

# Monitoringsprotocol Wind op Land 2021

Monitoringprotocol nieuwe windparken in Nederland (project NIEWOHL)

Door Allix Brenninkmeijer, Nicolai Bolt, Herman Limpens, Martijn Boonman, Pieter Joop, Hein Prinsen,  
Martin Epe, 26 mei 2021

# 1. Inleiding

Het Rijk, Provincies, NWEA, TenneT en groene partijen (Vogelbescherming Nederland, Zoogdiervereniging en de Natuur en Milieu Federaties) werken samen aan het traject Natuurinclusieve Energietransitie voor wind en hoogspanning op land (NIEWOHL). Het doel van dit traject is om te komen tot afspraken waarmee zowel wordt gezorgd voor de doorgang van de ontwikkeling van windparken en hoogspanningsverbindingen op land, als voor een vermindering van de negatieve effecten ervan op de staat van instandhouding van kwetsbare vogel- en vleermuissoorten. De betrokken partijen werken samen aan een gedragen akkoord voor een Natuurinclusieve Energietransitie voor wind en hoogspanning op land.

Om deze doelen te bereiken, zijn afspraken gemaakt over mitigerende maatregelen, monitoring, onderzoek en populatieversterkende maatregelen in een bouwstenennotitie. De bouwstenennotitie is in november 2020 bestuurlijk akkoord bevonden. Afgesproken is dat eventuele maatregelen, zoals stilstand, ecologisch en economisch doelmatig moeten zijn. Daarom streven partijen ernaar om het aantal uren stilstand voor windmolens zo laag mogelijk te houden. Om dit mogelijk te maken is, zowel bij het wel als het niet toepassen van stilstand, monitoring aan de orde. Ook voor monitoring zelf geldt dat dit doelmatig moet zijn. In parken waar geen mitigerende maatregelen nodig zijn en/of geen tot weinig slachtoffers worden verwacht en geen zeldzame soorten vogels of vleermuizen worden verwacht, kan de monitoringsopgave worden beperkt.

Er zijn momenteel nog enkele belangrijke hiaten in de kennis ten aanzien van de effecten van windparken en hoogspanningslijnen op vogels en vleermuizen. Deze zijn:

- een onvolledig overzicht van cumulatieve effecten,
- het niet (openbaar) beschikbaar zijn van gegevens van slachtoffermetingen en de relatieve toegankelijkheid van de data,
- verschillen in meetmethodiek en monitoring waardoor gegevens onderling slecht vergelijkbaar zijn, en
- de interpretatie van de resultaten.

Om deze hiaten in kennis te vullen is het van belang om de monitoring zoveel mogelijk te standaardiseren middels een protocol (zie hoofdstuk 2). Voordeel daarvan is ook dat de windsector en TenneT vooraf duidelijkheid krijgen over de manier van monitoren. Dit protocol is in de eerste plaats opgesteld voor windparken maar kan als basis dienen voor monitoring van hoogspanningslijnen.

In de Ecologische Beoordeling van een gepland windpark is een inschatting gemaakt van het aantal vleermuis- en vogelslachtoffers en voor welke soorten dat mogelijk ernstig is. Op basis hiervan wordt een vergunning en/of ontheffing afgegeven van de Wet Natuurbescherming. Daarin staan de vergunningsvoorwaarden. Doorgaans wordt in deze vergunningsvoorwaarden opgenomen dat monitoring van bepaalde soortgroepen nodig is en dat hiertoe een monitoringsplan moet worden opgesteld. Deze monitoringsplannen dienen te voldoen aan onderhavig protocol.

Dit monitoringsprotocol is een richtlijn, de bedoeling is om monitoring zoveel mogelijk op standaardwijze uit te voeren. Indien noodzakelijk kunnen partijen gezamenlijk besluiten om gemotiveerd af te wijken van dit protocol (dit moet dan wel goed onderbouwd worden). Periodiek wordt het protocol geëvalueerd (najaar 2021 volgt bijvoorbeeld al een update mbt het monitoren van vleermuizen). In de bijlagen worden de doelen (bijlage 1), toelichting en aandachtspunten mbt de monitoring (bijlage 2) en opzet database (bijlage 3) nader uitgewerkt en besproken.

## 2. Protocol slachtoffermonitoring voor vogels

### **Kleine vogels** (oa zangvogels, plevieren, akker- en weidevogels)

Voor kleine vogels dient het onderzoeksgebied per windturbine minimaal 1 ha goed doorzoekbaar gebied te beslaan. Het onderzoek wordt uitgevoerd binnen een cirkel met een straal van 0,86 maal de ashoogte van de windturbine. Bij een turbine van 120 m ashoogte geeft dit een valgebied van 3,8 ha. De zoeksnelheid van een ha bedraagt ca. 1 uur. De zoekstroken zijn ca. 3 m breed.

In het voorjaar dient de trekvogel-monitoring plaats te vinden in maart, april en mei om zowel voor de soorten die vroeg trekken (bijvoorbeeld veldleeuwerik) als de soorten die pas laat doortrekken (bijvoorbeeld boerenzwaluw) een belangrijk deel van de voorjaarstrek af te dekken. In het najaar dient de monitoring in de eerste week van augustus aan te vangen, om de vogels die vroeg wegtrekken zoals bijvoorbeeld de gierzwaluw niet te missen. De monitoring dient door te lopen tot half november, omdat van een aantal soorten de bulk tot in november doortrekt (zoals bijvoorbeeld verschillende soorten lijsters). Monitoring van kleine zangvogels vindt 2 keer per week plaats.

### **Grote vogels** (oa eenden, ganzen, meeuwen)

Voor grote vogels dient het onderzoeksgebied per windturbine minimaal 3 ha goed doorzoekbaar gebied te beslaan. Het onderzoek wordt uitgevoerd binnen een cirkel met een straal van 1,24 maal de ashoogte van de windturbine (dit is ca. 150 m bij een ashoogte van 120 m). Bij een turbine van 120 m ashoogte geeft dit een valgebied van 5,6 ha. De zoeksnelheid bedraagt ca. 3,5 ha per uur. De zoekstroken zijn ca. 10 m.

Grote vogels worden over het algemeen 1x per week jaarrond gemonitord. Indien dit ecologisch te onderbouwen is kan het bevoegd gezag de frequentie buiten het relevante seizoen eventueel terug brengen naar 1x per 2 weken.

### **Aantal af te zoeken turbines**

Minstens 25% van alle turbines wordt afgezocht, met een minimum van 3 turbines (hierbij wordt er van uitgegaan dat 3 turbines op 1 dag kunnen worden onderzocht). Het moet gaan om een representatieve steekproef, waarbij wordt uitgegaan van 100% afzoekbaarheid van het zoekoppervlak. Wanneer niet het volledige zoekoppervlak kan worden onderzocht moet er onder meer turbines gezocht worden om op 100% zoekoppervlak uit te komen.

### **Vindkans- en predatiekansproef**

De vindkans en verdwijnsnelheid van de vogelslachtoffers dient in het eerste monitoringsjaar vastgesteld te worden om een zo betrouwbaar mogelijke extrapolatie van de gevonden aantallen slachtoffers naar de werkelijke aantallen slachtoffers mogelijk te maken. Afhankelijk van de variatie binnen en tussen de terreintypen en zoekers moeten er 2 vindkans- en predatiekansproeven uitgevoerd worden (voor vogels bijvoorbeeld 1 in de zomer en 1 in de winter).

### **Start monitoring**

De monitoring dient aan te vangen nadat alle geplande windturbines in bedrijf zijn genomen. Er wordt pas begonnen met de monitoring als de turbines regulier draaien. Het aantal draaiuren is in de eerste maanden vaak (veel) lager.

