven in de Inleiding is tussen 2009–2014 uitgebreid onderzoek gedaan naar aanvaringsslachtoffers in Windpark Eemshaven. Dit onderzoek was echter voornamelijk gericht op de mortaliteit onder kwalificerende soorten van het Natura 2000-gebied Waddenzee; dit zijn allen relatief grote vogelsoorten met een hoge vindkans. Kleine zangvogels zijn aanzienlijk lastiger te vinden en de foutmarge rond de berekende mortaliteit onder kleine vogels was groot.

De opzet van het huidige onderzoek verschilt van het voorgaande monitoringsproject doordat het specifiek is afgestemd op slachtoffers onder kleine soorten met een lage vindkans. Er is gekozen voor een aanzienlijk hogere zoekfrequentie (om de predatiekans te minimaliseren), en het zoekgebied onder de turbines is intensiever afgezocht (om de vindkans te maximaliseren). Desondanks worden nooit alle slachtoffers gevonden. Verschillende factoren, zoals de vindkans, predatiekans en de fractie van het totale oppervlak dat afgezocht kan worden, beïnvloeden het resultaat. Voor deze factoren is gecorrigeerd in de analyses.

Bij de monitoring is met de volgende zaken rekening gehouden:

- De intensiteit van monitoring (zoekfrequentie, grootte zoekoppervlak, zoektijd per turbine) is afgestemd op kleine zangvogels en vleermuizen. De monitoring is uitgevoerd door deskundige veldmensen met ervaring in slachtoffermonitoring.
- De gevonden aantallen slachtoffers zijn na afloop van het veldonderzoek gecorrigeerd voor de vindkans, predatiekans en niet afzoekbare delen van het zoekoppervlak. Voor het bepalen van de vindkans en predatiekans zijn aanvullende veldproeven uitgevoerd.
- De resultaten van de monitoring zijn verwerkt in een gestructureerde database, zodat de ruwe data op een gestandaardiseerde manier zijn geanalyseerd.

2.2 Slachtoffertellingen

Het veldwerk heeft plaatsgevonden tijdens de migratieperioden in het najaar van 2018 en het voorjaar van 2019. In het najaar zijn maximaal 22 turbines afgezocht; door reparatie van turbine M15 kwam deze vanaf 19 oktober 2018 als onderzoeksturbine te vervallen, en werd de steekproef noodzakelijkerwijs gereduceerd tot 21 turbines. In het voorjaar van 2019 zijn 33 turbines afgezocht (figuur 2.1).

De **najaarsmonitoring** vond plaats van 25 september t/m 29 november 2018. Gedurende 10 weken hebben in totaal 31 zoekrondes plaats gevonden. De zoekfrequentie bedroeg twee maal per week, wat resulteert in 20 zoekrondes. Daarnaast zijn vóór en na 10 nachten met een voorspelde hoge trekintensiteit 11 extra zoekrondes ingelast. In totaal zijn 13 treknachten onderzocht. In het najaarsonderzoek is ook onderzocht wat het effect is van stilstand van de turbines op aantallen aanvaringsslachtoffers (zie ook §2.4). Hierbij zijn tijdens 10 nachten met een verwachte hoge trekintensiteit van zangvogels steeds 10 van de 21 of 22 turbines stilgezet. De dag ervoor en de dag erna zijn alle turbines op slachtoffers gecontroleerd.



Figuur 2.1 Overzicht van de onderzochte turbines in het najaar van 2018 en het voorjaar van 2019.

De **voorjaarsmonitoring** vond plaats van 4 maart t/m 2 mei 2019. In deze periode is 1–5 maal per week gezocht, waarbij in totaal 21 zoekrondes zijn uitgevoerd. In tegenstelling tot de najaarsmonitoring heeft in het voorjaar van 2019 geen stilstand plaatsgevonden. De zoekintensiteit per turbine bedroeg gemiddeld 1,1 ha per uur. De zoekintensiteit in onderhavig onderzoek is daarmee ca. zes maal zo groot als tijdens de voorgaande monitoring van Windpark Eemshaven in 2009–2014 (5,9 ha per uur; Klop & Brenninkmeijer 2014). Een verhoogde zoektijd per ha vergroot de kans op het vinden van vleermuis- en zangvogelslachtoffers.

Zoekgebied

Uit de literatuur blijkt dat de meeste slachtoffers binnen een straal van maximaal 0,75–1,1 maal de ashoogte van de turbine vallen (Winkelman 1992, Grünkorn *et al.* 2005). Winkelman *et al.* (2008) adviseren om de tiphoogte van een turbine als zoekcirkel aan te houden. In de hier beschreven monitoring is een zoekcirkel van 139–200 meter aangehouden, wat gelijk is aan de tiphoogte van de afgezochte turbines. Het totale valoppervlak bedraagt dan ca. 6–12 ha per turbine. Vanwege de hoge zoekintensiteit is per turbine een selectie gemaakt van ca. 1 ha van het af te zoeken oppervlak, dat elke zoekronde systematisch is afgezocht. Vogels die buiten de zoekcirkels van de relevante turbines zijn aangetroffen worden geregistreerd en kwalitatief beschreven, maar zijn bij de analyses buiten beschouwing gelaten.

Maaien

In september 2018, vóór het begin van de eerste zoekronde, is onder elke geselecteerde turbine het zoekoppervlak ter grootte van ca. 1 ha ingemeten in een veldkaart. Deze zoekoppervlakken bevatten zoveel mogelijk verharding en kort gras. Delen met te hoge vegetatie zijn van 18 t/m 24 september 2018, kort voor het begin van de eerste zoekronde (25 september), gemaaid. Het maaisel is meteen afgevoerd. Op 7 november, kort voor de zoekronde op 8 november, is een deel van de zoekoppervlakken opnieuw gemaaid. In het voorjaar is alleen op 4 maart gemaaid, een week voor de eerste zoekronde.

Doodsoorzaak

De doodsoorzaak van vogels en vleermuizen die onder een turbine zijn gevonden kan niet altijd met zekerheid worden vastgesteld. Dit wordt beïnvloed door de versheid van het kadaver, de weersomstandigheden, de mate waarin het is aangevreten door aaseters en de hoeveelheid overblijfselen. De grootte van de overblijfselen is van invloed op de vindkans en de duur dat de resten nog aanwezig zijn: grote vogels vallen meer op, hebben een langer rottingsproces en er blijft na predatie meer van over dan van kleine vogels en vleermuizen.

Om eventuele dubbeltellingen te voorkomen, zijn alle gevonden resten met milieuvriendelijke, onuitwisbare verf gemarkeerd of in plastic zakken meegenomen. Vleermuizen en kleine vogels zijn zoveel mogelijk meegenomen, net als vogel- en veerresten die in het veld niet op soort of soortgroep thuisgebracht konden worden. Van een aantal veerresten, die mogelijk afkomstig waren van zangvogels, is door Naturalis (via H. van Gasteren van de Koninklijke Luchtmacht) de soort bepaald d.m.v. DNA-analyse. Van elke dode vogel of vleermuis is ter plekke de doodsoorzaak onderzocht. Het is van belang om te weten of een gevonden exemplaar met een windturbine in aanraking is geweest of een andere doodsoorzaak heeft. Dit is vooral bepaald aan de hand van de verwondingen die de gevonden vogel of vleermuis heeft.

Elk slachtoffer dat rondom de turbine wordt gevonden, wordt ingedeeld in één van de drie volgende categorieën:

1. Zeker turbineslachtoffer: vogels of vleermuizen met duidelijke aanvaringswonden, met botbreuken of die aan de voet van een turbine liggen. Vleermuizen en kleine zangvogels zijn

na een aanvaring aan de buitenkant vaak nog helemaal heel; exemplaren die vers en niet aangevreten zijn, worden ook tot de status 'zeker' gerekend.

2. Mogelijk of waarschijnlijk aanvaringsslachtoffer: vogels waarbij de doodsoorzaak op basis van locatie en verwondingen op vermoedelijke aanvaring met de turbine wijst, of vogels die mogelijk met een turbine in aanraking zijn gekomen, maar waarbij een andere doodsoorzaak niet geheel kan worden uitgesloten.
3. Andere doodsoorzaken: vogels of vleermuizen die niet met een turbine in aanraking zijn gekomen, maar door een andere oorzaak zijn gestorven: verkeersslachtoffer, uitmaaaien, predatie door niet-aaseters, olieslachtoffers, ziekte, aangespoeld etc.

Een specificatie van de verschillende doodsoorzaken en hoe daarmee is omgegaan in het onderzoek, is te vinden in bijlage 3.

Registratie gevonden slachtoffers

Van elk slachtoffer zijn de details en locatie digitaal vastgelegd in een speciale app op een tablet of smartphone. De volgende gegevens zijn daarbij geregistreerd: datum, tijd, waarnemer, locatie (GPS coördinaten), soort en eventueel geslacht en leeftijdscategorie, doodsoorzaak, opmerkingen en eventueel foto's voor nadere identificatie. Als back-up is waar nodig de vindlocatie zo nauwkeurig mogelijk ingetekend op een papieren veldkaart, waarbij de afstand tot de turbinevoet is ingemeten met een afstandsmeter. Deze ingetekende locaties zijn na afloop gedigitaliseerd. Alle vondsten zijn tijdens de analyses in ArcGIS (ESRI, Redmond CA) op een digitale kaart geplot.

2.3 Correctie voor predatiekans, vindkans en afgezocht oppervlak

Bij veldonderzoek naar mortaliteit door windturbines worden nooit alle slachtoffers gevonden. Een deel wordt door roofdieren en aaseters verwijderd voordat ze door onderzoekers kunnen worden gevonden, en een deel is wel aanwezig maar wordt niet gevonden, bijvoorbeeld doordat de slachtoffers verscholen liggen in de vegetatie. Daarom moeten gevonden aantallen altijd worden gecorrigeerd voor de predatiekans en de vindkans. Deze worden experimenteel bepaald aan de hand van vindkans- en predatieproeven. Daarnaast moet ook worden gecorrigeerd voor het percentage afzoekbaar oppervlak. Hoewel in de Eemshaven reeds diverse vindkans- en predatieproeven zijn uitgevoerd, zijn voor dit onderzoek aanvullende proeven gedaan die specifiek zijn afgestemd op de toegepaste zoekintensiteit.

Vindkans

De vindkans wordt bepaald door middel van een vindkansproef, waarbij een aantal dode vogels binnen het zoekgebied wordt uitgelegd en vervolgens door een andere onderzoeker wordt onderzocht welk deel hiervan teruggevonden wordt. Voor dit onderzoek zijn drie vindkansproeven uitgevoerd, waarvan twee in het najaar (9 en 25 oktober 2018) en één in het voorjaar (29 maart 2019). Hierbij zijn zowel grote vogels (>100 g), kleine vogels (<100 g) als bruine muizen (als proxy voor vleermuizen) uitgelegd.

Bij de vindkansproef van 9 oktober 2018 zijn de karkassen uitgelegd van 27 grote vogels, 35 kleine vogels en 40 muizen uitgelegd. Bij de analyse van de resultaten van deze proef kwam een groot verschil tussen de vindkans van jonge en oudere onderzoekers naar voren. Daarom is ter verificatie een tweede vindkansproef met 33 kleine vogels en 7 muizen uitgevoerd. Omdat het verschil in stand bleef, zijn voor de oude en jonge onderzoekers in het onderzoek aparte vindkansfactoren gebruikt bij kleine vogels en vleermuizen. Tijdens de proef in het voorjaar van

2019 zijn 64 kleine vogels onder 20 turbines uitgelegd. Een uitgebreide beschrijving van de resultaten van de vindkansproeven is vermeld in bijlage 1.

Predatiekans

Een predatieproef bestaat uit het uitleggen van een aantal karkassen, waarna regelmatig wordt gecontroleerd welke karkassen verdwenen en/of verplaatst zijn. Op basis van deze proef kan per dag de correctiefactor voor predatie worden bepaald. Voor dit onderzoek zijn twee predatieproeven uitgevoerd, van 9 t/m 29 oktober 2018 en van 29 maart t/m 5 april 2019. Hierbij is gebruik gemaakt van de karkassen die voor de vindkansproeven zijn uitgelegd. De karkassen zijn gedurende 7 (voorjaar) tot 10 (najaar) dagen gecontroleerd op aanwezigheid. De resultaten van de predatieproeven zijn beschreven in bijlage 1.

Afzoekbaar oppervlak

Naast correctie voor de vindkans en predatiekans dienen de aantallen gevonden slachtoffers ook te worden gecorrigeerd voor die delen van het valoppervlak (zie §2.2) die niet afgezocht zijn. Onder elke turbine is een strook van ca. 1 ha afgezocht op slachtoffers. De hoge grasdelen van dit zoekoppervlak zijn in de week voor het begin van de zoekrondes gemaaid, zodat ook kleine vogels en vleermuizen goed te vinden zijn. Voor alle turbines is gecorrigeerd voor het aandeel afzoekbaar oppervlak.

In het najaar van 2018 is gemiddeld slechts 15% (9-23%) van het valoppervlak onder de 22 turbines afgezocht op slachtoffers. Hierdoor moeten de gevonden slachtoffers met een gemiddelde factor 6,46 (4,33–11,55) worden vermenigvuldigd om te corrigeren voor niet afzoekbaar oppervlak. De correctie voor afgezocht oppervlak is voor iedere turbine individueel toegepast. Een weergave van het afgezochte gebied onder de verschillende turbines is te vinden in figuur 1.1.

