



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Protocollen vleermuisonderzoek bij windturbines

M. Boonman, H.G.J.A. Limpens, M.J.J. La Haye, M. van der Valk & J.C. Hartman



	Projectnr. Zoogdiervereniging: 2009.133 Projectnr. Bureau Waardenburg: 10-481
Status:	Definitief concept
Datum:	12 oktober 2013
Auteurs:	M. Boonman, H.J.G.A. Limpens, M.J.J. La Haye, M. van der Valk & J.C. Hartman
Coverfoto:	Martijn Boonman
Contactgegevens opdrachtgever	Agentschap NL Postbus 8242 3503 RE Utrecht
  Bureau Waardenburg bv <i>Adviseurs voor ecologie & milieu</i> <small>Postbus 365 4100 AJ Culemborg Telefoon 0345 51 27 10, Fax 0345 51 98 49 E-mail info@buwa.nl www.buwa.nl</small>	Zoogdiervereniging Contact: Stefan Vreugdenhil <i>Bezoekadres</i> Toernooiveld 1 6525 ED Nijmegen <i>Postadres</i> Postbus 6531 6503 GA Nijmegen Tel. 024 74 10 500 E-mail: secretariaat@zoogdiervereniging.nl Web: www.zoogdiervereniging.nl
Dit rapport kan geciteerd worden als: Boonman, M., H.J.G.A. Limpens, M.J.J. La Haye, M. van der Valk & J.C. Hartman, 2013. Protocollen vleermuisonderzoek bij windturbines. Rapport 2013.28, Zoogdiervereniging & Bureau Waardenburg	

Inhoud

1 Inleiding	4
1.1 Aanleiding	4
1.2 Doel	5
1.3 Slachtoffers zoeken en foutenbronnen onderzoeken.....	6
2 Protocol zoeken van vleermuislachtoffers bij windturbines	7
2.1 Vaststellen periode en zoekfrequentie.....	7
2.2 Vaststellen afzoekbaar oppervlak en zichtbaarheidsklassen	8
2.3 Slachtoffers zoeken	12
2.4 Schatting werkelijke aantal slachtoffers	14
3 Protocol zoekefficiëntie	16
3.1 Doel van experimentele bepaling van de zoekefficiëntie.....	16
3.2 Uitvoering van de test van de zoekefficiëntie	16
3.3 De zoekefficiëntie	18
4 Protocol verdwijnsnelheid	19
4.1 Doel van de verdwijproef.....	19
4.2 Uitvoering van de verdwijproef	19
4.3 Berekenen van de verdwijnkans (of verblijfkans)	21

5 Protocol akoestische monitoring	22
5.1 Onderzoekperiode	22
5.2 Hoeveelheid apparatuur	22
5.3 Detectortype	22
5.4 Gondel versus grondhoogte.....	23
5.5 Opstelling op gondelhoogte	23
5.6 Opstelling onderaan mastvoet	24
6 Landschappelijke kenmerken	26
6.1 Vraagstelling	26
6.2 Minimale afstand van windturbine tot landschaps- of habitatype.....	26
6.3 Oppervlaktes van landschaps- of habitatypes rond de windturbine.....	27
6.4 Fysisch geografische regio.....	27
7 Literatuur.....	28
Bijlage 1 Veldformulieren	30

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Vleermuizen zijn strikt beschermde soorten in het kader van de Flora- en faunawet. Ze lopen een risico slachtoffer te worden van windturbines. Het zijn vooral soorten welke in open terrein jagen of migreren, die een relatief groter risico lopen. Ook soorten die erg talrijk voorkomen, worden vaker gevonden.

De door Agentschap NL uitgevoerde Innovatieagenda Energie, onderdeel Wind op Land, van het Ministerie van Economische Zaken, heeft tot doel belemmeringen voor windenergie zo veel mogelijk op te heffen en innovatie te stimuleren. Het gestandaardiseerd uitvoeren van vleermuisonderzoek, in het kader van een uitgebreide toets (Flora- en faunawet) of passende beoordeling (Natuurbeschermingswet), levert een bijdrage aan het voorkomen van onnodige vertraging in het proces van planning en ontwikkeling van windparken.