### **Monitoringsperiode en evaluatie**

De monitoring wordt in elk geval gedurende drie jaar uitgevoerd volgens het protocol. Het gevonden aantal aanvaringsslachtoffers dient voor alle betrokken soorten met behulp van correctiefactoren geëxtrapoléerd te worden naar het werkelijke aantal aanvaringsslachtoffers. Na drie jaar vindt evaluatie plaats. Uit de analyse en evaluatie kan blijken dat er: a) geen aanleiding is om mitigerende maatregelen te nemen, of b) wel aanleiding is om mitigerende maatregelen te nemen, c) geen aanleiding is om langer of uitgebreider te monitoren, en/of d) wel aanleiding is om langer of uitgebreider te monitoren.

### **Omstandigheden**

Bij de monitoring moet gelet worden op opvallende (weers)omstandigheden op of nabij de locatie die tijdens de monitoring optreden. Voor de meeste locaties zijn via het KNMI wel meetreeksen met weergegevens terug te vinden, maar informatie over b.v. aanwezigheid van open wakken (randen IJsselmeer etc.), tijdelijke plas-dras, sneeuwvrije plekken, zandospuiten langs de kust,

bemesten/maaien van weilanden, etc. die vogels naar het windpark aantrekken of die reden kunnen zijn van plotselinge toename in aantal vogels zijn alleen in het veld vast te stellen en dienen ergens in de database te worden vastgelegd met koppeling naar tijd en ruimte (voor welk deel van het windpark geldt dit in welke periode).

Ook de aanwezigheid van intensieve lokale vliegbewegingen, zoals vanwege slaaptrek / vorst-rushes, voedselvluchten vanuit kolonies, etc. zouden in de database een plek moeten krijgen, wederom gekoppeld aan tijd en ruimte, zodat bij latere analyse beter begrepen kan worden waarom b.v. ergens veel meeuwen werden gevonden en tien kilometer verderop niet.

## Rapportage

Jaarlijks wordt drie maanden na beëindiging van de laatste zoekronde een verslag van de monitoringsresultaten aan GS overlegd. In deze jaarlijkse rapportage worden de resultaten beschreven van de monitoring, die is uitgevoerd in de voorafgaande 12 maanden. De rapportage omvat in ieder geval een overzicht van de gevonden aantallen slachtoffers van de betrokken vogelsoorten, een extrapolatie naar het werkelijke aantal slachtoffers van deze soorten en een vergelijking van deze aantallen met de voorziene aantallen slachtoffers. In elke vervolgrapportage worden de bevindingen van de voorgaande jaren eveneens opgenomen. Ook andere aanvaringslachtoffers dan voorzien worden in de rapportage benoemd en besproken. Na drie jaar monitoring zal een meer uitgebreide rapportage opgesteld worden, waarin o.a. de gemiddelde sterfte over drie jaren wordt beschouwd in relatie tot de voorziene sterfte van de betrokken soorten. Indien de gevonden aantallen slachtoffers niet overeenkomen met de voorspelde sterfte en/of er andere soorten zijn aangetroffen dan verwacht, dan dient dit in de rapportage beoordeeld te worden in het kader van de voorwaarden in de vergunning/ontheffing. Zijn er daarbij geen negatieve effecten op het instandhoudingsdoel of de gunstige staat van instandhouding van de betreffende soorten, en zijn er geen andere grote, onverwachte schommelingen in sterfte van bepaalde soorten, dan is het niet per se nodig om verder te monitoren of maatregelen te nemen. Indien van een of meer soorten de gevonden sterfte de voorspelde sterfte ruim overschrijdt met negatieve effecten op populatieniveau, dan zijn passende mitigerende maatregelen eventueel gecombineerd met monitoring.

	<b>Tabel Vogelprotocol</b>
<b>Slachtofferonderzoek</b>	
Gebieden	Alle
Duur	3 jaar
Periode	Trekvogels: maart t/m mei, augustus t/m half november; Wintervogels: oktober t/m maart; Broedvogels: april t/m augustus
Frequentie	Kleine vogels: 2x per week; overige (grote) vogels: 1x per week
Oppervlak (ashoogte 120 m)	Kleine vogels: zoekoppervlak 0,86 x ashoogte 120 m = 3,5 ha. Grote vogels: zoekoppervlak 1,24 x ashoogte 120 m = 7 ha
Zoeksnelheid	Kleine vogels: ca. 1 ha per uur; grote vogels: ca. 3,5 ha per uur
Afzoekbaarheid (per keer registreren)	Per zoekronde per turbine aangeven welk deel van het zoekoppervlak goed afzoekbaar/afgezocht is
Aantal af te zoeken turbines	Minstens 25% van alle turbines, met minimum van 3 turbines; representatieve steekproef (uitgaande van 100% afzoekbaarheid van het zoekoppervlak, anders bij meer turbines zoeken om hier op uit te komen): 3-12 tb->3; 13-16 tb->4, 17-20 tb ->5, etc.
<b>Zoekefficiëntie</b>	
Vindkansonderzoek	2 keer (in 1e jaar in ander seizoen dan in 2e jaar; elke veldzoeker minstens 1x)
<b>Verdwijnsnelheid</b>	
Aantal dummy's	(minimaal) 20 kleine vogels en 20 grote vogels
Zoekfrequentie	Zoeken minimaal over periode van 10 dagen: dag 1, 2, 3, 4, 7,10; bij voorkeur elk van de 10 dagen zoeken

Predatiekansonderzoek	2 keer (in 1 <sup>e</sup> jaar in ander seizoen dan in 2 <sup>e</sup> jaar)
<b>Lokale omstandigheden</b>	Bijhouden van opvallende (weers)omstandigheden, zoals wakken, zandopspuiting, bemesting weilanden en dergelijke
Lokale vliegbewegingen	In beeld brengen intensieve lokale vliegbewegingen, zoals slaaptrek
Weer	Temperatuur, windrichting, windkracht, windstoten vanuit turbine op rotorhoogte. Neerslag en temperatuur via KNMI

### 3. Protocol slachtoffermonitoring voor vleermuizen

#### Algemeen

- Slachtoffermonitoring voor vleermuizen houdt in dat het zoeken van slachtoffers en meten van akoestische activiteit wordt gecombineerd.
- Slachtoffermonitoring dient
  - het verifiëren van de verwachte aantallen slachtoffers,
  - het inregelen van de stilstandvoorziening en/of
  - het evalueren van de effectiviteit van de gekozen stilstandvoorziening.
- De combinatie van het zoeken van slachtoffers en het meten van de akoestische activiteit maakt de schattingen nauwkeuriger.

Voor de uitvoering van vleermuisonderzoek bij windturbines is in 2013 een protocol opgesteld ("Protocollen vleermuisonderzoek bij windturbines" door Boonman et al. 2013). Bij de bestaande turbines kwamen vleermuizen die in aanvaring kwamen met een windturbine vrijwel allemaal (95%) binnen een straal van 50 m van de mastvoet van een windturbine terecht (Korner-Nievergelt et al. 2015). De straal van de zoekcirkel bedroeg in het oude protocol daarom ca. 50 meter. Voor moderne windturbines, en dan vooral die met grotere rotordiameter en hogere ashoogte, geldt dit niet meer. Bij bijvoorbeeld een rotordiameter van 117 m ligt iets meer dan 10% van de slachtoffers in de ring tussen de 50 en 60 m rond de mastvoet. Daarom bedraagt de zoekcirkel voor dergelijke moderne turbines 60 m. Worden in de toekomst de turbines en rotorbladen nog groter, dan dient ook de zoekcirkel daaraan aangepast te worden.