2.4 Stilstandonderzoek

Om het effect van stilstand te monitoren, zijn tijdens 10 nachten met een verwachte hoge trekintensiteit van zangvogels steeds 10 van de 21 of 22 turbines stilgezet. De dag ervoor en de dag erna zijn alle turbines op slachtoffers gecontroleerd. De radar- en trekvogelspecialisten van de Universiteit van Amsterdam, de Koninklijke Luchtmacht en Bureau Waardenburg hebben in de gehele onderzoeksperiode voortdurend voorspellingen gedaan van toekomstige trekpieken. Deze zijn gebaseerd op weersvoorspellingen gecombineerd met expert judgement en radarinformatie van de Luchtmacht en het FlySafe model (<http://www.flysafe-birdtam.eu/profiles.php>).

Twee tot drie dagen vóór een waarschijnlijke trekpieknacht is steeds contact opgenomen met de beheerders van de 22 turbines en is afgesproken welke 10 turbines er minimaal 48 uur later gedurende (vrijwel) de gehele nacht zijn stilgezet. In tabel 2.1 is het stilstandschema weergegeven. Vanwege variatie in het exacte aantal uren stilstand tussen de turbines, is gerekend met het totaal aantal uren stilstand ten opzichte van het aantal nachturen. Als gevolg hiervan komt het effectieve aantal stilgezette turbines in tabel 2.1 uit op decimale getallen, in plaats van hele getallen. Tijdens de tien pieknachten hebben gemiddeld 10,2 turbines per nacht stilgestaan en zijn er 11,4 blijven draaien.

Tabel 2.1 - Datum van de tien voorspelde trekpieknachten (Pieknacht) in het najaar van 2018, met het totale aantal uren stilstand per nacht en het aantal turbines dat per nacht is stil gezet en is blijven draaien. De eerste 5 nachten is een turbine 12 uur stilgezet; vanaf nacht 6 is dit, vanwege het steeds langer worden van de nachten, uitgebreid naar 14 uur per nacht. Vanaf 19 oktober 2018 is turbine M15 vanwege reparatiewerkzaamheden uit het onderzoek gehaald; derhalve bestaat het aantal onderzoeksturbines in de pieknachten 7 t/m 10 uit 21 in plaats van 22.

Piek nacht	Datum pieknacht	N uren stilstand per nacht	N turbines stilgezet	N draaiende turbines
1	25 op 26-9-2018	136	11,3	10,7
2	28 op 29-9-2018	129	10,8	11,2
3	10 op 11-10-2018	131	10,9	11,1
4	15 op 16-10-2018	120	10,0	12,0
5	17 op 18-10-2018	132	11,0	11,0
6	18 op 19-10-2018	140	10,0	12,0
7	27 op 28-10-2018	141	10,1	10,9
8	28 op 29-10-2018	126	9,0	12,0
9	5 op 6-11-2018	133	9,5	11,5
10	8 op 9-11-2018	126	9,0	12,0
Gemiddeld		131	10,2	11,4

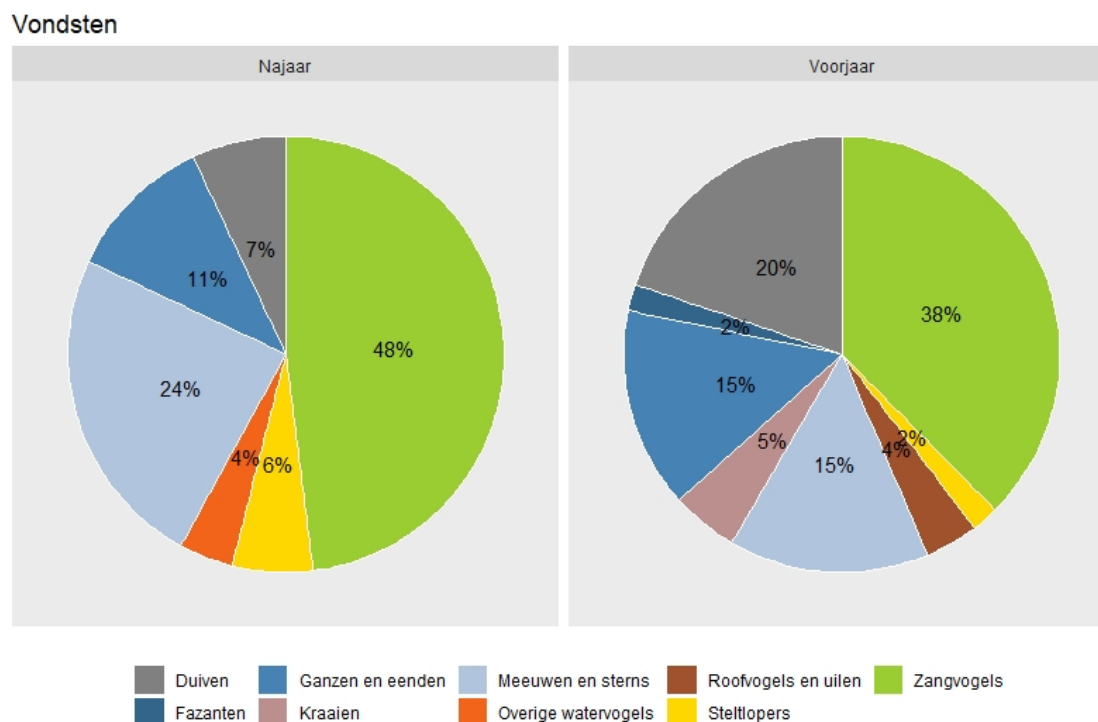
3 Resultaten

3.1 Overzicht

In beide seizoenen zijn in totaal 109 dode vogels van 37 soorten gevonden die zijn geclassificeerd als turbineslachtoffer. Een overzicht van alle vondsten staat in bijlage 4; de mortaliteit per soort staat in bijlage 5.

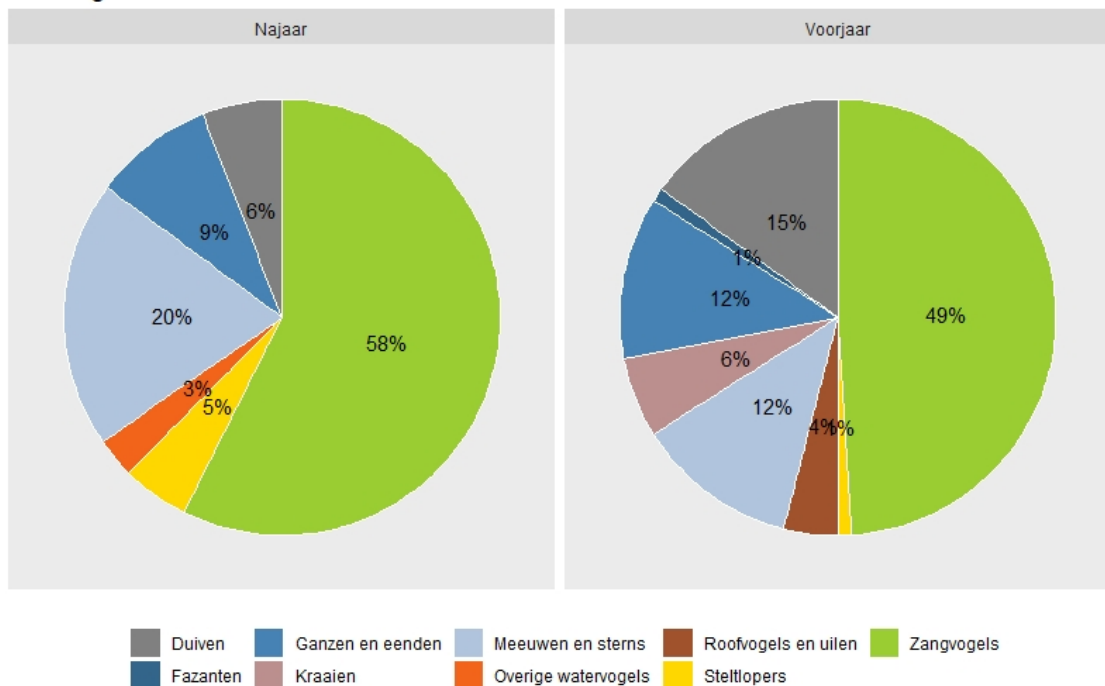
In het **najaar van 2018** zijn in totaal 54 vogels van 21 soorten aangetroffen die als mogelijk, waarschijnlijk of zeker aanvaringsslachtoffer zijn geclassificeerd. Na correctie voor de vindkans, predatiekans en afgezocht oppervlak komt de totale mortaliteit in de onderzoeksperiode uit op 461 vogels. De soortgroepen met de hoogste mortaliteit zijn kleine zangvogels (266 slachtoffers), meeuwen (92) en ganzen en eenden (40). Omgerekend komt de mortaliteit in het najaar op 0,34 slachtoffers per turbine per nacht. In het **voorjaar van 2019** zijn in totaal 55 turbineslachtoffers onder 25 vogelsoorten aangetroffen. Na de gebruikelijke correcties bedraagt de totale mortaliteit 542 slachtoffers in de onderzoeksperiode, wat neerkomt op 0,27 slachtoffers per turbine per nacht. In het voorjaar zijn slachtoffers gevonden onder fazanten, kraaien en roofvogels; deze soortgroepen zijn niet in het najaar aangetroffen. Net als in het najaar behoren de kleine zangvogels in het voorjaar tot de meest gevonden slachtoffers, hoewel de mortaliteit onder deze soortgroep in het voorjaar lager ligt dan in het najaar.

Aanvullend op de hierboven genoemde aantallen zijn diverse dode vogels gevonden die in de analyses verder buiten beschouwing worden gelaten; dit zijn o.a. vogels die buiten het zoekgebied zijn aangetroffen of waarbij een andere doodsoorzaak is vastgesteld.



Figuur 3.1 Percentages gevonden turbineslachtoffers per soortgroep in najaar 2018 en voorjaar 2019

Gecorrigeerde aantallen



Figuur 3.2 Percentages turbineslachtoffers, gecorrigeerd voor vindkans, predatiekans en afgezocht oppervlak, per soortgroep in najaar 2018 en voorjaar 2019

3.2 Zangvogels

Zoals hiervoor beschreven zijn zangvogels de meest frequent aangetroffen slachtoffers tijdens dit onderzoek, zowel in het najaar van 2018 als het voorjaar van 2019. In totaal zijn in beide seizoenen slachtoffers gevonden onder 16 soorten kleine (zang)vogels. Dit is inclusief een kleine niet-zangvogel als Gierzwaluw, maar exclusief de kraaiachtigen (die taxonomisch gezien tot de zangvogels behoren) zoals Kauw. Na correctie voor de vindkans, predatiekans en afgezocht oppervlak bedraagt in elk van beide seizoenen de mortaliteit onder kleine vogels ruim 260 slachtoffers. De gemiddelde mortaliteit onder zangvogels per turbine per nacht ligt aanzienlijk lager in het voorjaar (0,13) dan in het najaar (0,21).

Naast het in dit rapport gepresenteerde onderzoek naar aanvaringsslachtoffers, zijn door de Universiteit van Amsterdam en Bureau Waardenburg de nachtelijke patronen in trekintensiteit onderzocht door middel van radarmetingen. Een aantal soorten migreert overwegend overdag, zoals zwaluwen, vinken en Spreeuw, en deze soorten worden hier verder buiten beschouwing gelaten. Tot de nachtelijk migrerende soorten die als slachtoffer zijn aangetroffen behoren de lijsters (Beflijster, Koperwiek, Kramsvogel, Merel en Zanglijster), de gorzen, Goudhaan en Winterkoning (zie tabel 3.1). Het moet worden opgemerkt dat in de praktijk de nachtelijk migrerende soorten soms ook overdag trekken en vice versa; het onderscheid is dus minder scherp dan de hier gehanteerde classificatie doet vermoeden.