Het is van belang meer inzicht te krijgen in de relaties tussen het slachtofferrisico en het optreden van slachtoffers aan de ene kant, en de periode in nacht of seizoen, windsnelheid, temperatuur en neerslag, standplaats en landschap aan de andere kant. Inzicht in deze relaties is nodig om het (potentieel) aantal slachtoffers van een bepaalde locatie te kunnen schatten, of aan te geven wat er gedaan kan worden om slachtoffers te vermijden.

In Duitsland heeft een groot onderzoek plaatsgevonden gericht op het statistisch koppelen van akoestisch gemeten vleermuisactiviteit bij windturbines, het aantal gevonden slachtoffers en de hiervoor genoemde parameters (Brinkmann et al. 2011). Met deze data is een statistisch model ontwikkeld, om aantallen slachtoffers te kunnen voorspellen op basis van akoestische activiteit en/of slachtofferonderzoek. Daarnaast kan met dit model worden aangegeven onder welke omstandigheden stilzetten van windmolens resulteert in een maximum aan vermindering van slachtoffers, tegen een minimum aan verlies aan opbrengst.

In het kader van de Innovatieagenda heeft Agentschap NL aan de Zoogdiervereniging, in samenwerking met Bureau Waardenburg, een opdracht verstrekt, voor het ontwikkelen van meet- en voorspelmethode van slachtofferrisico voor vleermuizen bij windturbines in Nederland, en het opstellen van protocollen voor standaardisering van onderzoek naar vleermuizen bij de ontwikkeling van windparken. Windenergie-producenten NUON en ENECO hebben financieel bijgedragen en onderzoek op hun locaties en in hun turbines mogelijk gemaakt.

Op 5 locaties in Noord-Holland, Flevoland en Zuid-Holland werd per locatie, tussen begin augustus en eind september, met automatische detectors (Anabat SD2), bij een turbine, de akoestische activiteit van vleermuizen op maaiveld en gondelniveau vastgelegd. Bij ten minste 2 turbines zijn afzoekbaar oppervlak- en zichtbaarheid-klassen van de vegetatie bepaald binnen en straal van 50 m vanaf de mastvoet en is slachtofferonderzoek uitgevoerd. Als onlosmakelijk onderdeel daarvan, is de zoekefficiëntie van waarnemers bepaald, evenals de verdwijnsnelheid van slachtoffers, ofwel wat kans is dat slachtoffers nog aanwezig waren (nog niet door aaseters opgeruimd) op moment van het zoeken. Daarnaast zijn met behulp van GIS en de CORINE database de landschapsparameters tot op een straal van 10 km vastgelegd (Limpens *et al.*, 2013).

Dit onderzoek is gedaan, voortbouwend op met het Duitse onderzoek en model en in samenwerking met de Duitse en Zwitserse collega's. De kennis die uit dit project voortkomt, levert een bijdrage aan het samengaan van de ontwikkeling van windenergie en de wettelijke bescherming van vleermuizen.

Theoretisch is het anno 2013 mogelijk met het model voor de Nederlandse situatie slachtofferrisico te voorspellen, of aan te geven wanneer stilzetten van turbines vermijden van slachtoffers maximaliseert tegen een minimum verlies aan energieopbrengst, op basis de combinatie van slachtofferdata, akoestische en weerdata (vooral windsnelheid) data, of op basis van akoestische data alleen. Die uitkomsten zullen nu echter nog sterk door de Duitse data worden meebepaald. Als er op typisch Nederlandse locaties voor windparken een lager slachtofferrisico zou zijn, zouden we daarmee de feitelijk nodige stilstand tijd dus mogelijk overschatten.

Het is van groot belang dat toekomstig onderzoek aan vleermuizen in het kader van de ontwikkeling van windparken, gebruik maakt van de hier ontwikkelde protocollen. Wanneer daaruit voortkomende data kunnen worden gebruikt voor dit model, zullen de schattingen en voorspelling steeds nauwkeuriger op de Nederlandse situatie en individuele locaties gericht zijn.

1.2 Doel

Het doel van het opstellen van deze protocollen is tweeledig.

1. Het geven van precieze richtlijn voor het veldonderzoek naar vleermuislachtoffers, zodat de uitkomsten statistisch goed verwerkt kunnen worden.
2. Het standaardiseren van vleermuislachtofferonderzoek in Nederland, zodat uitkomsten van toekomstige onderzoeken onderling zo veel mogelijk vergelijkbaar zijn.