- In verband met toenemende hoogte van de turbines en toenemende lengte van de rotorbladen wordt voor nu een zoekcirkel van **ten minste 60 m vanuit de mastvoet** voorgesteld. Alleen bij turbines met een rotordiameter kleiner dan 120 m, kan volstaan worden met een kleinere zoekcirkel (50 m).
- De correctiefactoren (klasse-indeling 1-4: zie tabel hieronder), waarmee (per 10 m zoekring rond de turbine) gecorrigeerd wordt voor het oppervlak dat slecht of niet afgezocht kon worden (water, hoge begroeiing etc.), moeten afgestemd zijn op de rotordiameter.
- De verdwijnsnelheid en vindkans verschillen sterk per windpark. Vindkans en verdwijnprouven moeten daarom onderdeel zijn van het slachtofferonderzoek.
- Generiek geldt met betrekking tot het zoeken van slachtoffers de aanwijzing dat het totale afgezochte oppervlak voldoende groot moet zijn om te grote correctiefactoren<sup>1</sup> te vermijden en het slachtofferisico met voldoende statistische zekerheid en een acceptabel nauwkeurighedsinterval te kunnen bepalen.

Het is voldoende om een representatieve selectie van windturbines te onderzoeken. Deze selectie moet wel groot genoeg zijn om een betrouwbare extrapolatie van gevonden aantallen aanvaringssslachtoffers naar werkelijke aantallen aanvaringssslachtoffers in het totale windpark te kunnen maken. Hiertoe is het belangrijk dat windturbines in verschillende delen van het windpark in de selectie worden opgenomen, zodat bij de extrapolatie van de resultaten rekening gehouden kan worden met locatie-specifieke aanvaringsrisico's. Volgens het protocol dienen alle windturbines die beoordeeld worden als hoog risico tot een maximum van 8 turbines, uitgaande van 100% afzoekbaar oppervlak op slachtoffers onderzocht te worden.

- Het is ook mogelijk om een vergelijkbaar oppervlak te realiseren door bij een groter aantal turbines alleen de goed afzoekbare vegetatiestructuren te doorzoeken en cumulatief te bereiken dat het betreffende zoekoppervlak wordt onderzocht.
- Generiek geldt, dat het aantal turbines:
  - voldoende representatief moet zijn (qua locatie),
  - voldoende groot moet zijn (zodat het totale afgezochte oppervlak voldoende groot is) om te grote correctiefactoren te vermijden en het slachtofferisico met voldoende statistische zekerheid en een acceptabel nauwkeurighedsinterval te kunnen bepalen.

---

<sup>1</sup> Vanzelfsprekend is niet alleen het correct en representatief zoeken van slachtoffers, maar ook het correct en representatief bepalen van de verdwijnskans en vindkans van belang voor statistische zekerheid en nauwkeurighedsintervallen.

Vleermuissslachtoffers zijn over het algemeen veel moeilijker te vinden dan vogelslachtoffers. Het is van belang voldoende slachtoffers te vinden en dus voldoende intensief te zoeken, alsmede vind- en verdwijnskansen te bepalen, om vervolgens met een acceptabele nauwkeurigheid te kunnen extrapoleren. Wanneer het onderzoek niet voldoende intensief is bestaat de kans dat er alleen globale schattingen kunnen worden gegeven.

Tijdens het onderzoek (bij iedere zoekronde) voor alle onderzochte windturbines wordt steeds de 'zichtbaarheidsklasse' of 'afzoekbaarheidsklasse' van het oppervlak in de zoekcirkel vastgelegd conform het protocol "Protocollen vleermuisonderzoek bij windturbines" (Boonman et al. 2013). Omdat vleermuizen klein zijn en door hun donkere kleur ook vrij moeilijk te detecteren zijn, dient de zoekcirkel in smalle stroken systematisch doorzocht te worden. Conform het landelijke protocol dient de strookbreedte ca. 3 meter te bedragen (Boonman et al. 2013).

- In het protocol van 2013 wordt een zoekfrequentie van eens in de 3 dagen aangegeven. Er wordt aangegeven dat dit al een lage frequentie is. Hoe lager de frequentie hoe groter de nauwkeurighedsintervallen en hoe groter de overschatting van aantallen slachtoffers.

De meeste vleermuislachtoffers worden in nagenoeg alle studies in de nazomer en vroege herfst aangetroffen (half juli tot half oktober). Daarom wordt het slachtofferonderzoek alleen in deze periode uitgevoerd. Dit patroon wordt niet alleen bij migrerende vleermuissoorten waargenomen maar ook bij bijvoorbeeld de gewone dwergvleermuis die jaarrond in het gebied aanwezig is. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door een verhoogde beschikbaarheid van insecten op rotorhoogte in de nazomer. In het voorjaar is het optreden van slachtoffers vrij zeldzaam, ook in gebieden waar kraamkolonies van vleermuizen aanwezig zijn. Omdat er een verband bestaat tussen de activiteit op rotorhoogte en het aantal slachtoffers (Korner-Nievergelt et al. 2013) kan het aantal slachtoffers voor de maanden april tot en met half juli en half oktober tot half november ingeschat worden aan de hand van de akoestische activiteitsmetingen.

- De combinatie van het zoeken van slachtoffers en het meten van de akoestische activiteit maakt de slachtofferbepaling nauwkeuriger.
- Een minder nauwkeurige slachtofferbepaling is die op basis van alleen akoestische activiteit. Deze manier van slachtofferbepaling is vooral geschikt in de perioden dat weinig slachtoffers verwacht worden. Akoestisch onderzoek is van belang om aannames over aan- en afwezigheid te valideren.
- Generiek geldt, met betrekking tot het onderzoek naar de akoestische activiteit, de aanwijzing dat de hoogte waarop de akoestische activiteit wordt geregistreerd, het aantal punten waarop deze wordt geregistreerd alsmede de gevoeligheid en ijking van de microfoon allen van belang zijn om een voldoende nauwkeurige schatting van slachtofferaantallen te maken en voldoende effectieve stilstandsalgoritmes.
- Voorkomen moet worden dat de akoestische metingen te hoog boven de zone met de hoogste vleermuisactiviteit worden gedaan. Het is heel moeilijk op dit moment een goed onderbouwd en exact getal voor de maximale hoogte of zone te geven voor het akoestisch onderzoek. Uit onderzoek waarbij gelijktijdig zowel vanuit de nacelle (op 100 m hoogte) als vanuit de toren (op tiplaagte, 50 m hoogte) is gemeten is gebleken dat vanuit de nacelle (100 m) een even goed beeld verkregen kan worden van de vleermuisactiviteit als vanuit de toren (op 50 m). Een stilstandvoorziening gebaseerd op de metingen op 100 m hoogte zou in dat geval niet afwijken van die gebaseerd op de metingen op 50 m hoogte (Boonman 2020). Echter, bij een ashoogte van meer dan 120 m worden een aantal relatief laagvliegende soorten als gewone dwergvleermuis stelselmatig gemist. Bij windturbines met een ashoogte van boven de 120 m dient daarom vanuit de nacelle en op tiplaagte akoestisch te worden gemeten. Het bevoegd gezag kan hier alleen gemotiveerd van afwijken indien de stabiliteit van de turbine in het geding komt.