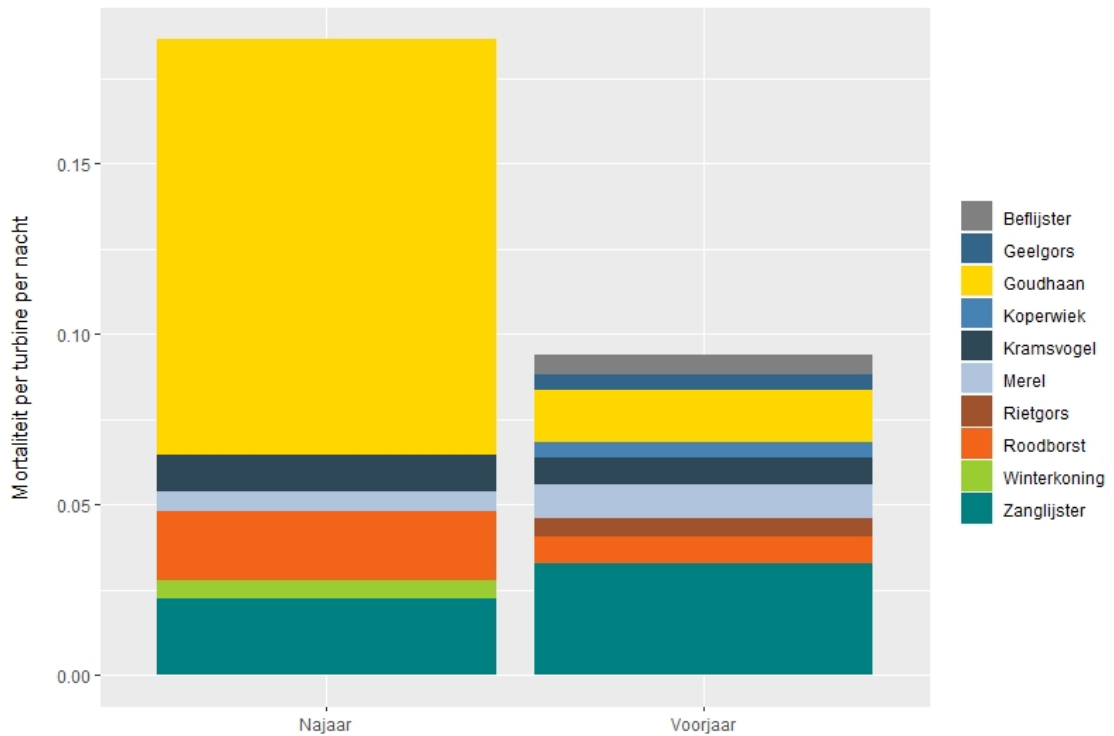
In zijn totaliteit bedraagt de aangetroffen mortaliteit onder nachtelijk trekkende zangvogels 251 slachtoffers in het najaar en 186 in het voorjaar. Na correctie voor het aantal afgezochte turbines

komt dit neer op 0,19 slachtoffers per turbine per nacht in het najaar en 0,09 per turbine per nacht in het voorjaar. De mortaliteit onder deze soortgroep bedraagt in het najaar dus ongeveer het dubbele ten opzichte van het voorjaar (figuur 3.3). Ook uit de radarmetingen komt een hogere intensiteit aan vliegbewegingen in het najaar (Shinneman *et al.* 2020, Kleyheeg-Hartman & Potiek 2020). In het najaar zijn de populaties groter dan in het voorjaar, door de aanwas van juvenielen en de sterfte in het winterseizoen of in de overwinteringsgebieden, wat tot uiting komt in hogere fluxen en aantallen slachtoffers in het najaar. Met name de mortaliteit onder Goudhaan is opvallend hoog in het najaar, met ca. 65% van het gecorrigeerde aantal slachtoffers. In het voorjaar zijn aanzienlijk minder dode Goudhanen aangetroffen. Door de vele Goudhaanslachtoffers in het najaar is het percentage slachtoffers onder lijsters in dat seizoen beperkt (21%), maar dit ligt aanzienlijk hoger in het voorjaar (65%). De gezamenlijke mortaliteit onder lijsters ligt op ca. 0,04 slachtoffers per turbine per nacht in het najaar, en op 0,06 in het voorjaar.

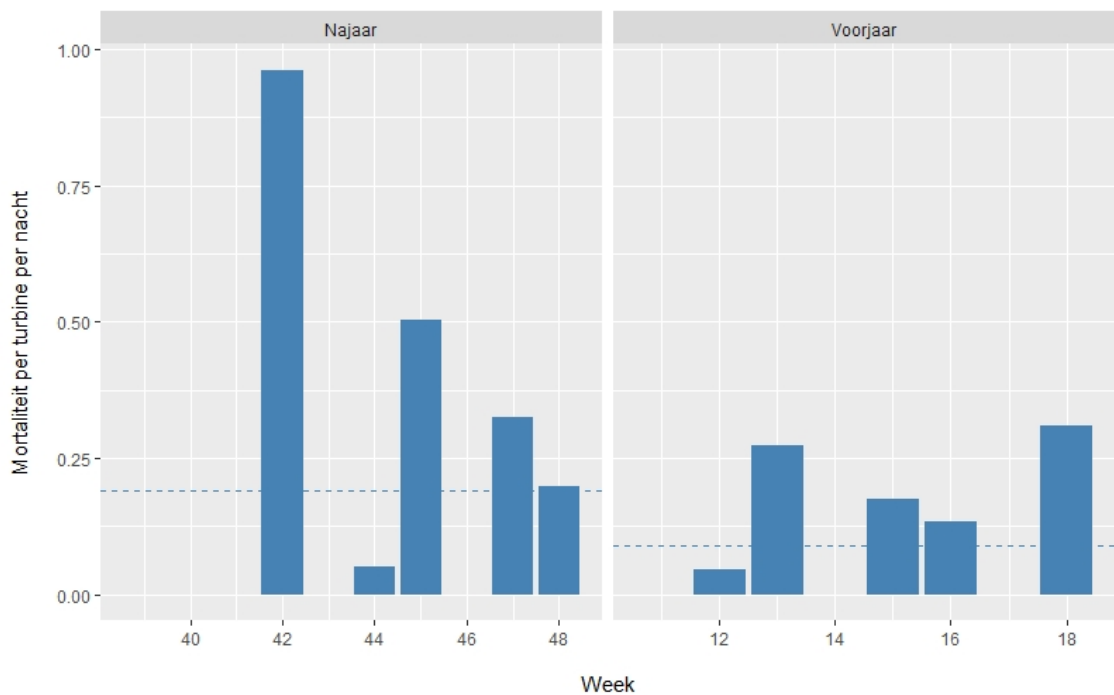
Figuur 3.4 toont de mortaliteit onder nachtelijk trekkende zangvogels per turbine per nacht, gegroepeerd voor de verschillende weken waarin het onderzoek is uitgevoerd. Hierbij is rekening gehouden met de stilstaande turbines in het najaar. Er is sprake van aanzienlijke fluctuaties tussen de weken, met vooral in het najaar enkele flinke uitschieters. In het voorjaar ligt de gemiddelde mortaliteit per turbine per zoekronde aanzienlijk lager dan in het najaar.

*Tabel 3.1 Mortaliteit onder kleine zangvogels per soort per seizoen, gecorrigeerd voor vindkans, predatiekans en zoekoppervlak. * Gierzwaluw is taxonomisch gezien geen zangvogel, maar wordt vanwege het lichaamsgewicht hier samen met de echte zangvogels genoemd. Kraaiachtigen behoren taxonomisch gezien tot de zangvogels, maar zijn hier om soortgelijke redenen buiten beschouwing gelaten.*

Soort	Migratie moment	Najaar totalen	Voorjaar totalen	Najaar turb/nacht	Voorjaar turb/nacht
Beflijster	Nacht	0,0	10,8	0,00	0,01
Boerenzwaluw	Dag	0,0	11,9	0,00	0,01
Geelgors	Nacht	0,0	9,6	0,00	0,00
Gierzwaluw*	Dag	0,0	10,5	0,00	0,01
Goudhaan	Nacht	164,5	30,5	0,13	0,02
Kneu	Dag	0,0	9,8	0,00	0,00
Koperwiek	Nacht	0,0	9,0	0,00	0,00
Kramsvogel	Nacht	14,5	15,2	0,01	0,01
Merel	Nacht	7,6	20,0	0,01	0,01
Putter	Dag	6,8	0,0	0,01	0,00
Rietgors	Nacht	0,0	10,4	0,00	0,01
Roodborst	Nacht	27,2	15,5	0,02	0,01
Spreeuw	Dag	7,6	11,6	0,01	0,01
Vink	Dag	0,0	34,2	0,00	0,02
Winterkoning	Nacht	7,3	0,0	0,01	0,00
Zanglijster	Nacht	30,3	64,9	0,02	0,03
Totaal		265,9	263,8	0,21	0,13



Figuur 3.3 Gemiddelde mortaliteit per turbine per nacht voor de verschillende nachtelijk trekkende zangvogelsoorten in het najaar van 2018 en het voorjaar van 2019.



Figuur 3.4 Gemiddelde mortaliteit per turbine per nacht, gegroepeerd per week, uitsluitend voor de nachtelijk trekkende zangvogels. In het najaar is gezocht van week 40 t/m 48; in het voorjaar is gezocht van week 11 t/m 18. De stippellijn geeft het gemiddelde over het gehele seizoen weer.

3.3 Vergelijking met eerdere monitoringsdata

Hoewel de steekproef beperkt is voor wat betreft het aantal afgezochte turbines, het afgezocht oppervlak en de looptijd van het onderzoek, kunnen de resultaten met enige voorzichtigheid worden geëxtrapoleerd naar het gehele windpark in de Eemshaven. Dit biedt de mogelijkheid om de resultaten te vergelijken met de eerder uitgevoerde monitoring tussen 2009 en 2014 (Klop & Brenninkmeijer 2014). In het huidige onderzoek van 2018/2019 is een gemiddelde mortaliteit gevonden van 0,19 nachtelijk trekkende zangvogels per turbine per nacht in het najaar en 0,09 in het voorjaar. Indien dit wordt geëxtrapoleerd naar het gehele Windpark Eemshaven (bestaande uit 90 turbines), komt dit uit op 17 slachtoffers per nacht in het najaar en 8 slachtoffers per nacht in het voorjaar. Uitgaande van een trekseizoen van ca. 60–70 nachten, komt de totale mortaliteit in beide trekseizoenen dan ongeveer 1.000 tot 1.200 slachtoffers in het najaar en 500 tot 600 in het voorjaar. Dit zijn uiteraard grove inschattingen die slechts ter indicatie dienen.

Een vergelijking van de huidige data met het monitoringsprogramma van 2009–2014 is niet direct te maken aangezien dat onderzoek was gebaseerd op jaarrond extensieve monitoring, gericht op grote soorten (zie hoofdstuk 2.1). De mortaliteit onder kleine soorten is daardoor onderschat. De huidige data geven een meer realistisch beeld voor de kleine zangvogels, aangezien de zoekinspanning specifiek op deze soorten was afgestemd.

3.4 Effecten stilstand turbines

In totaal zijn tijdens 10 nachten met een verwachte hoge trekintensiteit van zangvogels steeds 10 turbines stil gezet. Na 6 van deze 10 nachten zijn aanvaringsslachtoffers gevonden (tabel 3.2). Uitsluitend onder de draaiende turbines zijn slachtoffers gevonden (met uitzondering van een Kokmeeuw, zie onder). De slachtoffers hadden betrekking op 7 nachtelijk trekkende zangvogels, namelijk lijsters en Goudhaan, en 3 andere soorten.

Tabel 3.2 - Overzicht van de 11 aanvaringsslachtoffers die zijn gevonden na 6 van de 10 voorspelde intensieve treknachten in de Eemshaven, waarin 10 turbines zijn stil gezet. * De dode Kokmeeuw is overdag in aanvaring met een turbine gekomen, buiten de nachtelijke stilstanduren.

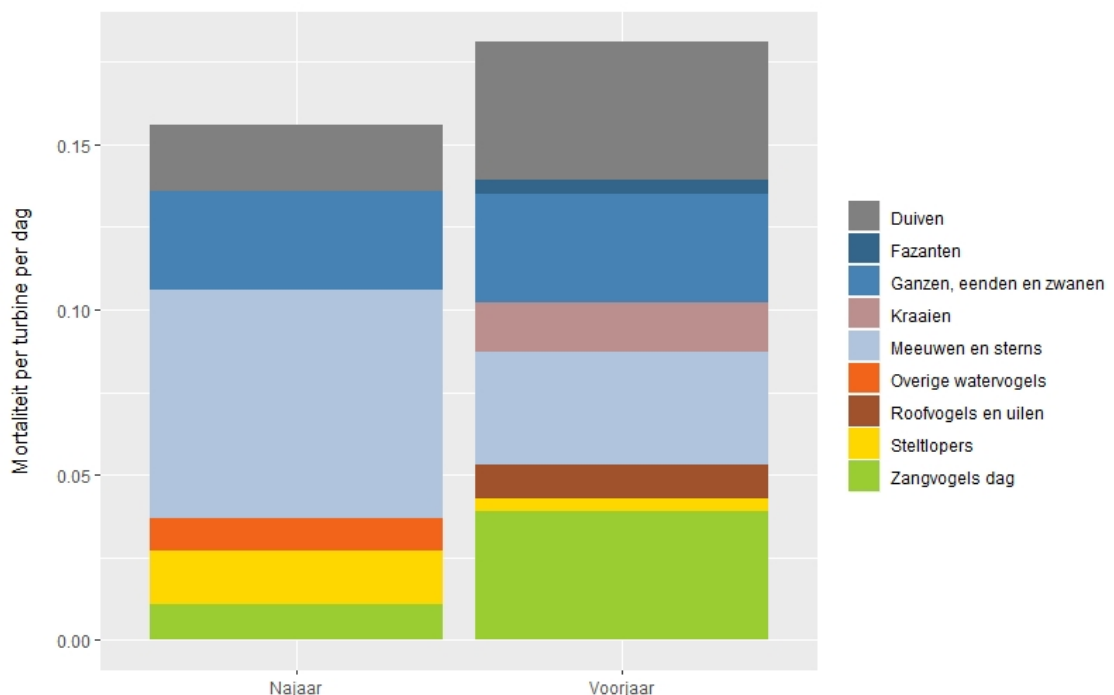
Datum	Soort	Soortgroep	Migratie moment	Turbine	Draaiende turbine?
11-10-2018	Zilvermeeuw	Meeuwen	Dag	E3	Ja
16-10-2018	Zanglijster	Zangvogels	Nacht	E6	Ja
16-10-2018	Zanglijster	Zangvogels	Nacht	E7	Ja
16-10-2018	Kramsvogel	Zangvogels	Nacht	E9	Ja
18-10-2018	Kokmeeuw	Meeuwen	Dag	M19	Nee*
29-10-2018	Kramsvogel	Zangvogels	Nacht	E6	Ja
6-11-2018	Goudhaan	Zangvogels	Nacht	M12	Ja
6-11-2018	Goudhaan	Zangvogels	Nacht	M8	Ja
9-11-2018	Holenduif	Duiven	Dag	E5	Ja
9-11-2018	Meeuw spec.	Meeuwen	Dag	M7	Ja
9-11-2018	Goudhaan	Zangvogels	Nacht	M13	Ja

De Kokmeeuw die op 18 oktober is gevonden onder een stilstandturbine was onthoofd door de rotorbladen van de turbine. Dit moet overdag hebben plaatsgevonden, aangezien de betreffende turbine die nacht stil stond. Er is dus geen verband tussen dit slachtoffer en de nachtelijke stilstandvoorziening.