1.3 Slachtoffers zoeken en foutenbronnen onderzoeken

Om op methodisch verantwoorde wijze een schatting te kunnen maken van het aantal vleermuizen dat verongelukt bij een windturbine of windpark, is het noodzakelijk om een aantal foutenbronnen te onderzoeken. Deze foutenbronnen zijn inherent aan de methode. Zij kunnen niet vermeden worden. De invloed van die foutenbronnen kan wel worden beperkt en hun grootte kan worden geschat (Niermann *et al.* 2011a). Daarom bestaat methodisch verantwoord slachtofferonderzoek uit een combinatie van onderdelen welke in samenhang uitgevoerd moeten worden. Deze worden in de volgende hoofdstukken als deel-protocollen uitgewerkt. Het gaat om:

1. Het vaststellen van de periode en frequentie waarin gezocht wordt. De aantallen en soorten slachtoffers kunnen verschillen tussen verschillende periodes in het seizoen in samenhang met verschillen in gedrag zoals de kraamtijd of de migratieperiode. De zoekfrequentie bepaalt de kans iets te vinden. (paragraaf 2.1).
2. Het vaststellen van het afzoekbaar oppervlak per turbine en het oppervlak aan verschillende zichtbaarheidsklassen. Het oppervlak onder een turbine kan meestal niet in zijn geheel effectief goed afgezocht worden, denk bijvoorbeeld aan het oppervlak aan water of hogere dichte vegetatie. Bij korte vegetaties, of op een wegdek is zichtbaarheid hoger dan bv. in een maisakker. In feite bepalen we hier de kans dat een slachtoffer terecht komt in een deelgebied waar slachtofferonderzoek kan plaatsvinden en plaatsvindt. Indien er in de loop van de zoekperiode grote veranderingen optreden in bv. de verdeling van de zichtbaarheidsklassen, zal dit herhaald moeten worden (paragraaf 2.2).
3. Het slachtofferonderzoek in engere zin, het daadwerkelijk zoeken naar slachtoffers (hoofdstuk 2.3).
4. Het vaststellen van de zoekefficiëntie. Gegeven de effectiviteit van individuele onderzoeker en de aanwezige zichtbaarheidsklassen, moet experimenteel worden vastgesteld hoe groot de kans is dat een aanwezige dode vleermuis bij het zoeken naar slachtoffers daadwerkelijk wordt gevonden. Afhankelijk van verschillen in structuur van de vegetatie tussen de turbines, moet dit per turbine of voor een locatie. Indien er in de loop van de zoekperiode grote verschillen gaan optreden, zal dit herhaald moeten worden (hoofdstuk 3).
5. Het vaststellen van de verdwijnsnelheid, of omgekeerd de verblijftijd. Vleermuisenkadavers verdwijnen als gevolg van de activiteiten van allerlei soorten aaseters. De snelheid waarmee dat plaats vindt moet experimenteel per locatie worden vastgesteld. Dit kan ook omschreven worden als het vaststellen van de verblijfkans, de kans dat een dode vleermuis na een zeker periode (bijv. een etmaal) nog aanwezig is, en dus gevonden zou kunnen worden. Afhankelijk van verschillen in vegetatiestructuur van het oppervlak onder de turbines, kan het nodig zijn dit per turbine uit te voeren. Indien er in de loop van de zoekperiode grote verschillen gaan optreden, zal dit herhaald moeten worden (hoofdstuk 4).

2 Protocol zoeken van vleermuislachtoffers bij windturbines

Dit protocol beschrijft de standaard werkwijze voor het zoeken naar vleermuislachtoffers onder windturbines. Hierop zijn de hiernavolgende deel-protocollen van toepassing.

2.1 Vaststellen periode en zoekfrequentie

Zoekperiode

Onderzoek naar aanvaringsslachtoffers vindt plaats in de periode dat vleermuizen actief zijn en dus risico lopen om slachtoffer te worden van een aanvaring met een windturbine. In Nederland betreft het globaal de periode van eind maart tot en met half oktober. In voor en najaar is vleermuisactiviteit sterk afhankelijk van de weersomstandigheden en vooral de temperatuur. Het is dus niet uit te sluiten dat er ook voor of na die periode vleermuisactiviteit en slachtofferrisico is.