	<b>Tabel Vleermuisprotocol</b>
<b>Slachtofferonderzoek</b>	

Gebieden	Hoog-risicogebieden: windparken op minder dan 150 meter van bos of minder dan 150 meter van open water of bebouwing
Periode	15 juli-15 oktober
Frequentie	1x per 3 dagen
Oppervlak (ashoogte 120 m)	Straal van 60 meter bij ashoogte van 120 m of meer, straal van 50 meter bij ashoogte minder dan 120 m
Zoeksnelheid	ca. 1 ha per uur
Afzoekbaarheid (per keer registreren)	Klasse-indeling 1 tot en met 4, voor elke concentrische ring van 10 meter percentage van klasse bepalen: 1 (nagenoeg) kaal: vegetatiebedekking, lager dan 20 cm 2 half begroeid: vegetatiebedekking, lager dan 20 cm 3 geheel begroeid: vegetatiebedekking, 20 – 50 cm hoog 4 te dicht begroeid/niet toegankelijk: water, moeras, struweel, struiken, hagen, kruidige vegetaties hoger dan 50 centimeter
Zoekbanen	Banen van 3 meter breed, 1,5 m aan weerszijden
Aantal af te zoeken turbines	Alle windturbines die beoordeeld worden als hoog risico tot een maximum van 8 turbines, uitgaande van 100% afzoekbaar oppervlak (klasse 1 tot en met 3), anders bij meer turbines zoeken om tot totale zoekoppervlak te komen. Keuze windturbines in overleg met bevoegd gezag
<b>Zoekefficiëntie</b> Vindkansonderzoek	2 keer in aug-okt: in 1e jaar andere maand dan in 2e jaar; elke veldzoeker minstens 1x
<b>Verdwijnsnelheid</b> Aantal muizen	(minimaal) 20 donkere muizen over verschillende zichtbaarheidsklassen verdeeld, eventueel bij lagere aantallen windturbines en/of hoge zichtbaarheid spreiden over de tijd: bijvoorbeeld 2 keer 10 muizen
Zoekfrequentie	Zoeken minimaal over periode van 10 dagen: dag 1, 2, 3, 4, 7,10; bij voorkeur elk van de 10 dagen zoeken
Predatiekansonderzoek	2 keer (in 1 <sup>e</sup> jaar in andere maand dan in 2 <sup>e</sup> jaar)
<b>Akoestisch onderzoek</b> Gebieden	Alle windparken
Periode	1 april – 15 oktober
Aantal te onderzoeken turbines	Bij ten minste 10% van alle turbines in het windpark met een minimum van 2 turbines: 2 – 20 turbines: 2 turbines 21 – 30 turbines: 3 turbines 31 – 40 turbines: 4 turbines etc. Keuze windturbines in overleg met onderzoekers; wanneer ook slachtofferonderzoek plaatsvindt dan in ieder geval deel van deze turbines
Eisen	Bij voorkeur van tevoren inbouwen (alleen indien op tiplaaft), aansluiten op stroomnet en internet in turbine (of op vergelijkbare andere manier); microfoons dienen altijd aan de BMU standaard te voldoen (kan door vervanging of kalibreren)
Locatie detector	Ashoogte 120 meter of meer: 1x gondel + 1x tiplaaft Ashoogte minder dan 120 meter: 1x gondel
<b>Omgeving en omstandigheden</b>	



Locaties	Alle windparken
Landschap	<p>Eenmalige bepaling per telperiode van de kleinste afstand van rand windpark tot aan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bomenrij/heg van minimaal 300 meter lengte</li> <li>• bos met minimaal oppervlakte van 1 hectare</li> <li>• water met minimaal oppervlakte van 1 hectare of ten minste 10 meter breedte</li> <li>• wetland/moeras met minimaal oppervlakte van 1 hectare</li> </ul> <p>Eenmalige bepaling oppervlaktes van de habitattypen volgens CORINE binnen een straal van 250, 500, 1000, 5000 en 10.000 meter rondom het windpark, registratie in welke Fysisch-Geografische Regio het windpark staat</p>
Weer	Temperatuur, windrichting, windkracht, windstoten vanuit turbine op rotorhoogte. Neerslag en temperatuur via KNMI

## Bronnen

- Boonman, M. 2020. Monitoring van vleermuizen in windparken in Oost-Groningen. Activiteit van vleermuizen in het rotorbereik van windturbines. Rapportnr. 20-252. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Buij, R., R. Jongbloed, J. Cremer, S. Geelhoed, H. van der Jeugd, E. Klop, S. Lagerveld, H. Limpens, H. Meeuwssen, F. Ottburg, P. Schippers, J. Tamis, J. Verboom, J. T. van der Wal, R. Wegman, E. Winter, A. Schotman, 2018. Kwetsbare soorten voor energie-infrastructuur in Nederland; Overzicht van effecten van hernieuwbare energie-infrastructuur en hoogspanningslijnen op de kwetsbaarste soorten vogels, vleermuizen, zeezoogdieren en vissen, en oplossingsrichtingen voor een natuurinclusieve energietransitie, Wageningen Environmental Research, Rapport 2883.
- Hull, C.L. & S. Muir 2010. Search areas for monitoring bird and bat carcasses at wind farms using a Monte-Carlo model. Australasian Journal of Environmental Management 17(2): 77-87.
- Jenkins, A.R., C.S. van Rooyen, J.J. Smallie, J.A. Harrison, M. Diamond, H.A. Smit-Robinson & S. Ralston 2015. Birds and wind-energy best-practice guidelines: best-practice guidelines for assessing and monitoring the impact of wind-energy facilities on birds in southern Africa. Third edition, BirdLife South Africa / Endangered Wildlife Trust.

# Bijlage I: Doelen van de monitoring

De belangrijkste doelen van de 'post-construction monitoring' (monitoring na realisatie van een windpark) zijn (volgens Jenkins *et al.* 2015):

- Het bepalen van de impact van een windpark op (beschermde) natuurwaarden door meetgegevens, (in hoofdzaak mortaliteit onder vogels en vleermuizen).
- Het nader bepalen van de noodzaak om (aanvullende of aangepaste) mitigerende maatregelen te treffen, zodat negatieve effecten op zowel de natuurwaarden als de energiedervingskosten (verder) worden gereduceerd.
- Het verzamelen en beschikbaar maken van data en inzichten m.b.t. de ecologische effecten van windparken om zo de kwaliteit van toekomstige onderzoeken, effectbeoordelingen, monitoringsprogramma's en mitigerende maatregelen te verbeteren.
- Een doel van monitoring is het valideren van aanvaringsmodellen, zoals het BAND-model, het Flux-Collision-model en andere vergelijkbare modellen (voor vogels) en het valideren van de juiste data als input voor een optimale stilstandvoorziening (voor vleermuizen). Monitoringsdata zijn van groot belang om dergelijke modellen te preciseren en de invloed van sturende factoren beter in het model te verwerken (voor vogels).
- Het inzichtelijk maken van de reductie in slachtoffers na mitigatie.
- Het inzichtelijk maken van het cumulatief effect van windparken op soorten en populaties.

De monitoring van aanvaringssslachtoffers bij windturbines heeft als doel om

1. de mortaliteit per soort per jaar per windpark vast te stellen,
2. een beeld te krijgen van het soortenspectrum van de slachtoffers,
3. grip te krijgen op patronen in mortaliteit en de achterliggende oorzaken, en
4. handvatten te bieden voor mitigatie (Jenkins *et al.* 2015).