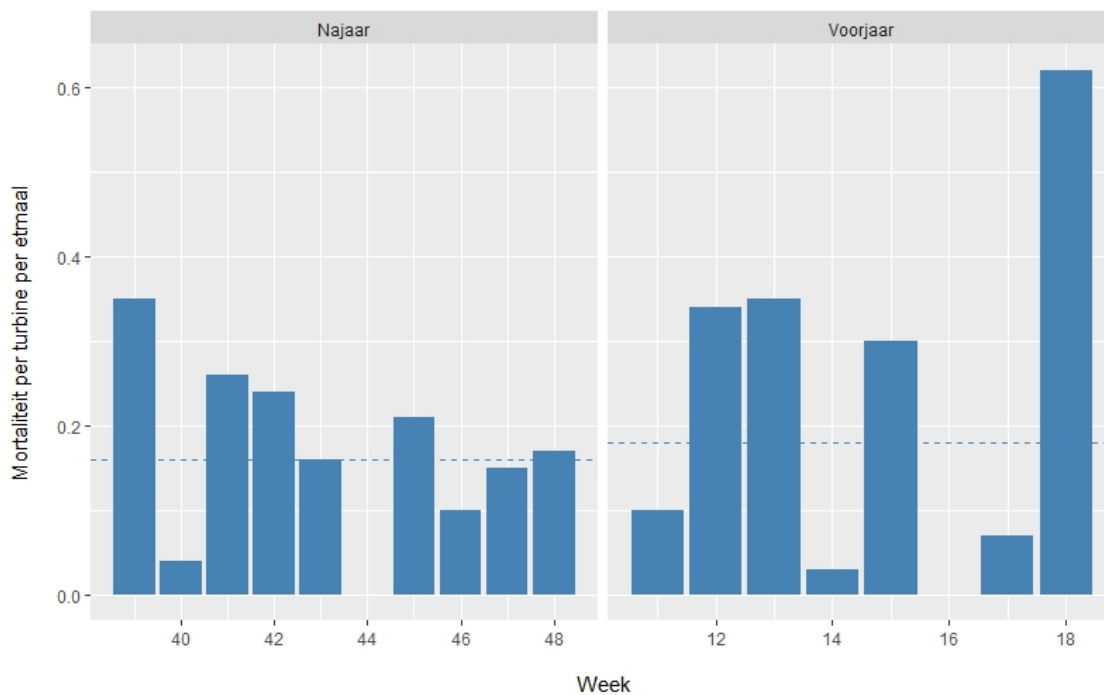
Na de gebruikelijke correcties voor vindkans e.d. bedraagt de mortaliteit in de 10 betreffende nachten ruim 52 zangvogelslachtoffers. Omgerekend is dit 0,46 slachtoffer onder kleine zangvogels per turbine per nacht. Indien dit naar het gehele windpark wordt geëxtrapoleerd, komt de mortaliteit onder deze soorten op 41 slachtoffers tijdens één nacht. Tijdens de 56 overige nachten (waarin al dan niet sprake was van een hoge trekintensiteit), zijn in totaal 199 slachtoffers onder nachtelijk trekkende zangvogels gevallen. Dit komt neer op 0,17 slachtoffers per turbine per nacht. Het gemiddelde voor de gehele onderzoeksperiode bedraagt 0,19 slachtoffers onder kleine zangvogels per turbine per nacht (zie ook hoofdstuk 3.2).

3.5 Overige vogelsoorten

Naast de nachtelijk trekkende zangvogels zijn verschillende slachtoffers gevonden die tot andere soortgroepen behoren, zoals watervogels, duiven en meeuwen. Ook zijn zangvogels die voornamelijk overdag trekken, zoals vinkachtigen en Spreeuw, als slachtoffer aangetroffen (zie bijlage 5 voor de mortaliteit per soort). In totaal bedraagt de mortaliteit onder deze soortgroepen in het najaar 0,16 en in het voorjaar 0,18 slachtoffers per turbine per etmaal (figuur 3.6). De mortaliteit in beide trekseizoenen is dus vergelijkbaar; het is onbekend wat de mortaliteit is in de overige delen van het jaar. Dit patroon contrasteert sterk met dat voor de nachtelijk trekkende zangvogels, waarbij in het najaar de gemiddelde mortaliteit per turbine per nacht aanzienlijk hoger ligt dan in het voorjaar (figuur 3.3). Eenzelfde verschil komt ook bij de mortaliteit per turbine per zoekronde naar voren (vergelijk figuren 3.4 en 3.7).



Figuur 3.5 Mortaliteit per turbine per nacht voor de niet-zangvogels en overdag trekkende zangvogels.



Figuur 3.6 Mortaliteit per turbine per etmaal voor de niet-zangvogels en overdag trekkende zangvogels, gegroepeerd per week. De stippellijn geeft het gemiddelde over het gehele seizoen weer.

3.6 Vleermuizen

In het najaar van 2018 zijn drie slachtoffers onder Ruige dwergvleermuis gevonden (tabel 3.3): twee onder de ooststrandturbines B1 en E8, en één onder de zuidoostrandturbine B3. In het voorjaar van 2019 zijn twee Ruige dwergvleermuizen gevonden, beide onder E8. Alle vijf slachtoffers zijn daarmee aan de oostzijde van het windpark gevallen.

De Ruige dwergvleermuis behoort tot de frequentere aanvaringsslachtoffers in West-Europese windparken, vanwege een relatief hoge vlieghoogte (tot >100 m) en omdat dit een migrerende soort is die tijdens de trek diverse windparken kan tegenkomen. De najaarstrek van Ruige dwergvleermuis vindt plaats van half augustus tot half oktober, met een piek in september. Uit andere monitoringsprogramma's is bekend dat in deze periode relatief veel slachtoffers vallen. Naast de invloed van migratieactiviteit kan ook een verhoogd insectenaanbod in de nazomer een rol spelen. Zoals blijkt uit de data zijn ook in het voorjaar twee slachtoffers aangetroffen; het is niet goed bekend hoe de mortaliteit tijdens de voorjaarstrek over Nederland zich verhoudt tot die in het najaar.

Tijdens het monitoringsprogramma van 2009–2014 zijn geen vleermuis-slachtoffers onder de 66 onderzochte turbines gevonden. Daar was ook niet expliciet naar gezocht, en de toegepaste zoekintensiteit was te laag om een goed beeld van de mortaliteit onder vleermuizen in Windpark Eemshaven te verkrijgen. Een directe vergelijking met de eerdere monitoring is daardoor niet mogelijk.

Tabel 3.3 - Overzicht van de vijf gevonden vleermuisslachtoffers.

Datum	Turbine	Soort	Afstand tot mast (m)
9-10-2018	B1	Ruige dwergvleermuis	56
10-10-2018	E8	Ruige dwergvleermuis	65
18-10-2018	B3	Ruige dwergvleermuis	54
26-4-2019	E8	Ruige dwergvleermuis	50
29-4-2019	E8	Ruige dwergvleermuis	24

4 Synthese

In het najaar van 2018 en in het voorjaar van 2019 heeft intensieve monitoring van turbineslachtoffers plaatsgevonden in Windpark Eemshaven. Het doel van deze monitoring was 1) het in beeld brengen van aanvaringsslachtoffers onder vogels en vleermuizen tijdens de seizoenstrek in het voorjaar en najaar, met de nadruk op nachtelijk trekkende zangvogels; 2) het bepalen van de effecten van een stilstandvoorziening op het aantal aanvaringsslachtoffers; en 3) het kwantificeren van de relatie tussen het aantal nachtelijke vliegbewegingen en het aantal aanvaringsslachtoffers. Het monitoringsonderzoek maakt deel uit van een groter project met als doel een model te ontwikkelen waarmee tijdig voorspeld kan worden wanneer windturbines in de Eemshaven stilgezet kunnen worden om de mortaliteit onder trekvogels te verminderen. Het overkoepelende project wordt uitgevoerd door een consortium bestaande uit de Universiteit van Amsterdam, Altenburg & Wymenga en Bureau Waardenburg.

De resultaten van het slachtofferonderzoek laten voor de nachtelijk trekkende zangvogels een aanzienlijk lagere mortaliteit in het voorjaar dan in het najaar zien. In het najaar bedraagt de mortaliteit onder de betreffende soorten 0,19 slachtoffers per turbine per nacht, tegenover 0,09 slachtoffers per turbine per nacht in het voorjaar. Met name de mortaliteit onder Goudhaan is opvallend hoog in het najaar. Hoewel de mortaliteit in het voorjaar ongeveer de helft is van die in het najaar, is het gevonden soortenspectrum groter: negen soorten nachtelijk trekkende zangvogels in het voorjaar vergeleken met zes in het najaar.

In het najaar is niet alleen sprake van een gemiddeld hogere mortaliteit dan in het voorjaar, maar ook van grotere fluctuaties in de mortaliteit per turbine per nacht. Eenzelfde beeld komt ook naar voren uit de metingen met de MAX-radar, waarbij enkele najaarsnachten met een zeer hoge trekintensiteit zijn gemeten. Deze pieken in trekintensiteit zijn waarschijnlijk gerelateerd aan een beperkt aantal momenten met gunstige omstandigheden (windkracht en windrichting) om door te trekken (Kleyheeg-Hartman & Potiek 2020).

Indien de resultaten van het slachtofferonderzoek worden geëxtrapoleerd naar het gehele windpark (met de nodige disclaimers ten aanzien van steekproefgrootte), komt dit uit op 17 zangvogelslachtoffers per nacht in het najaar en 8 slachtoffers per nacht in het voorjaar. De totale mortaliteit in beide trekseizoenen bedraagt dan ongeveer 1.000 tot 1.200 slachtoffers in het najaar en 500 tot 600 in het voorjaar. Deze aantallen liggen aanzienlijk hoger dan de resultaten uit het voorgaande monitoringsprogramma in de Eemshaven (Klop & Brenninkmeijer 2014). De reden is dat het huidige onderzoek specifiek is afgestemd op de monitoring van kleine soorten met een lage vindkans, terwijl het voorgaande onderzoek juist op de grotere soorten was gericht. De huidige monitoring geeft dus een meer realistisch beeld voor wat betreft de kleine soorten.

Het effect van een stilstandvoorziening is gemeten door tijdens 10 nachten met een verwachte hoge trekintensiteit van zangvogels in totaal 10 turbines stil te zetten. Tijdens deze nachten zijn uitsluitend onder de draaiende turbines slachtoffers aangetroffen. De mortaliteit per turbine ligt in deze nachten met een hoge trekintensiteit bijna drie maal hoger dan in de overige nachten.

Naast de nachtelijk trekkende zangvogels zijn slachtoffers gevonden onder diverse andere soortgroepen, zoals duiven, meeuwen en watervogels. Ook zijn slachtoffers aangetroffen onder zangvogels die vooral overdag migreren, zoals Spreeuw en vinkachtigen. In tegenstelling tot de nachtelijk trekkende zangvogels laten deze overige soorten in beide seizoenen een vergelijkbare mortaliteit per turbine per nacht zien. Dit wordt mogelijk veroorzaakt doordat een groter deel van

de slachtoffers onder niet-zangvogels betrekking heeft op lokale vogels, waarbij sprake is van een minder grote dynamiek in de aantallen en vliegbewegingen.