Het slachtofferrisico verschilt per periode, in relatie tot een bepaald gedrag zoals het intensief foerageren tijdens de kraamtijd of het migreren en foerageren tijdens de migratieperiode. De precieze timing van dat gedrag in het seizoen kan ook worden beïnvloed door de weersomstandigheden.

De periode waarin gezocht wordt moet dan ook, ofwel alle verschillende periodes omvatten, ofwel met argumenten worden toegespitst op een periode waarin op die locatie a priori de grootste risico's worden verwacht, bv. de migratie- en kraamtijd.

Zoekfrequentie

De slachtoffers worden gezocht met een vaste zoekfrequentie, c.q. met een vaste periode tussen de zoekmomenten.

Vleermuislachtoffers verdwijnen relatief vaak al in de eerste dag. Hoe langer de periode tussen het vallen van het slachtoffer en het zoeken, hoe groter de kans dat het slachtoffer al verdwenen, of nauwelijks nog zichtbaar is (Niermann *et al.* 2011, Santos *et al.* 2011). Vleermuizen verdwijnen sneller dan vogels (Kerns *et al.* 2005) en sneller in de zomer dan in het voorjaar (Boonman *et al.* 2011). Een lage zoekfrequentie (< eens in de drie dagen) leidt onherroepelijk tot een relatief hogere verdwijnkans en daarmee mogelijk tot een overschatting van het aantal slachtoffers. Elke dag zoeken levert dan ook de meest accurate data, maar is uiteraard ook zeer arbeidsintensief.

Daarom is de aanbeveling elke dag te zoeken. Tegelijk wordt de vrijheid gegeven de frequentie aan te passen aan het ingeschatte risico. Die keuze moet echter met heldere argumenten worden uitgelegd. Op dit moment gaan wij op basis van literatuur (Niermann *et al.*, 2011a, Rydell *et al.*, 2010) uit van hogere risico's gedurende de migratieperiode in de nazomer / herfst. Daar waar een bepaalde soort in hoge dichtheid voorkomt en potentieel geschikte verblijfplaatsen aanwezig zijn, is ook gedurende de kraamperiode een verhoogde zoekfrequentie nodig.

In perioden met een laag risico (vroege voorjaar; tabel 1) kan worden volstaan met een frequentie van één maal per week. In meer risicovolle perioden wordt de zoekfrequentie verhoogd tot één maal per drie dagen. Daarbij is het onvermijdelijk ook in weekenden te zoeken.

Het zoeken gebeurt kort na zonsopkomst, wanneer er voldoende licht is om te zoeken.

Tabel 1 *Tijd van het jaar met de minimale zoekfrequentie. Indien potentieel geschikte verblijfplaatsen in de omgeving van het windpark ontbreken, kan in de periode eind mei-eind juli volstaan worden met een zoekfrequentie van 1 keer per week.*

<i>Periode</i>	<i>Zoekfrequentie</i>
<i>Eind maart – eind mei</i>	<i>1 keer per week</i>
<i>Eind mei – eind juli</i>	<i>1 keer per drie dagen</i>
<i>Eind juli – begin oktober</i>	<i>1 keer per drie dagen</i>

Vanaf eind maart tot ver in april worden de vleermuizen wakker uit hun winterslaap. Tevens treedt in deze periode doortrek van ruige dwergvleermuizen op. Desalniettemin heeft in deze periode in Europa weinig slachtofferonderzoek plaatsgevonden (Niermann *et al.*, 2011a, Rydell *et al.*, 2010, Boonman *et al.*, 2011). Voor zover dat wel is uitgevoerd, wijzen de resultaten er echter op dat het aandeel slachtoffers in deze periode relatief zeer laag is. Daarom wordt voor deze periode voorsnog geen intensiever onderzoek aanbevolen.

2.2 Vaststellen afzoekbaar oppervlak en zichtbaarheidsklassen

Het zoeken naar slachtoffers rond een windturbine wordt uitgevoerd binnen een cirkel met straal R vanaf de mastvoet. Met mastvoet wordt de onderzijde van de mast bedoeld, niet de eventuele fundering. De afstand wordt bepaald vanaf de buitenzijde van de mast, dus niet vanaf het hart van de mast.