Voor een monitoringsprogramma gelden de volgende eisen:

*Zowel voor vogels als voor vleermuizen*

- De intensiteit van monitoring (zoekfrequentie, grootte zoekoppervlak, zoektijd per turbine) moet zijn afgestemd op:
  - Het doel van de monitoring, zoals het bepalen van de mortaliteit per soort per jaar, het inzichtelijk maken van de factoren die hierop van invloed zijn, het valideren van modelberekeningen etc.
  - De betreffende soortgroep; voor (grote) vogels is een andere zoekintensiteit nodig dan voor vleermuizen en kleine zangvogels.
  - Het seizoen; tijdens de trekperiodes kan bijvoorbeeld voor vogels en vleermuizen een hogere zoekintensiteit nodig zijn dan daarbuiten.
  - Het terreintype en de (variabele hoogte van de) vegetatie, aangezien dit een grote invloed op de vindkans kan hebben.
- Het aanvaringsrisico voor vogels in een nieuw windpark (of repowering) dient al in de ecologische beoordeling ingeschat te worden. Hieruit komt naar voren of er monitoring moet plaatsvinden naar broedvogels, trekvogels of overwinterende vogels.
- De gevonden aantallen slachtoffers moeten worden gecorrigeerd voor de vindkans, predatiekans en niet-afzoekbare delen van het zoekoppervlak. Vindkans en predatiekans dienen met experimentele proeven in het veld bepaald te worden. Het niet-afzoekbare oppervlak dient voorafgaande aan de eerste monitoringsronde bepaald te worden. Tevens dient voor tijdelijke niet-afzoekbaarheid (bijvoorbeeld voor de periode dat de vegetatie te hoog is) gecorrigeerd te worden. Eventueel kunnen periodieke maaiafspraken gemaakt worden.
- De monitoring moet worden uitgevoerd door deskundige veldwerkers met ervaring in slachtoffermonitoring.
- De resultaten van de monitoring worden verwerkt in een database, zodat de ruwe data op een gestandaardiseerde manier kunnen worden geanalyseerd<sup>2</sup>. Het betrokken onderzoeksbureau dient hiertoe de relevante data jaarlijks schriftelijk en digitaal aan te leveren (zie Opzet database).

*Specifiek voor vleermuizen geldt het volgende beleid uit de bouwstenennotitie:*

---

<sup>2</sup> Digitale inwinning van de data in het veld d.m.v. veldcomputers met camerafunctie kan hierbij veel tijd besparen.

- Het aanvaringsrisico voor vleermuizen in een nieuw windpark dient in de ecologische beoordeling ingeschat te worden. Windparken met windturbines met een hoog aanvaringsrisico (5 of meer slachtoffers/turbine/jaar) liggen in Nederland op belangrijke vlieg- en trekroutes (in of langs de oevers van grote wateren) en nabij kraamkolonies (op minder dan 150 m van bebouwing of bossen). De overige windparken, en vooral die in laaggelegen, open gebieden, hebben over het algemeen turbines met een laag aanvaringsrisico.
- Elk windpark met windturbines met een hoog aanvaringsrisico dient standaard gemonitord te worden op slachtoffers en op akoestische activiteit. Windparken met enkel turbines met een laag aanvaringsrisico worden alleen gemonitord op akoestische activiteit; deze parken moeten alleen op slachtoffers gemonitord te worden als er een risico bestaat op meer dan incidentele slachtoffers van (zeldzame) soorten, waarvan de Nederlandse populatie klein of bedreigd is.

## Bijlage II: Aandachtspunten met betrekking tot de monitoring

### ***Mortaliteit in aantallen en soorten***

De opzet en intensiteit van de slachtoffermonitoring is afgestemd op het specifieke doel dat aan de monitoring ten grondslag ligt. In de praktijk worden veel monitoringsprogramma's uitgevoerd in het kader van een vergunning of ontheffing van de Wet natuurbescherming. Daarbij is het primaire doel het vaststellen van de mortaliteit per soort per jaar en het soortenspectrum van de slachtoffers (per park of turbine). Verschillende Natura 2000-gebieden langs de Nederlandse kust hebben instandhoudingsdoelstellingen voor niet-broedvogels, in veel gevallen overwinterende watervogels en steltlopers. Dit zijn voornamelijk grotere en relatief goed vindbare soorten, met een lage verdwijnsnelheid door predatie in vergelijking met kleine soorten zoals zangvogels. Dit is van belang voor de zoekfrequentie; grote vogels hoeft je minder frequent te zoeken (zie de paragraaf over monitoringsintensiteit).

### ***Variatie in mortaliteit***

Naast het vaststellen van de mortaliteit an sich, kan monitoring worden uitgevoerd met als doel de variatie in mortaliteit binnen een park en tussen parken inzichtelijk te maken. Met andere woorden: welke factoren sturen de kans op aanvaring en de mortaliteit bij een bepaalde soort? Uit de resultaten van verschillende monitoringsprogramma's komt naar voren dat locatie een van de belangrijkste sturende factoren is, zowel op grote ruimtelijke schaal (kust vs. binnenland) als op kleinere schaal, waarbij sprake kan zijn van aanzienlijke variatie in slachtofferaantallen bij verschillende turbines binnen een windpark. Naast locatie kunnen ook andere factoren als tijdstip (dag/nacht), seizoen (trekperiodes) en weersomstandigheden (mist, windsnelheid) een grote invloed hebben op aanvaringskansen van vogels en vleermuizen. Inzicht in de sturende factoren wordt verkregen door een voldoende grote steekproef en tijdsduur van de monitoring, maar ook door meten van deze factoren en het beschikbaar stellen van de resultaten van uitgevoerde monitoringsprogramma's in een database, met de daarbij horende metadata.

### **Monitoringsintensiteit**

De intensiteit waarmee wordt gemonitord, wordt bepaald door: het aantal turbines dat wordt afgezocht, de zoektijd, de zoekfrequentie en het zoekoppervlak per turbine.

### **Aantal turbines**

Monitoringsprogramma's zijn kostbaar en de monitoringsintensiteit is vaak een balans tussen de kosten en de steekproefgrootte. Jenkins et al. (2015) bevelen een minimum steekproefgrootte aan voor vogels van ca. 30% van het aantal turbines in het windpark. Hierbij dient ook rekening gehouden te worden met de geschiktheid van afzoekbaarheid van de ondergrond. Wanneer gemiddeld slechts de helft van de ondergrond goed is af te zoeken, dien je de steekproef evenredig te vergroten. Zeker bij windparken die verschillende habitats beslaan, is het noodzakelijk om voldoende representatieve turbines te monitoren. Het is daarbij van belang om in elk geval ook turbines te monitoren met een verwachte verhoogde aanvaringskans. Uit de monitoring van de windparken in de Eemshaven en Zeebrugge blijkt dat sprake is van grote variatie in de mortaliteit tussen de verschillende turbines, als resultaat van de afstand tot het wad, hoogwatervluchtplaatsen en lokale broedkolonies. Indien de monitoring voornamelijk is gericht op de mortaliteit onder grote, goed vindbare vogelsoorten als meeuwen en watervogels, kan het de voorkeur hebben om de steekproef (het aantal te onderzoeken turbines) te vergroten ten koste van de zoekfrequentie.

Afgesproken is om tbv het protocol minstens 25% van de turbines af te zoeken (uitgaande van 100% afzoekbaar oppervlak) voor vogels in windparken met een omvang vanaf 3 turbines (en bij windparken van 1-3 turbines 100%).

### **Tijdsduur**

De monitoring dient van start te gaan zo snel mogelijk nadat het windpark operationeel is geworden. De minimumlengte van de monitoringsperiode is enigszins afhankelijk van de omstandigheden; Jenkins et al. (2015) bevelen een minimumperiode aan van 2 jaar, gevolgd door een herhaling in het 5e jaar en daarna om de 5 jaar. Een alternatieve opzet is om gedurende een langere aaneengesloten periode te monitoren, zonder de vijfjaarlijkse 'updates'. Een langere tijdsduur is van belang indien sprake is van (Jenkins et al. 2015):

1. Aanzienlijke jaarlijkse variatie in de aanwezigheid van bepaalde soorten;
2. Veranderingen in landgebruik rondom het windpark;
3. Aanzienlijke aantallen aanvaringslachtoffers;

4. Een langdurige impact van de aanlegwerkzaamheden (verstoring);
5. Het implementeren van mitigerende maatregelen nadat het windpark operationeel is geworden.