5 Literatuur

- Arnett, E.B., W.P. Erickson, J. Kerns & J. Horn 2005. Relationships between bats and wind turbines in Pennsylvania and West Virginia: an assessment of bat fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioral interactions with wind turbines. A final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA.
- Bernardino, J., R. Bispo, P. Torres, R. Rebelo, M. Mascarenhas & H. Costa 2011. Enhancing carcass removal trials at three wind energy facilities in Portugal. *Wildlife Biology in Practice* 7: 1-14.
- Bispo R., J. Bernardino, T.A. Marques & D. Pestana 2013. Modeling carcass removal time for avian mortality assessment in wind farms using survival analysis. *Environ. Ecol. Stat.* 20: 147–165.
- Bouten, W., J. Kleyheeg-Hartman, E. Klop, A. Potiek, S. Shinneman & E. van Loon 2020. Showcase Eemshaven: haalbaarheidsstudie naar een voorspellend vogeltrekmodel ten behoeve van een stilstandvoorziening voor het windpark om vogelsterfte te beperken. Rapport voor de Provincie Groningen. Universiteit van Amsterdam / Bureau Waardenburg / Altenburg & Wymenga.
- Grünkorn T., A. Diederichs, B. Stahl, D. Poszig & G. Nehls 2005. Entwicklung einer Methode zur Abschätzung des Kollisionsrisikos von Vögeln an Windenergieanlagen. Unveröff. Gutachten Im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein.
- Jain, A., P. Kerlinger, R. Curry, L. Slobodnik & M. Lehman 2009. Annual Report for the Maple Ridge Wind Power Project. Post-construction Bird and Bat Fatality Study – 2008. Seracuse, New York, USA.
- Kleyheeg-Hartman, J.C. & A. Potiek 2020. Analyse nachtelijke vogeltrek met behulp van 3D-vogelradar: Shwocase Eemshaven. Resultaten najaar 2018 en voorjaar 2019. Rapportnr. 19-176, Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Klop, E. & A. Brenninkmeijer 2014. Monitoring aanvaringsslachtoffers Windpark Eemshaven 2009-2014. Eindrapportage vijf jaar monitoring. A&W-rapport 1975. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv, Feanwâlden.
- Korner-Nievergelt, F., Korner-Nievergelt, P., Behr, O., Niermann, I., Brinkmann, R. & Hellriegel, B. 2011. A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. *Wildlife Biology*, 17, 350–363.
- Korner-Nievergelt, F., O. Behr, R. Brinkmann, M.A. Etterson, M.M.P. Huso, D. Dalthorp, P. Korner-Nievergelt, T. Roth & I. Niermann 2015. Mortality estimation from carcass searches using the R-package carcass – a tutorial. *Wildlife Biology* 21: 30-43.
- Krijgsveld, K.L., J.C. Kleyheeg-Hartman, E. Klop & A. Brenninkmeijer 2016. Stilstandsvoorziening windturbines Eemshaven. Mogelijkheden en consequenties. Bureau Waardenburg Rapportnr. 16-100. Altenburg & Wymenga, Veenwouden en Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Péron, G., J.E. Hines, J.D. Nichols, W.L. Kendall, K.A. Peters & D.S. Mizrahi 2013. Estimation of bird and bat mortality at wind-power farms with superpopulation models. *Journal of Applied Ecology* 50: 902–911.
- Ponce, C., J.C. Alonso, G. Argandoña, A. García Fernández & M. Carrasco 2010. Carcass removal by scavengers and search accuracy affect bird mortality estimates at power lines. *Animal Conservation* 13: 603–612.
- Reneerkens, J., T. Piersma & B. Spaans 2005. De Waddenzee als kruispunt van vogeltrekwegen. Literatuurstudie naar de kansen en bedreigingen van wadvogels in internationaal perspectief. NIOZ-rapport 2005-4, NIOZ, Den Burg, Texel.

- Shinneman, S., E. van Loon, B. Wijers & W. Bouten 2020. Eemshaven Showcase Part 3 Final Report. Instituut voor Biodiversiteit en Ecosysteem Dynamica, Universiteit van Amsterdam.
- Smallwood, K.S. 2007. Estimating wind turbine-caused bird mortality. *Journal of Wildlife Management* 71: 2781-2791.
- Winkelman, J.E. 1992. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. 1 Aanvaringsslachtoffers. RIN-rapport 92per2, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.
- Winkelman, J.E., F.H. Kistenkas & M.J. Epe 2008. Ecologische en natuurbeschermings-rechtelijke aspecten van windturbines op land. Alterra-rapport 1780, Alterra, Wageningen.

Bijlage 1 Analyses vindkans- en predatieproeven

Vindkans

In monitoringsprogramma's van turbineslachtoffers bestaat de kans dat tijdens de zoekrondes een slachtoffer niet wordt gevonden. De vindkansfactor (Cz) hangt af van de ervaring van de onderzoeker en de mate waarin de dode vogels opvallen op de ondergrond. Dit wordt vooral beïnvloed door de grootte van de vogel en het kleurcontrast tussen vogel en ondergrond, maar ook de hoogte van de begroeiing speelt een belangrijke rol. Zelfs na intensief zoeken zijn kleine vogels (vooral in ruigere vegetatie) moeilijk terug te vinden. Uit verschillende studies blijkt dat zonder correcties voor de vindkans een ernstige onderschatting van het aantal aanvaringsslachtoffers plaatsvindt (o.a. Korner-Nievergelt *et al.* 2011, Péron *et al.* 2013).

Voor dit onderzoek zijn drie vindkansproeven uitgevoerd, waarvan twee in het najaar (9 en 25 oktober 2018) en één in het voorjaar (29 maart 2019). In het najaar zijn zowel grote vogels (>100 g), kleine vogels (<100 g) als bruine muizen (als proxy voor vleermuizen) uitgelegd. In het voorjaar zijn uitsluitend kleine vogels uitgelegd. De vindkansfactor Cz wordt berekend als de reciproke van het percentage teruggevonden slachtoffers. Bijvoorbeeld, indien 70% wordt teruggevonden bedraagt de vindkansfactor $1 \div 0,7 = 1,43$. Bij de vindkansproef van 9 oktober 2018 zijn de karkassen van 27 grote vogels, 35 kleine vogels en 40 muizen uitgelegd. Vanwege het grote vindkansverschil tussen jonge en oude onderzoekers voor kleine soorten is ter verificatie een tweede vindkansproef met 33 kleine vogels en 7 muizen uitgevoerd. Omdat het verschil in stand bleef, zijn voor oude en jonge onderzoekers aparte vindkansfactoren gebruikt bij kleine vogels en vleermuizen (tabel bijlage 1.1). Voor de grote soorten was er geen verschil in vindkans tussen oude en jonge onderzoekers. Tijdens de proef in het voorjaar van 2019 zijn 64 kleine vogels onder 20 turbines uitgelegd. Tijdens de voorjaarsmonitoring is uitsluitend door jonge onderzoekers gezocht.

Tabel bijlage 1.1. Vindkansfactor Cz voor grote vogels, kleine vogels en (vleer)muizen in het najaar van 2018 en het voorjaar van 2019. Bij de najaarsdata is onderscheid gemaakt tussen oude en jonge onderzoekers. * In het voorjaar is geen vindkansfactor bepaald voor grote vogels en vleermuizen; hiervoor wordt de factor uit het najaar aangehouden.

	Najaar 2018	Najaar 2018	Voorjaar 2019
Soortgroep	Oud	Jong	Jong
Grote vogels	1,04	1,04	1,04*
Kleine vogels	2,55	1,11	1,56
(Vleer)muizen	4,50	1,45	1,45*

Predatiekans vogels

In de analyses van de aantallen slachtoffers wordt rekening gehouden met het verdwijnen van dode vogels door te corrigeren voor de predatiekans. De predatiekans is gebaseerd op de dag waarop het slachtoffer werd gevonden, gerekend vanaf de dag van uitleg van de dode vogels. Ook de predatiefactor wordt voor grote en kleine vogels afzonderlijk berekend, vanwege het verschil in predatiekans op basis van grootte en gewicht van de betreffende vogels (o.a. Smallwood 2007, Klop & Brenninkmeijer 2014).

In het kader van dit onderzoek zijn twee predatieproeven uitgevoerd, van 9 t/m 29 oktober 2018 en van 29 maart t/m 5 april 2019. Hierbij is gebruik gemaakt van de karkassen die voor de vindkansproeven zijn uitgelegd. De karkassen zijn gedurende 7 (voorjaar) tot 10 (najaar) dagen

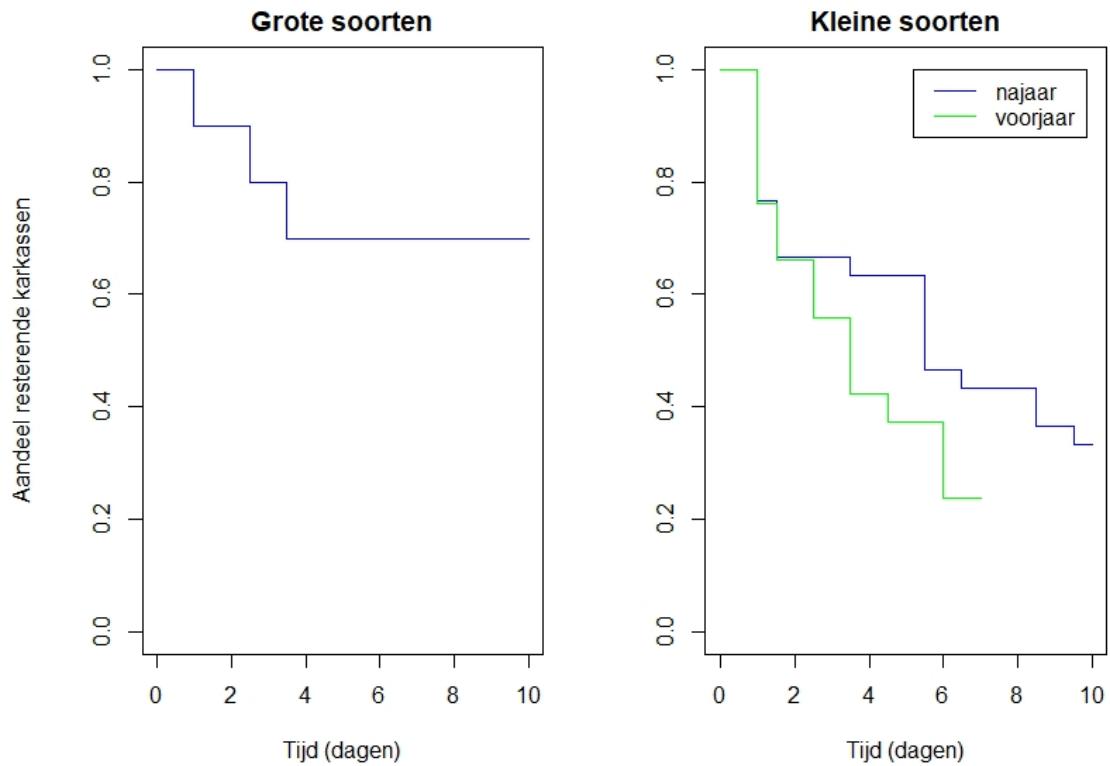
gecontroleerd op aanwezigheid. In het najaar zijn zowel grote als kleine vogels uitgelegd, in het voorjaar uitsluitend kleine vogels. Daarnaast zijn in het najaar van 2018 nog 30 bruine muizen uitgelegd.

De predatiekansen met bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen zijn berekend door middel van een survival analyse in het statistische softwarepakket R. Survival analyse wordt gebruikt om de tijd tot een bepaalde gebeurtenis (in dit geval het verdwijnen van een karkas door predatie) te modelleren, en is uitermate geschikt voor de analyse van predatieproeven (Bernardino *et al.* 2011, Bispo *et al.* 2013, Korner-Nievergelt *et al.* 2015). Het resultaat van deze analyse is een 'overlevingsfunctie' (Kaplan-Meier) die de kans weergeeft dat na een x-aantal dagen een karkas nog aanwezig is. Deze Kaplan-Meier functie vertoont een karakteristiek trapsgewijs patroon waarbij de survival rate op bepaalde tijdstippen 'verspringt'. Onder de aanname dat de predatiekans in werkelijkheid geleidelijk afneemt in de tijd, in plaats van sprongsgewijs, is een parametrische regressie uitgevoerd. Hierdoor wordt een vloeiende curve verkregen die ook kan worden gebruikt voor interpolatie of extrapolatie, zodat de predatiekans voor ieder mogelijk tijdstip kan worden berekend. De fit van de meest gebruikelijke verdelingen (Weibull, log-logistisch, lognormaal en exponentieel) is hierbij geïnspecteerd, waarna de verdeling met de beste fit is gekozen. Het bijbehorende 95% betrouwbaarheidsinterval is vervolgens berekend conform Tableman (2012).

De predatiesnelheid van grote en kleine vogels tijdens de predatieproeven in het najaar van 2018 en het voorjaar van 2019 is weergegeven in figuur bijlage 1.1. De trapsgewijze lijnen geven de Kaplan-Meier overlevingsfunctie weer; dit is gelijk aan het aantal resterende karkassen op een bepaalde dag. Uit deze figuur blijkt dat predatie van grote soorten voornamelijk in de eerste vier dagen plaatsvindt. Op dat moment is ca. 30% van de karkassen verdwenen. Hierna vlakkt de predatiedruk af. Dit is mogelijk een effect van detectie (geur) of van verminderde aantrekkelijkheid van oude karkassen voor predatoren, en komt overeen met de resultaten van gepubliceerde predatieproeven bij vogels en vleermuizen (o.a. Arnett *et al.* 2005, Smallwood 2007, Ponce *et al.* 2010, Bispo *et al.* 2013).

Bij de kleine soorten verloopt de predatiecurve aanzienlijk steiler, wat een hogere predatiedruk betekent. Eenzelfde beeld komt ook uit de eerder uitgevoerde predatieproeven in de Eemshaven naar voren. De eerste drie dagen lopen de predatiecurves in het voorjaar en najaar vrijwel gelijk; daarna lijkt in het voorjaar sprake te zijn van een hogere predatiedruk dan in het najaar. Vanwege de hoge zoekfrequentie in dit onderzoek is vooral de predatiesnelheid in de eerste dagen van belang. Het uiteenlopen van de curves na dag 3 is minder relevant omdat periodes langer dan enkele dagen tussen opeenvolgende zoekrondes vrijwel niet voorkomen. Voor kleine soorten is daarom een gemiddelde predatiesnelheid berekend voor beide seizoenen tezamen.