Vanuit het project NIEWOHL is afgesproken om alle nieuwe windparken (minstens) 3 jaar te monitoren op slachtoffers en deze daarna te evalueren. Bij de grotere windparken of windparken op locaties met veel vliegbewegingen (bijvoorbeeld langs de kust) kan na de evaluatie blijken dat er (vooral ten aanzien van grote jaarlijkse variatie, punt 1 van Jenkins hierboven) nog 1 of 2 jaar extra gemonitord dient te worden om voldoende informatie te verzamelen.

### **Zoekfrequentie**

De frequentie waarmee moet worden gezocht naar slachtoffers hangt samen met de verdwijnsnelheid als gevolg van predatie door aaseters. Hoe hoger de verdwijnsnelheid, hoe hoger de zoekfrequentie moet zijn om slachtoffers te vinden. In zijn algemeenheid hebben kleine soorten zoals zangvogels of vleermuizen een hogere verdwijnsnelheid dan grotere soorten als watervogels of meeuwen. Dat betekent dat voor het vaststellen van de mortaliteit onder bijvoorbeeld vleermuizen een hogere zoekfrequentie is vereist dan voor grote vogels. De predatiesnelheid kan worden vastgesteld door middel van een predatieproef waarbij dode vogels van verschillende grootteklassen worden uitgelegd en/of muizen (ipv vleermuizen).

Voor de monitoring van vleermuizen en kleine zangvogels wordt vaak een minimum zoekfrequentie van 2x per week aangehouden. De verdwijnsnelheid onder deze kleine soorten is hoog; vaak is na 2-3 dagen al meer dan 50% van de slachtoffers gepredeerd (zie figuur 1). Uit verschillende predatieproeven met dode muizen blijkt dat iedere dag die niet wordt gezocht tot een reductie van 10-20% of meer van het aantal resterende karkassen kan leiden. Per windpark kan dit echter enorm fluctueren van minder dan 10% per dag tot meer dan 50% per dag. Daarom dient predatieonderzoek in elk windpark opnieuw uitgevoerd te worden. Bij zoekfrequenties lager dan 2x per week is de kans om nog een slachtoffer te vinden al zodanig afgenomen, en de foutmarge zodanig toegenomen, dat geen betrouwbaar beeld van de mortaliteit en het betreffende soortenspectrum kan worden verkregen. De hoge zoekfrequentie die dus nodig is bij het monitoren van slachtoffers onder vleermuizen en kleine zangvogels heeft logischerwijs consequenties voor de kosten en vaak ook het aantal turbines (of grootte van de zoekcirkel) dat kan worden afgezocht.

Bij monitoringsprogramma's gericht op grotere soorten zoals watervogels en meeuwen kan worden volstaan met een lagere zoekfrequentie, bijvoorbeeld eens per een of twee weken (Strickland et al. 2011, Brenninkmeijer & Klop 2018). De verdwijnsnelheid onder deze soorten is relatief laag, en vaak blijven ook na predatie nog verenresten liggen die door een ervaren onderzoeker kunnen worden geïdentificeerd. In sommige gevallen kan een gemengde aanpak worden gebruikt, met voor grote soorten een lage zoekfrequentie (maar grote steekproef) en voor kleine soorten een hoge zoekfrequentie bij een laag aantal turbines (Smallwood 2013; Jenkins et al. 2015).

Kennis omtrent de aanwezigheid van predatoren (als Vos e.d.) in het plangebied kan worden gebruikt om de zoekfrequentie bij te stellen. Vaak is bij lokale terreineigenaren of jagers bekend welke predatoren in het gebied (al dan niet periodiek) aanwezig zijn.

Naast de grootte van de potentiële turbineslachtoffers speelt ook het terreintype een rol. Verschillende terreintypen rondom de turbines kunnen verschillende predatoren huisvesten en daarmee een effect hebben op de verdwijnsnelheid. De predatieproef, die altijd representatief moet zijn, moet in dat geval ook in meerdere terreintypen worden uitgevoerd.

### **Zoekoppervlak**

Bij monitoringsprogramma's wordt vaak een cirkel onder de turbine afgezocht met een straal ter grootte van de tiphoogte van de turbine, of minimaal 75% daarvan (Jenkins et al. 2015). In dit protocol gaan we uit van Hull & Muir (2010) deze hebben laten zien dat 99% van de slachtoffers van grote vogels binnen een straal van 1,24 maal de ashoogte van een grote windturbine valt. Van kleine vogels valt 99% van de slachtoffers binnen een straal van 0,86 maal de ashoogte van een grote windturbine. Uitgaande van Hull & Muir (2010) betekent dit bij moderne, grote turbines met een ashoogte van 120 m een zoekoppervlak van ca 3,8 ha (kleine vogels) tot 5,6 ha (grote vogels) per turbine. In de meeste gevallen kan niet het volledige zoekoppervlak worden afgezocht, doordat niet de volledige zoekcirkel afzoekbaar is vanwege ingezaaide gewassen, ontoegankelijke bebouwing of de aanwezigheid van

open water. Er moeten dan bij het opstellen van het monitoringsplan meer turbines worden opgenomen totdat je aan 100% zoekoppervlak komt.

In voorkomende gevallen kan in de tijd blijken dat de zoekcirkel niet volledig afzoekbaar is. In die gevallen moet een correctiefactor voor het percentage afzoekbaar oppervlak worden toegepast. Hoe groter het deel dat wel afzoekbaar is, hoe kleiner de correctiefactor en daarmee de onzekerheid rondom de inschatting van de werkelijke mortaliteit.

Er bestaan verschillende methoden om te corrigeren voor een klein zoekoppervlak. De meest eenvoudige bestaat uit een vermenigvuldiging gebaseerd op het percentage niet-afgezocht oppervlak (zie o.a. Winkelman 1992). Simpel gezegd, indien de helft van de zoekcirkel is afgezocht, moet het aantal gevonden slachtoffers worden verdubbeld. Hierbij wordt echter geen rekening gehouden met de ruimtelijke verdeling van de slachtoffers onder de turbine. Dat maakt deze methode vooral geschikt voor turbines waarbij het afzoekbaar oppervlak relatief groot is en op verschillende afstanden van de turbinemast kan worden gezocht. Dat is niet altijd mogelijk, bijvoorbeeld indien uitsluitend het verharde oppervlak direct rondom de turbinemast kan worden afgezocht. In dat geval is het van belang te weten hoe de ruimtelijke verdeling van de slachtoffers onder de turbine eruit ziet. Er bestaan verschillende methoden om deze verdeling in kaart te brengen en op basis hiervan een correctiefactor te berekenen, zoals logistische regressie of een correctie per afstandsklasse (McDonald et al. 2017). Bij vleermuizen dient die correctiefactor te zijn afgestemd op de rotordiameter (med. M. Boonman).

### **Zoeksnelheid**

De zoeksnelheid hangt af van de slachtoffers die verwacht worden. Voor vleermuizen en kleine vogels is de zoeksnelheid per turbine vrij laag: ca. 1 uur per turbine, waarbij ca. 1 ha heel nauwkeurig wordt afgezocht in banen van ca. 3 m breed. Voor grote vogels is de zoeksnelheid veel hoger: ca. 1 uur per turbine, waarbij ca. 3 ha wordt afgezocht in veel bredere banen (van ca. 10 m); deze hoge zoeksnelheid kan alleen indien de zoekoppervlakten goed afzoekbaar zijn; eventuele vegetatie dient laag te zijn. Is de vegetatie een deel van het jaar hoger, maar toch nog afzoekbaar, dan moet de zoeksnelheid daarop worden aangepast.

### **Vindkans en predatiekans**

Bij veldonderzoek naar mortaliteit door windturbines worden nooit alle slachtoffers gevonden. Een deel wordt door roofdieren en aaseters gevonden voordat ze door onderzoekers kunnen worden geraapt, en een deel is wel aanwezig, maar wordt niet gevonden (verscholen in de vegetatie of over het hoofd gezien). Daarom moeten gevonden aantallen altijd worden gecorrigeerd voor de predatiekans en de vindkans. Deze wordt experimenteel bepaald aan de hand van een vindkans- en predatieproef. Indien niet de volledige zoekcirkel effectief kan worden afgezocht op slachtoffers, dient ook een correctie voor het percentage afzoekbaar oppervlak te worden uitgevoerd.