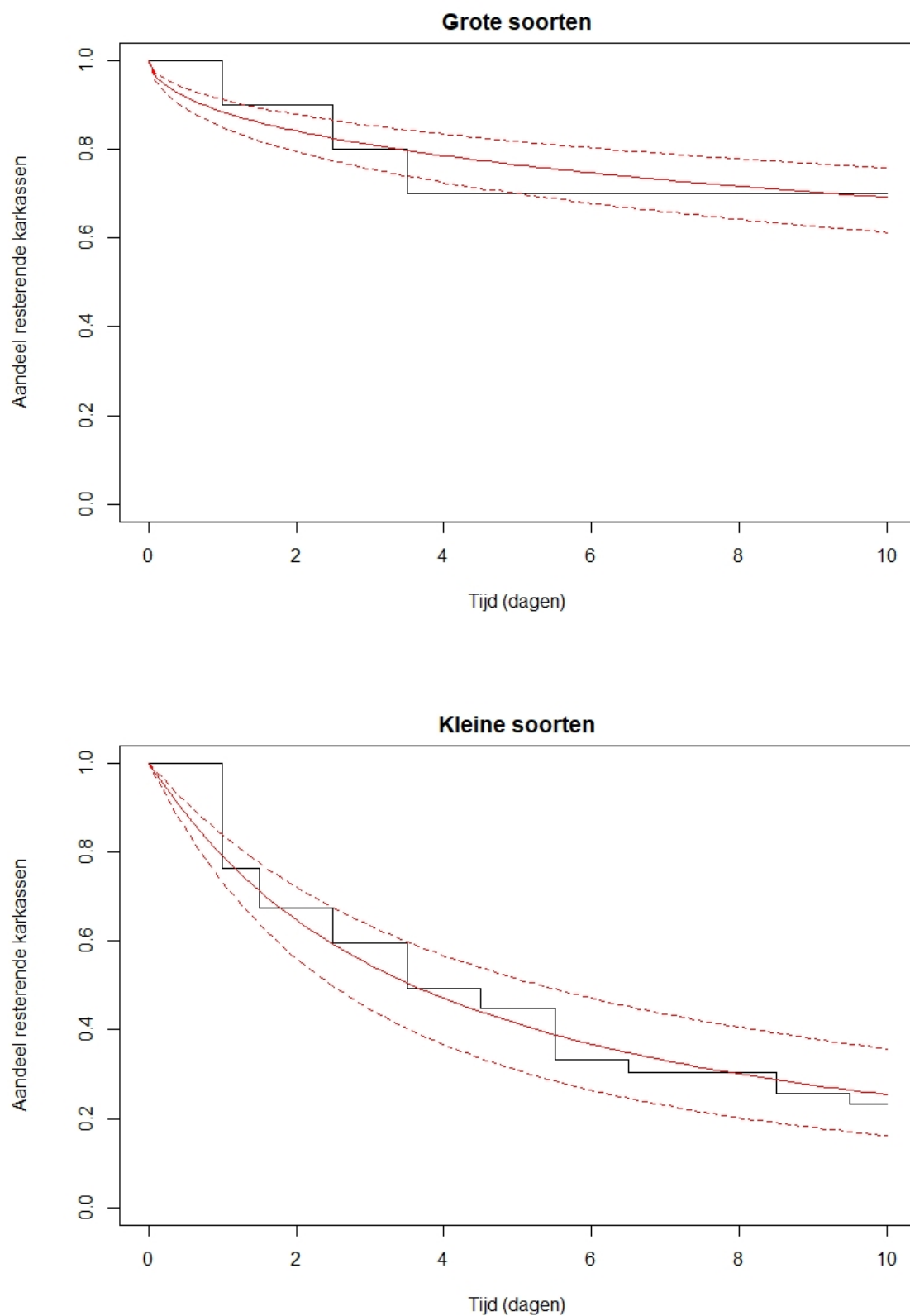
De correctiefactor voor predatie is per dag berekend aan de hand van de regressielijnen en bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen (figuur bijlage 1.2). Aangezien het bij een zoekinterval van bijvoorbeeld 4 dagen niet bekend is of een slachtoffer op dag 1 of op dag 4 is gevallen, wordt de predatiefactor berekend voor het moment halverwege het aantal dagen tussen twee zoekrondes (Jain *et al.* 2009). De kans dat een slachtoffer op een bepaalde dag nog aanwezig is, is weergegeven in tabel bijlage 1.2. Hierbij staat ook de bijbehorende correctiefactor (C_p) en het 95% betrouwbaarheidsinterval. Ter illustratie, bij een interval van 4 dagen tussen twee zoekrondes wordt de predatiekans bij 2 dagen aangehouden. Uit tabel bijlage 1.2 blijkt dat op dat moment nog 84% van de grote slachtoffers en 65% van de kleine soorten aanwezig is. Voor de grote soorten hoort hierbij een correctiefactor voor predatie van 1,19 met een 95% betrouwbaarheidsinterval tussen 1,14 en 1,26.



Figuur bijlage 1.1. Survival curves voor grote en kleine vogelsoorten.

Tabel bijlage 1.2. Predatiekans per halve dag voor grote vogels en kleine vogels, voor de eerste 5 dagen. Survival = fractie resterende karkassen, Cp = correctiefactor voor predatie, Min en Max = 95% betrouwbaarheidsinterval.

Dag	Grote soorten				Kleine soorten			
	Survival	Cp	Min	Max	Survival	Cp	Min	Max
0,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,5	0,92	1,09	1,07	1,12	0,89	1,13	1,09	1,17
1,0	0,89	1,13	1,10	1,18	0,79	1,26	1,19	1,36
1,5	0,86	1,16	1,12	1,22	0,71	1,40	1,29	1,57
2,0	0,84	1,19	1,14	1,26	0,65	1,54	1,39	1,78
2,5	0,83	1,21	1,16	1,29	0,59	1,69	1,48	2,01
3,0	0,81	1,23	1,17	1,32	0,55	1,83	1,58	2,24
3,5	0,80	1,25	1,19	1,35	0,51	1,98	1,67	2,48
4,0	0,79	1,27	1,20	1,38	0,47	2,12	1,76	2,73
4,5	0,78	1,29	1,21	1,40	0,44	2,27	1,85	2,98
5,0	0,77	1,31	1,22	1,43	0,41	2,42	1,94	3,24



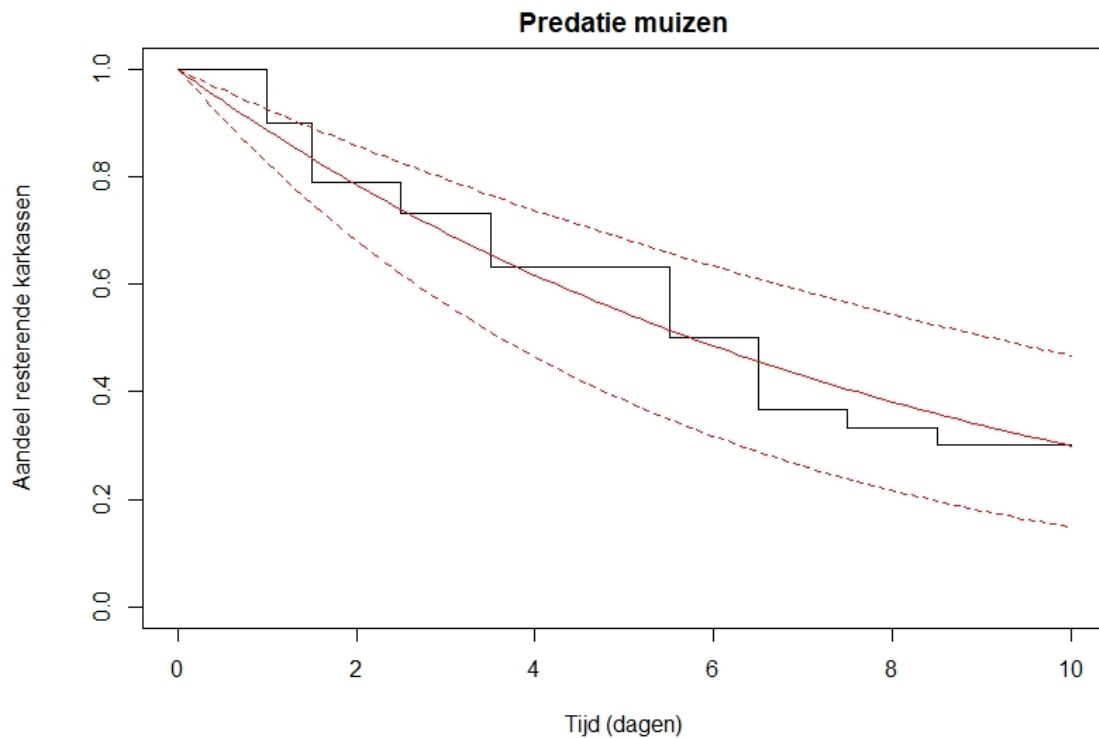
Figuur bijlage 1.2. Survival curves voor grote en kleine vogelsoorten, met de regressielijn en 95% betrouwbaarheidsinterval.

Predatiekans vleermuizen

In het najaar van 2018 zijn 30 dode bruine muizen uitgelegd, die zijn gebruikt als proxy voor vleermuizen. De analyse van deze data is identiek aan die van de vogels (zie hiervoor). De resultaten zijn weergegeven in tabel bijlage 1.3 en figuur bijlage 1.3.

Tabel bijlage 1.3. Predatiekans per halve dag voor vleermuizen, voor de eerste 5 dagen. Survival = fractie resterende karkassen, Cp = correctiefactor voor predatie, Min en Max = 95% betrouwbaarheidsinterval.

Dag	Muizen			
	Survival	Cp	Min	Max
0,0	1,00	1,00	1,00	1,00
0,5	0,94	1,06	1,04	1,10
1,0	0,89	1,13	1,08	1,21
1,5	0,83	1,20	1,12	1,33
2,0	0,79	1,27	1,16	1,47
2,5	0,74	1,35	1,21	1,61
3,0	0,70	1,44	1,26	1,78
3,5	0,66	1,53	1,30	1,95
4,0	0,62	1,62	1,36	2,15
4,5	0,58	1,72	1,41	2,37
5,0	0,55	1,83	1,46	2,60



Figuur bijlage 1.3. Survival curve voor vleermuizen, met de regressielijn en 95% betrouwbaarheidsinterval.

Bijlage 2 Afgezocht oppervlak

Naast correctie voor de vindkans en predatiekans dienen de aantallen gevonden slachtoffers ook te worden gecorrigeerd voor die delen van het valoppervlak die niet afgezocht zijn. Onder elke turbine is een strook van ca. 1 ha afgezocht op slachtoffers. De hoge grasdelen van dit zoekoppervlak zijn in de week voor het begin van het najaarsonderzoek gemaaid, zodat ook kleine vogels en vleermuizen goed te vinden zijn. Voor alle turbines is gecorrigeerd voor het aandeel niet af te zoeken oppervlak door de correctiefactor Co , die is berekend als de ratio tussen het valoppervlak en het zoekoppervlak.

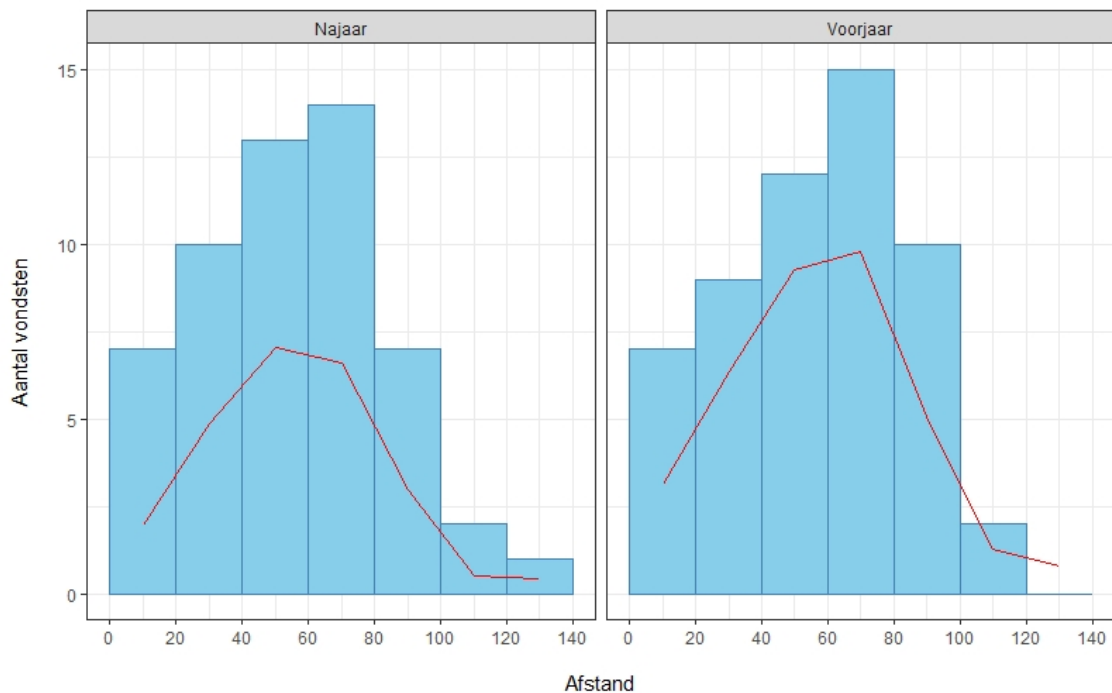
Gemiddeld is in het **najaar** slechts 15% (9–23%) van het valoppervlak onder de 21 tot 22 turbines afgezocht op slachtoffers. Hierdoor moeten de gevonden slachtoffers met een gemiddelde factor 6,46 worden vermenigvuldigd om te corrigeren voor niet afzoekbaar oppervlak. In het **voorjaar** is gemiddeld 16% van het valoppervlak afgezocht, en bedraagt de gemiddelde correctiefactor 6,26. De correctie voor afgezocht oppervlak is voor iedere turbine individueel toegepast (zie onderstaande tabel).

Tabel bijlage 5.1 - Correctiefactor voor afgezocht oppervlak (Co) voor elke turbine in het najaar van 2018 en het voorjaar van 2019.

Turbine	Tiphoogte (m)	Valopp. (ha)	Zoekopp. (ha)	Co 2018	Co 2019
B1	139	6,07	1,10	5,54	5,54
B3	139	6,07	1,40	4,33	4,33
E3	139	6,07	1,08	5,64	5,64
E4	139	6,07	1,03	5,89	5,89
E5	139	6,07	1,05	5,75	5,75
E6	139	6,07	1,06	5,74	5,74
E7	139	6,07	1,12	5,40	5,40
E8	139	6,07	1,11	5,44	5,44
E9	139	6,07	1,04	5,85	5,85
M1	145	6,61	1,14	5,78	5,78
M2	145	6,61	1,26	5,24	5,24
M6	145	6,61	1,11	5,97	5,97
M7	145	6,61	1,25	5,30	5,30
M8	145	6,61	1,21	5,45	5,45
M9	200	12,57	1,10	11,41	11,41
M10,5/DeltaN1	131,5	5,43	1,06	n.v.t.	5,10
M11	145	6,61	0,71	9,32	9,32
M12	145	6,61	1,03	6,40	6,40
M13	175,3	9,65	1,38	7,01	7,01
M15	200	12,57	1,09	11,55	11,55
M19	145	6,61	1,00	6,58	6,58

M20	145	6,61	1,01	6,57	6,57
M21	145	6,61	1,10	6,01	6,01
R3	139	6,07	0,99	n.v.t.	6,13
R4	139	6,07	1,01	n.v.t.	6,02
R7	139	6,07	1,03	n.v.t.	5,88
R8	139	6,07	1,05	n.v.t.	5,78
R9	139	6,07	1,06	n.v.t.	5,75
R10	139	6,07	1,03	n.v.t.	5,90
R11	139	6,07	1,01	n.v.t.	5,99
R12	139	6,07	1,04	n.v.t.	5,81
R15	139	6,07	1,00	n.v.t.	6,04
R16	139	6,07	1,00	n.v.t.	6,07
gemiddeld	145,4	6,72	1,08	6,46	6,26

Correctie voor afstand De verdeling van het aantal vondsten (alle soortgroepen) per afstandsklasse is weergegeven in onderstaande figuur. Het aantal vondsten is weergegeven als de blauwe staven, het zoekoppervlak is weergegeven als de rode lijn. Het aantal vondsten volgt grosso modo het zoekoppervlak. Veruit de meeste slachtoffers (ca. 95%) zijn binnen een afstand van 100 m van de basis van de turbine gevonden.



Figuur bijlage 5.1 Het aantal gevonden slachtoffers (2018: n=54, 22 turbines; 2019: n=55, 33 turbines) per afstandsklasse (in ringen van 20m), gerekend vanaf de basis van de turbine tijdens het najaars- en voorjaarsonderzoek en het zoekoppervlak per ring in ha (rode lijn). De afstanden van de individuele slachtoffers zijn vermeld in bijlage 4.

Bijlage 3 Doodsoorzaken

Van elke dode vogel of vleermuis is ter plekke de doodsoorzaak onderzocht. Het is van belang om te weten of een gevonden exemplaar met een windturbine in aanraking is geweest of een andere doodsoorzaak heeft. Dit is vooral bepaald aan de hand van de verwondingen die de gevonden vogel of vleermuis heeft. In onderstaand schema is elke status kort omschreven.

Status	Statusomschrijving
1	Mogelijk
2	Waarschijnlijk
3	Zeker
4	Verkeer
5	Aangespoeld
7	Te ver (buiten valgebied: > 140 m)
8	Ziek/gewond
9	Predatie
10	Olieslachtoffer
13	Binnen valgebied (< 140 m), maar buiten zoekgebied (1 ha)
14	Oud (lag er al vóór het begin van het onderzoek)
15	Oud, maar tijdens het onderzoek gevallen
16	Draadslachtoffer

Status 1, 2 en 3

Elk dood gevonden exemplaar, dat binnen het *zoekoppervlak* (het geoptimaliseerde zoekgebied van ca. 1 ha) rondom de turbine is gevonden, en dat de status 1, 2 of 3 heeft gekregen, is verder geanalyseerd. Deze slachtoffers zijn gebruikt om het gecorrigeerde aantal slachtoffers mee te berekenen.

Mogelijk aanvaringsslachtoffer (status 1)

Hiertoe behoort een vogel/vleermuis die mogelijk tegen de turbine is gevlogen, maar waarbij ook een andere doodsoorzaak mogelijk is; deze status wordt vooral gebruikt wanneer alleen losse veren of andere predatieresten zijn gevonden.

Waarschijnlijk aanvaringsslachtoffer (status 2)

Vogels of vleermuizen waarbij de doodsoorzaak op basis van locatie en verwondingen op een aanvaring met de turbine wijst, maar waarbij een andere oorzaak niet met zekerheid kan worden uitgesloten.

Zeker aanvaringsslachtoffer (status 3)

Vogels of vleermuizen met duidelijke aanvaringswonden, met botbreuken of die aan de voet van een turbine liggen. Vleermuizen en kleine zangvogels zijn na een aanvaring aan de buitenkant vaak nog helemaal heel; exemplaren die vers en niet aangevreten zijn, worden ook tot de status 'zeker' gerekend.

Overige slachtoffers

Vogels en vleermuizen met een andere, hierna vermelde status zijn niet meegenomen in de analyses:

Verkeersslachtoffer (status 4)

Dode vogels en vleermuizen, die gevonden zijn op regelmatig gebruikte wegen, zijn zeer waarschijnlijk verkeersslachtoffer en zijn daarom buiten de analyse gelaten. Deze wegen zijn ook buiten het zoekoppervlak gehouden. Voor de turbineslachtoffers onder hen wordt gecorrigeerd door middel van de correctie voor het afgezocht oppervlak. Dode vogels en vleermuizen op incidenteel gebruikte doodlopende weggetjes, zandpaden en parkings onder de turbines zijn zeer waarschijnlijk geen verkeersslachtoffer en zijn wel meegenomen in de analyses.

Aangespoeld (status 5)

Vogels en vleermuizen die boven zee gestorven zijn en later zijn aangespoeld in de vloedlijn, zijn niet meegenomen in de analyses. Voor een deel hebben zij een andere doodsoorzaak. Voor de turbineslachtoffers onder hen wordt gecorrigeerd door middel van de correctie voor het afgezocht oppervlak.

Te ver weg: > 140 m (status 7)

Slachtoffers die buiten het valoppervlak van een turbine zijn gevonden, zijn niet meegenomen in de analyses. Deze hebben waarschijnlijk een andere doodsoorzaak of zijn na de botsing versleept door een predator; in het laatste geval wordt hiervoor gecorrigeerd met de correctiefactor voor predatie.

Ziek of gewond (status 8)

Zieke of gewonde vogels of vleermuizen zijn nog niet dood. Ze tellen pas mee als slachtoffer nadat ze dood gevonden zijn. Van gewonde vogels, die bijvoorbeeld alleen een gebroken vleugel hebben, is het onbekend of, en zo ja, tegen welke turbine ze gevlogen zijn. Vooral de grotere exemplaren kunnen met een gebroken vleugel nog wel lopen.

Predatie (status 9)

Indien aan de prooiresten kan worden afgeleid dat de vogel door een Slechtvalk of Havik is gepredeerd, dan is predatie de doodsoorzaak. Deze roofvogels vangen levende prooien en eten (vrijwel) geen aas. Ook vogelresten op een plukplaats worden als gepredeerd beschouwd. Deze vogels zijn meestal elders gevangen en worden op een vaste plek geplukt en verorberd. Status 1 (mogelijk slachtoffer) is gegeven, indien op basis van de prooiresten niet meer te achterhalen is wie de predator geweest is, of als duidelijk is dat het van een aaseter als Vos, Steenmarter of Buizerd is (zij vangen buiten het broedseizoen weinig levende vogels maar eten wel dode vogels, zoals turbineslachtoffers).

Olieslachtoffer (status 10)

Dode vogels die besmeurd zijn met olie, hebben een duidelijke andere doodsoorzaak.

Binnen valoppervlak, maar buiten zoekoppervlak (status 13)

Deze slachtoffers zijn mogelijk gemist tijdens de vorige zoekronde, omdat er niet systematisch buiten het zoekoppervlak wordt gezocht. Deze 'toevallig' gevonden slachtoffers kunnen niet gebruikt worden voor het berekenen van de gecorrigeerde aantallen slachtoffers, aangezien hiervoor geen vindkans kan worden bepaald.

Te oud (status 14)

Vogels of vleermuizen die er al vóór het begin van de onderzoeksperiode zijn dood gegaan, vallen daarmee - ongeacht de doodsoorzaak - buiten de datumgrens en zijn niet meegenomen in de verdere analyses.

Te oud, maar wel gevallen tijdens de onderzoeksperiode (status 15)

Deze slachtoffers zijn zeer waarschijnlijk gemist tijdens de vorige zoekronde. Niet alle slachtoffers worden gevonden tijdens een zoekronde; hiervoor wordt gecorrigeerd met de correctiefactor voor vindkans.

Draadslachtoffer (status 16)

Vogelresten die binnen het zoekoppervlak van de hoogspanningslijnen, maar buiten het zoek- en valoppervlak van de turbine zijn gevonden, zijn als draadslachtoffer beschouwd.

Bijlage 4 Overzicht slachtoffers

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de gevonden slachtoffers per seizoen. Afstand refereert aan de afstand van het slachtoffer tot de turbinemast. De kolom "Totaal" geeft het gecorrigeerde aantal per slachtoffer weer (na correctie voor vindkans, predatiekans en zoekoppervlak).

ID	Soort	Soortgroep	Seizoen	Datum	Turbine	Afstand	Totaal
1	Knobbelzwaan	Ganzen en eenden	Najaar	25-9-2018	E3	28	6,4
2	Kleine mantelmeeuw	Meeuwen en sterns	Najaar	25-9-2018	E7	89	6,1
3	Meeuw spec.	Meeuwen en sterns	Najaar	28-9-2018	M6	20	7,0
4	Zilvermeeuw	Meeuwen en sterns	Najaar	28-9-2018	E7	96	6,3
5	Bergeend	Ganzen en eenden	Najaar	28-9-2018	E3	47	6,6
6	Spreeuw	Zangvogels	Najaar	28-9-2018	E8	69	7,6
7	Grote mantelmeeuw	Meeuwen en sterns	Najaar	2-10-2018	E7	64	6,5
8	Kokmeeuw	Meeuwen en sterns	Najaar	9-10-2018	M13	44	8,8
9	Kokmeeuw	Meeuwen en sterns	Najaar	9-10-2018	M13	17	8,8
10	Krakeend	Ganzen en eenden	Najaar	10-10-2018	E3	19	6,4
11	Putter	Zangvogels	Najaar	10-10-2018	M8	49	6,8
12	Zilvermeeuw	Meeuwen en sterns	Najaar	11-10-2018	E3	83	6,4
13	Eend spec.	Ganzen en eenden	Najaar	15-10-2018	E9	71	7,2
14	Meeuw spec.	Meeuwen en sterns	Najaar	15-10-2018	M8	63	6,7
15	Waterral	Overige watervogels	Najaar	15-10-2018	E8	28	6,7
16	Goudhaan	Zangvogels	Najaar	15-10-2018	M12	91	10,9
17	Goudhaan	Zangvogels	Najaar	15-10-2018	M9	7	19,5
18	Goudhaan	Zangvogels	Najaar	15-10-2018	M13	45	12,0
19	Goudhaan	Zangvogels	Najaar	15-10-2018	M6	62	10,2
20	Zanglijster	Zangvogels	Najaar	16-10-2018	E6	81	7,2
21	Zanglijster	Zangvogels	Najaar	16-10-2018	E7	70	6,8
22	Kramsvogel	Zangvogels	Najaar	16-10-2018	E9	69	7,3
23	Roodborst	Zangvogels	Najaar	17-10-2018	B3	40	5,4
24	Goudhaan	Zangvogels	Najaar	17-10-2018	M9	127	14,3
25	Zanglijster	Zangvogels	Najaar	17-10-2018	E4	5	7,4
26	Goudhaan	Zangvogels	Najaar	17-10-2018	M7	51	6,6
27	Winterkoning	Zangvogels	Najaar	17-10-2018	E9	28	7,3
28	Kokmeeuw	Meeuwen en sterns	Najaar	18-10-2018	M19	84	7,5
29	Stadsduif	Duiven	Najaar	25-10-2018	E9	54	6,9
30	Pijlstaart	Ganzen en eenden	Najaar	25-10-2018	E3	21	6,6
31	Zilvermeeuw	Meeuwen en sterns	Najaar	25-10-2018	E3	25	6,6
32	Kramsvogel	Zangvogels	Najaar	29-10-2018	E6	64	7,2
33	Houtsnip	Steltlopers	Najaar	5-11-2018	M6	54	7,4
34	Roodborst	Zangvogels	Najaar	5-11-2018	B1	31	21,8
35	Goudhaan	Zangvogels	Najaar	6-11-2018	M12	67	8,0