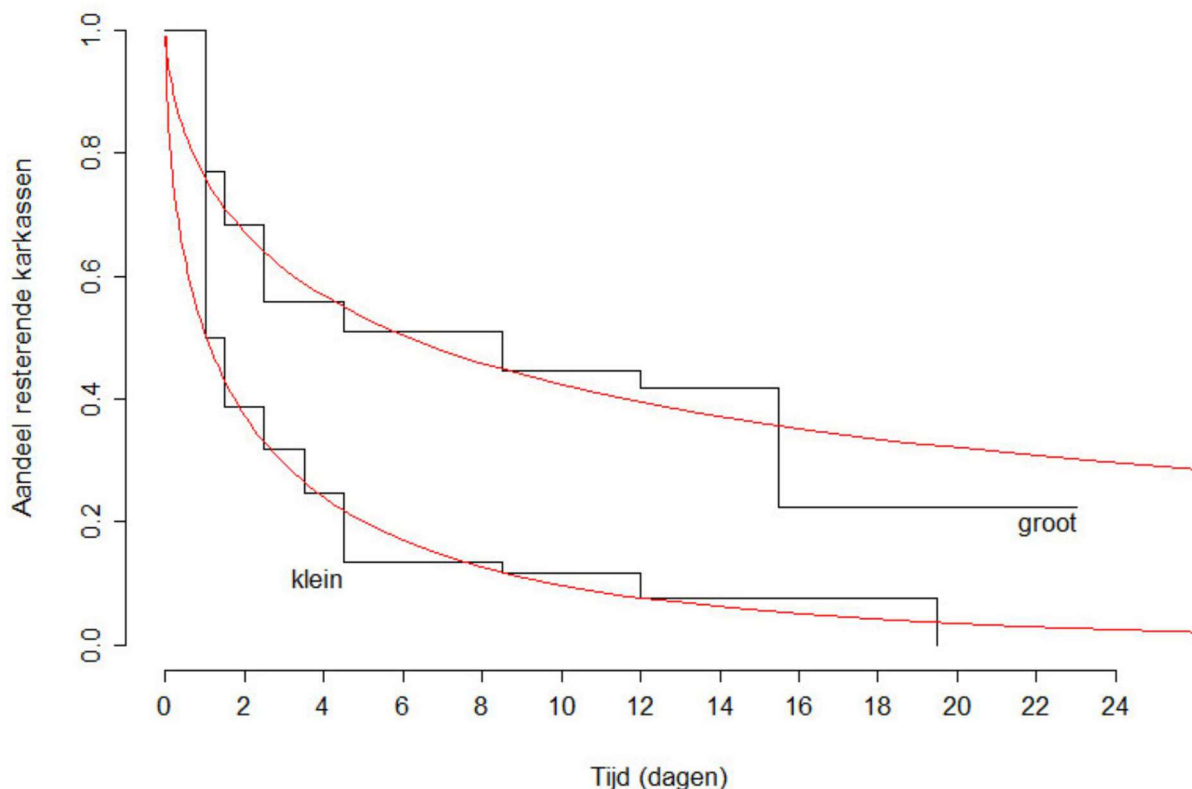
**Vindkans** De vindkans wordt bepaald door het uitleggen van een aantal dode dieren door de ene onderzoeker, waarna een andere onderzoeker (zonder kennis van de locaties en aantallen uitgelegde dieren) deze uitgelegde dieren probeert terug te vinden. De vindkansfactor wordt vervolgens berekend als de ratio van het aantal teruggevonden dieren ten opzichte van het aantal uitgelegde dieren. De vindkans hangt af van de ervaring van de onderzoeker en de mate waarin de dode dieren opvallen op de ondergrond. Dit wordt vooral beïnvloed door de grootte van het dode dier en het kleurcontrast tussen het slachtoffer en de ondergrond, maar ook de hoogte van de begroeiing speelt een belangrijke rol. Uit vogelonderzoek blijkt dat zelfs na intensief zoeken kleine vogels (vooral in ruigere vegetatie) moeilijk terug te vinden zijn. Om voor eventuele verschillen tussen zoekers te kunnen corrigeren, dient de vindkansfactor voor elke zoeker apart bepaald te worden. Uit verschillende studies blijkt dat zonder correcties voor de vindkans een ernstige onderschatting van het aantal aanvaringslachtoffers plaatsvindt (o.a. Everaert, 2008; Korner-Nievergelt et al. 2011; Péron et al. 2013). Indien sprake is van verschillende terreintypen waar slachtoffers kunnen liggen, zoals kaal (verhard) terrein en begroeid terrein, dient de vindkans voor de verschillende terreintypen bepaald te worden.

Terreintypen, die een deel van het jaar te ruig of ongeschikt zijn om te onderzoeken (bijvoorbeeld door gewasteelt of doordat de vegetatie te hoog is), dienen in die periode uitgesloten te worden. Dan wordt voor die periode de zoekoppervlakte kleiner. Indien de vegetatie in een gebied een aantal malen per jaar gemaaid wordt, kan het wel het hele jaar afgezocht worden.

Het aantal dieren dat wordt uitgelegd, moet voldoende groot zijn om statistisch te kunnen analyseren, maar niet zoveel dat sprake is van een 'gedekte tafel' voor aaseters. Vaak wordt een minimum van 20-30 dieren aangehouden (ca 1 dier per ha). De uitgelegde dieren moeten qua grootte en kleur min of meer overeenkomen met het verwachte soortenspectrum van de slachtoffers. Indien geen dode vleermuissoorten of wilde vogelsoorten beschikbaar zijn (bijvoorbeeld uit eerder slachtofferonderzoek), kunnen commercieel verkrijgbare dode donkergekleurde muizen (in plaats van vleermuizen) of kuikens, kwartels, eenden of duiven (in plaats van wilde vogels) als proxy worden gebruikt. De vindkans moet dan per relevante grootteklasse afzonderlijk worden bepaald.

**Predatiekans** Naast de vindkans moet ook worden gecorrigeerd voor de predatiekans. Een deel van de slachtoffers dat op de grond valt, wordt immers door roofdieren en aaseters verwijderd voordat ze door onderzoekers kunnen worden gevonden. De predatiekans is vaak hoog bij verse slachtoffers, maar neemt af naarmate een kadaver langer ligt. De predatiekans wordt bepaald door gedurende een bepaalde periode de snelheid te meten waarmee uitgelegde dode dieren verdwijnen door predatie. De duur van de predatieproef moet worden afgestemd op de zoekfrequentie; indien 1x per week wordt gezocht naar dode vogels, moet de predatieproef ook minimaal een week duren. Vanwege de hoge predatiekans van verse karkassen, moet met name in de eerste dagen na uitleggen dagelijks worden gecontroleerd op het aantal dieren dat nog aanwezig is. Na circa een week kan het zoekinterval worden vergroot.

De predatiekansen met bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen kunnen worden berekend door middel van een survival-analyse in een statistisch softwarepakket. 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 trapsgewijspatroon 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, kan een parametrische regressie uitgevoerd. Hierdoor wordt een vloeiende curve verkregen (zie figuur 1) die ook kan worden gebruikt voor interpolatie of extrapolatie, zodat de predatiekans voor ieder mogelijk tijdstip kan worden berekend.