36	Goudhaan	Zangvogels	Najaar	6-11-2018	M8	80	6,8
37	Kokmeeuw	Meeuwen en sterns	Najaar	8-11-2018	M6	51	7,0
38	Goudhaan	Zangvogels	Najaar	8-11-2018	M1	69	11,7
39	Goudhaan	Zangvogels	Najaar	8-11-2018	M21	27	7,5
40	Meeuw spec.	Meeuwen en sterns	Najaar	9-11-2018	M7	67	6,0
41	Holenduif	Duiven	Najaar	9-11-2018	E5	51	6,5
42	Goudhaan	Zangvogels	Najaar	9-11-2018	M13	29	8,8
43	Kokmeeuw	Meeuwen en sterns	Najaar	13-11-2018	M19	103	8,1
44	Holenduif	Duiven	Najaar	15-11-2018	E7	54	6,3
45	Gans spec.	Ganzen en eenden	Najaar	20-11-2018	E7	34	6,8
46	Goudhaan	Zangvogels	Najaar	20-11-2018	M13	52	30,2
47	Goudhaan	Zangvogels	Najaar	20-11-2018	E8	5	10,2
48	Holenduif	Duiven	Najaar	22-11-2018	E9	74	6,9
49	Houtsnip	Steltlopers	Najaar	22-11-2018	M20	100	7,7
50	Merel	Zangvogels	Najaar	22-11-2018	E7	57	7,6
51	Zilverplevier	Steltlopers	Najaar	27-11-2018	E5	54	7,2
52	Zilverreiger spec.	Overige watervogels	Najaar	27-11-2018	E9	111	7,4
53	Goudhaan	Zangvogels	Najaar	29-11-2018	E8	8	7,6
54	Zanglijster	Zangvogels	Najaar	29-11-2018	M12	65	9,0
55	Steenloper	Steltlopers	Voorjaar	11-3-2019	M6	49	7,8
56	Stormmeeuw	Meeuwen en sterns	Voorjaar	11-3-2019	M6	30	7,8
57	Meeuw spec.	Meeuwen en sterns	Voorjaar	11-3-2019	E7	58	7,0
58	Kokmeeuw	Meeuwen en sterns	Voorjaar	19-3-2019	E8	31	7,1
59	Houtduif	Duiven	Voorjaar	19-3-2019	M13	50	9,1
60	Wilde eend	Ganzen en eenden	Voorjaar	19-3-2019	R3	48	8,0
61	Kauw	Kraaien	Voorjaar	20-3-2019	M11	115	10,6
62	Holenduif	Duiven	Voorjaar	20-3-2019	E7	51	6,1
63	Merel	Zangvogels	Voorjaar	20-3-2019	E4	73	10,4
64	Kokmeeuw	Meeuwen en sterns	Voorjaar	21-3-2019	M1	66	6,6
65	Duif spec.	Duiven	Voorjaar	21-3-2019	R9	84	6,5
66	Spreeuw	Zangvogels	Voorjaar	21-3-2019	M20	34	11,6
67	Houtduif	Duiven	Voorjaar	22-3-2019	R3	76	6,9
68	Duif spec.	Duiven	Voorjaar	22-3-2019	M6	43	6,8
69	Wilde eend	Ganzen en eenden	Voorjaar	27-3-2019	M1	10	7,0
70	Gans spec.	Ganzen en eenden	Voorjaar	27-3-2019	R10	69	7,1
71	Meeuw spec.	Meeuwen en sterns	Voorjaar	27-3-2019	M19	97	7,9
72	Kokmeeuw	Meeuwen en sterns	Voorjaar	27-3-2019	M20	65	7,9
73	Zanglijster	Zangvogels	Voorjaar	27-3-2019	E4	53	12,9
74	Kokmeeuw	Meeuwen en sterns	Voorjaar	28-3-2019	M19	72	7,5
75	Houtduif	Duiven	Voorjaar	28-3-2019	E9	58	6,6
76	Rietgors	Zangvogels	Voorjaar	28-3-2019	E4	63	10,4
77	Merel	Zangvogels	Voorjaar	28-3-2019	M8	31	9,6
78	Buizerd	Roofvogels en uilen	Voorjaar	29-3-2019	M15	79	13,1
79	Stadsduif	Duiven	Voorjaar	29-3-2019	M15	52	13,1

80	Kneu	Zangvogels	Voorjaar	29-3-2019	B1	48	9,8
81	Goudhaan	Zangvogels	Voorjaar	29-3-2019	M9	66	20,1
82	Goudhaan	Zangvogels	Voorjaar	29-3-2019	E4	34	10,4
83	Grauwe gans	Ganzen en eenden	Voorjaar	2-4-2019	R11	66	7,4
84	Buizerd	Roofvogels en uilen	Voorjaar	5-4-2019	E5	20	7,5
85	Gans spec.	Ganzen en eenden	Voorjaar	5-4-2019	M6	36	7,8
86	Duif spec.	Duiven	Voorjaar	10-4-2019	M19	99	8,3
87	Duif spec.	Duiven	Voorjaar	10-4-2019	E5	21	7,2
88	Zanglijster	Zangvogels	Voorjaar	10-4-2019	E5	81	15,2
89	Zanglijster	Zangvogels	Voorjaar	10-4-2019	R9	85	15,2
90	Vink	Zangvogels	Voorjaar	10-4-2019	M13	19	18,5
91	Kraai spec.	Kraaien	Voorjaar	12-4-2019	E9	39	6,6
92	Kraai spec.	Kraaien	Voorjaar	12-4-2019	M15	68	13,1
93	Zanglijster	Zangvogels	Voorjaar	12-4-2019	E5	65	10,1
94	Roodborst	Zangvogels	Voorjaar	17-4-2019	R7	105	15,5
95	Kramsvogel	Zangvogels	Voorjaar	17-4-2019	E5	51	15,2
96	Vink	Zangvogels	Voorjaar	25-4-2019	M10.5	37	15,8
97	Eend spec.	Ganzen en eenden	Voorjaar	29-4-2019	M15	84	13,9
98	Gans spec.	Ganzen en eenden	Voorjaar	29-4-2019	R8	84	7,0
99	Meeuw spec.	Meeuwen en sterns	Voorjaar	29-4-2019	M15	90	13,9
100	Duif spec.	Duiven	Voorjaar	29-4-2019	R9	81	6,9
101	Boerenwaluw	Zangvogels	Voorjaar	29-4-2019	E8	66	11,9
102	Duif spec.	Duiven	Voorjaar	30-4-2019	M10.5	74	5,8
103	Koperwiek	Zangvogels	Voorjaar	30-4-2019	M10.5	78	9,0
104	Zanglijster	Zangvogels	Voorjaar	30-4-2019	M19	99	11,6
105	Eend spec.	Ganzen en eenden	Voorjaar	1-5-2019	B3	13	4,9
106	Fazant	Fazanten	Voorjaar	1-5-2019	R3	12	6,9
107	Beflijster	Zangvogels	Voorjaar	1-5-2019	R3	9	10,8
108	Gierzwaluw	Zangvogels	Voorjaar	2-5-2019	M6	15	10,5
109	Geelgors	Zangvogels	Voorjaar	2-5-2019	E8	49	9,6

Bijlage 5 Mortaliteit per soort

Onderstaande tabel geeft de mortaliteit per soort weer, waarbij is gecorrigeerd voor vindkans, predatiekans en zoekoppervlak.

Soort	Totalen		Per turbine per etmaal	
	Najaar	Voorjaar	Najaar	Voorjaar
Beflijster	0,0	10,8	0,00	0,01
Bergeend	6,6	0,0	0,00	0,00
Boerenwaluw	0,0	11,9	0,00	0,01
Buizerd	0,0	20,6	0,00	0,01
Duif spec.	0,0	41,5	0,00	0,02
Eend spec.	7,2	18,8	0,01	0,01
Fazant	0,0	6,9	0,00	0,00
Gans spec.	6,8	21,9	0,01	0,01
Geelgors	0,0	9,6	0,00	0,00
Gierzwaluw	0,0	10,5	0,00	0,01
Goudhaan	164,5	30,5	0,12	0,02
Grauwe gans	0,0	7,4	0,00	0,00
Grote mantelmeeuw	6,5	0,0	0,00	0,00
Holenduif	19,7	6,1	0,01	0,00
Houtduif	0,0	22,7	0,00	0,01
Houtsnip	15,1	0,0	0,01	0,00
Kauw	0,0	10,6	0,00	0,01
Kleine mantelmeeuw	6,1	0,0	0,00	0,00
Kneu	0,0	9,8	0,00	0,00
Knobbelzwaan	6,4	0,0	0,00	0,00
Kokmeeuw	40,3	29,0	0,03	0,01
Koperwiek	0,0	9,0	0,00	0,00
Kraai spec.	0,0	19,7	0,00	0,01
Krakeend	6,4	0,0	0,00	0,00
Kramsvogel	14,5	15,2	0,01	0,01
Meeuw spec.	19,8	28,9	0,01	0,01
Merel	7,6	20,0	0,01	0,01
Pijlstaart	6,6	0,0	0,00	0,00
Putter	6,8	0,0	0,01	0,00
Rietgors	0,0	10,4	0,00	0,01
Roodborst	27,2	15,5	0,02	0,01

Spreeuw	7,6	11,6	0,01	0,01
Stadsduif	6,9	13,1	0,01	0,01
Steenloper	0,0	7,8	0,00	0,00
Stormmeeuw	0,0	7,8	0,00	0,00
Vink	0,0	34,2	0,00	0,02
Waterral	6,7	0,0	0,00	0,00
Wilde eend	0,0	14,9	0,00	0,01
Winterkoning	7,3	0,0	0,01	0,00
Zanglijster	30,3	64,9	0,02	0,03
Zilvermeeuw	19,4	0,0	0,01	0,00
Zilverplevier	7,2	0,0	0,01	0,00
Zilverreiger spec.	7,4	0,0	0,01	0,00
Totaal	461,0	541,5	0,34	0,27

Bijlage 6 Mortaliteit per turbine

Onderstaande tabel geeft de gecorrigeerde mortaliteit per turbine weer. De data zijn per seizoen weergegeven voor de nachtelijk trekkende zangvogels, de overige zangvogels, en alle overige soorten tezamen.

Turbine	Zangvogels nacht		Zangvogels overig		Overige soorten	
	Najaar	Voorjaar	Najaar	Voorjaar	Najaar	Voorjaar
B1	21,8	0,0	0,0	9,8	0,0	0,0
B3	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9
E3	0,0	0,0	0,0	0,0	39,1	0,0
E4	7,4	44,0	0,0	0,0	0,0	0,0
E5	0,0	40,5	0,0	0,0	13,8	14,7
E6	14,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
E7	14,3	0,0	0,0	0,0	32,1	13,1
E8	17,8	9,6	7,6	11,9	6,7	7,1
E9	14,7	0,0	0,0	0,0	28,4	13,3
M1	11,7	0,0	0,0	0,0	0,0	13,5
M2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M6	10,2	0,0	0,0	10,5	21,4	30,1
M7	6,6	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0
M8	6,8	9,6	6,8	0,0	6,7	0,0
M9	33,8	20,1	0,0	0,0	0,0	0,0
M10.5	n.v.t.	9,0	n.v.t.	15,8	n.v.t.	5,8
M11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,6
M12	27,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M13	51,0	0,0	0,0	18,5	17,6	9,1
M15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	67,1
M19	0,0	11,6	0,0	0,0	15,6	23,7
M20	0,0	0,0	0,0	11,6	7,7	7,9
M21	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
R3	0,0	10,8	0,0	0,0	0,0	21,9
R4	n.v.t.	0,0	n.v.t.	0,0	n.v.t.	0,0
R7	0,0	15,5	0,0	0,0	0,0	0,0
R8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0
R9	0,0	15,2	0,0	0,0	0,0	13,5
R10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1
R11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4
R12	n.v.t.	0,0	n.v.t.	0,0	n.v.t.	0,0
R15	n.v.t.	0,0	n.v.t.	0,0	n.v.t.	0,0
R16	n.v.t.	0,0	n.v.t.	0,0	n.v.t.	0,0
Totaal	251,4	185,8	14,4	78,0	195,2	277,7

Bezoekadres

Suderwei 2
9269 TZ Feanwâlden
Telefoon 0511 47 47 64
info@altwym.nl

www.altwym.nl