**Figuur 1** Verloop van de predatiekans in Windpark Delfzijl-Noord voor grote (>100 g) en kleine (<100 g) vogelsoorten. De zwarte, trapsgewijze lijn geeft de Kaplan-Meier-functie weer; de rode, vloeiende lijn de regressielijn. De 95%-betrouwbaarheidsintervallen zijn hier niet weergegeven. Bron: Brenninkmeijer et al. (2017).

**Frequentie van vindkans- en predatiekansonderzoek** Als er terreintypen zijn die in bijvoorbeeld de winter beter af te zoeken zijn dan in de zomer, dan is het zinvol om predatie- en vindkansonderzoek in de relevante seizoenen uit te voeren.

Indien er onderzoek verricht wordt met verschillende zoeksnelheden (bijvoorbeeld vleermuizen en kleine vogels in het najaar met lage zoeksnelheid en grote vogels in de rest van het jaar met hoge zoeksnelheid), dan verschillen de vindkansen van het najaar met die van de rest van het jaar. In dat geval dienen voor beide perioden in elk geval de vindkans onderzocht te worden. Wanneer in een bepaalde periode van het jaar een hoge predatiefactor verwacht wordt (doordat er dan meer predatoren zijn of doordat de prooien gemakkelijker te vinden zijn vanwege bijvoorbeeld een kortere vegetatie), dan dient het predatieonderzoek in de verschillende relevante perioden uitgevoerd te worden. Wanneer een monitoring over 5 jaar of meer verloopt, dan dient na een aantal jaren het vindkans- en predatiekans-onderzoek herhaald te worden.



## Bijlage III: Opzet database

### Databank

Om meer inzicht te krijgen in overeenkomsten en verschillen in de aantallen slachtoffers van de diverse windparken en hoogspanningslijnen en de effecten van mitigerende maatregelen (ook in cumulatie met andere windparken en hoogspanningslijnen), zal een database worden opgezet met alle oude en nieuwe slachtoffermonitoringsgegevens van zowel turbines als hoogspanningslijnen. Deze manier van het borgen van de monitoring is één van de voorwaarden die 'Brussel' gesteld heeft aan Nederland. De huidige als de toekomstige monitoringsgegevens zullen hiertoe centraal en uniform worden ingezameld, gebundeld, bewerkt, geanalyseerd en gedeeld.

### Opzet

In deze notitie wordt de opzet van een database voorgesteld. Deze is gebaseerd op de voorgestelde opzet van een dergelijke database in hoofdstuk 12 Monitoring in Buy et al. (2018).

Een vervolgstap is deze opzet te stroomlijnen met de opzet van de huidige database van bestaande slachtoffermonitoringsgegevens door Bureau Waardenburg (peildatum juli 2020).

Zoals eerder in dit hoofdstuk beschreven, vormt de ontoegankelijkheid van monitoringsdata een obstakel voor verder onderzoek, effectbeoordelingen en het inschatten van cumulatieve effecten op kwetsbare soorten. Een centrale opslag van de resultaten van uitgevoerde monitoringsprogramma's in een voor onderzoekers toegankelijke database is een belangrijke stap om dit te verbeteren. Dergelijke databases zijn of worden ook in het buitenland opgezet, zoals in Frankrijk en Spanje.

Hieronder wordt een beknopte opzet gegeven van een dergelijke database en de parameters die daarbij van belang zijn. Vanwege de verschillen tussen windparken, terreintypen, locaties, methodiek en andere relevante parameters dienen dergelijke metadata ook in de database te worden verwerkt. Dit kan door in een relationele database de slachtofferdata te koppelen aan een aparte tabel met de betreffende metadata voor ieder specifiek monitoringsprogramma. De gebruiker kan dan met behulp van een query de gewenste data opvragen. Dergelijke technieken zijn eenvoudig toe te passen op bijvoorbeeld een website waar men de data kan inzien of downloaden.

## **Tabel 1: KENMERKEN WINDPARK**

### **Windpark:**

Naam windpark (volgens Windstats)  
Huidige eigenaar  
Minimaal aantal MW (volgens Windstats)  
Maximaal aantal MW (volgens Windstats)  
Jaar ingebruikname (volgens Windstats)  
Jaar buiten gebruik (volgens Windstats)  
Totaal aantal windturbines in park  
Kortste tussenafstand turbines (m)  
Langste tussenafstand turbines binnen deel (m)  
Type opstelling  
Coördinaten geometrisch middelpunt van windpark.

### **Turbine:**

Type windturbines  
Aantal rotorbladen per turbine  
Ashoogte (m maaiveld)  
Rotordiameter (m)  
Tiphoopte (m maaiveld)  
Tiplaagte (m maaiveld)

### **Omgeving**

Kenmerken omgeving (meerdere opties mogelijk)  
Rapportages, passende beoordelingen, MER's of aanvullende datasets  
Barrierewerking, slaaptrek, migratieroutes, inzicht in lokale omstandigheden (wakken, zandopspuiting, bemesting weilanden en dergelijke) en intensieve lokale vliegbewegingen

### **Mitigatie**

#### Vogels

Mitigatie in windpark toegepast  
Mitigatie voor vogels  
Vorm(en) van mitigatie  
Corridor door stilstand of weglaten turbine?  
Breedte corridor (m)  
Aantal turbines betrokken in corridor

#### Vleermuizen

Mitigatie voor vleermuizen  
Svz vleermuizen in hoeveel turbines  
Svz vleermuizen startsnelheid (m/s)  
Proactieve/ reactieve svz  
Hoogte batrecorder

## **Tabel 2: KENMERKEN MONITORING**

### **Algemeen**

Opdrachtgever

Uitvoerder.

Periode waarin monitoring heeft plaatsgevonden (jaar, begin- en einddatum, aantal maanden, seizoen, aantal zoekrondes en data).

Interval monitoring (meerdere opties mogelijk)

Aantal windturbines in monitoring (percentage)

Onderzocht gebied (straal in m)

Onderzocht gebied (oppervlakte in m<sup>2</sup>)

### **Meting**

Correctie voor vindkans toegepast

Correctie voor predatie toegepast

Correctie voor zoekoppervlak toegepast

Correctie voor periode niet gezocht

Zekerheid van identificatie, in drie klassen.

Zekerheid van de vastgestelde doodsoorzaak, in drie klassen (zeker, waarschijnlijk, mogelijk).

### **Gegevens**

#### Vogels

Sterfte vogels gemonitord

Datum, tijd, molenummer, vogelsoorten, status van de resten, afstand t.o.v. molenvoet.

Aantal vliegbewegingen (flux)

#### Vleermuizen

Sterfte vleermuizen gemonitord

Datum, tijd, molenummer, soort, status van de resten, afstand t.o.v. molenvoet

Vleermuissoorten gemonitord (meerdere opties mogelijk)

#### Weer

Temperatuur, windrichting, windkracht, windstoten vanuit turbine op rotorhoogte. Neerslag en temperatuur via KNMI. Uitzonderlijke weersomstandigheden (storm, sneeuw, vorst, hagel).

#### Wie heeft er gemonitord?

Organisatiennaam

Contactpersoon

Referentierapport/onderzoek

Email contactpersoon/organisatie

Telefoon contactpersoon/organisatie

Optioneel:

Vogels:

Aantal vliegbewegingen (flux)

Vlieggedrag

Doelsoorten monitoring (meerdere opties mogelijk)

Vleermuizen:

Vliegactiviteit

Methode vliegactiviteit monitoring

Positie vliegactiviteit (meerdere opties mogelijk)

**Tabel 3:**

Eventueel kan een derde tabel met soortinformatie worden opgenomen, zoals taxonomische informatie, status (broedvogel/doortrekker/wintergast/dwaalgast), landelijke populatiegrootte, Rode Lijst-status etc. In dat geval hoeven de velden m.b.t. soortgroep/familie en gewicht niet in de slachtoffertabel te worden opgenomen.