Het af te zoeken oppervlak is evenredig met R^2 . Het aantal slachtoffers, en vooral de dichtheid aan slachtoffers, neemt echter af met de afstand tot de mast (Niermann *et al.* 2011a, b). Het nut van het afzoeken van een groter oppervlak neemt daarom, boven een nader vast te stellen waarde, naar verhouding snel af.

Het blijkt dat vleermuisslachtoffers sterk geconcentreerd rond de mastvoet worden gevonden. Dit is anders dan bij vogels. Dit kan vermoedelijk worden verklaard uit fysische eigenschappen van de kadavers en het feit dat vleermuisslachtoffers vooral bij lage windsnelheid optreden (Niermann *et al.* 2011a).

Men zou verwachten dat de omvang van het gebied waarin slachtoffers worden gevonden, mede afhankelijk is van de ashoogte en van de rotordiameter. Er wordt aanbevolen om een zoekstraal van ten minste $R = 0.5$ ashoogte te hanteren. (zie ook (Niermann *et al.*, 2011a). Voor de meeste windturbines is een zoekstraal van 50 m voldoende.

Uiteindelijk wordt een gefundeerde schatting gemaakt voor het aandeel slachtoffers dat buiten de zoekcirkel kan liggen.

2.2.1 Uitzetten van de zoekcirkel

Bij elke te onderzoeken turbine wordt de buitenrand van de zoekcirkel, onder gebruikmaking van een lang touw, meetlint of elektronisch meetgerij, op tenminste twintig punten gemarkeerd (bijv. door een bamboestok met een vlaggetje). Hierdoor is het mogelijk om systematisch heen en weer te lopen van de ene zijde van de zoekcirkel naar de andere.

Het is raadzaam het uitzetten van de zoekcirkel met ten minste twee personen uit te voeren.

Almere - turbine A10



2.2.2 Vastleggen afzoekbaarheid en zichtbaarheidsklassen voor het eerste bezoek

Het zou ideaal zijn om het hele gebied binnen de 50 m cirkel te kunnen doorzoeken. Als het mogelijk is de vegetatie/structuur van dat oppervlak zelf (mede) te bepalen, wordt aanbevolen, er voor de duur van het project een overzichtelijke bv. korte grazige structuur van te maken.

Door de aanwezigheid van ontoegankelijke terreinen en terreindelen met hoog opgaande vegetatie of water, is het echter in de praktijk meestal niet mogelijk om de gehele zoekcirkel vlakdekkend te doorzoeken. Om uiteindelijk een betrouwbare raming van het werkelijk aantal slachtoffers te kunnen maken, is het van groot belang om te weten welk deel onderzocht is en met welke kans op succes.

Daarom wordt, na het uitzetten van de zoekcirkel(s), op kaart en/of luchtfoto (bijvoorbeeld Bing Maps) vastgelegd welke delen van het zoekgebied daadwerkelijk kunnen worden afgezocht en wat het oppervlak van de verschillende "zichtbaarheidsklassen" of "afzoekbaarheidsklassen" zijn.

Daarbij wordt de volgende indeling gehanteerd (conform Niermann *et al.*, 2011a).

1. (nagenoeg) kaal: verharding, kale grond, ijle, lage vegetatie; bedekking minder dan 10%, begroeiing lager dan 20 cm.
2. half begroeid: grazige of kruidige vegetatie; bedekking 10-75%, vegetatie lager dan ca. 20 cm.
3. geheel begroeid: grazige of kruidige vegetatie; bedekking hoger dan 75%, vegetatie hoger dan ca. 20 cm, maar lager dan ca. 50 cm.
4. te dicht begroeid / niet toegankelijk: water, moeras, struweel, struiken, hagen, bosschages, kruidige vegetaties hoger dan ca. 50 cm, gewassen, stortstenen en terreinen waarvoor geen toestemming is om die te betreden.

De gegevens over de zichtbaarheid / afzoekbaarheid worden vervolgens in GIS verwerkt, om zo nauwkeurig mogelijk binnen ringen op 10, 20, 30, 40 en 50 m van de (buitenzijde van de) mastvoet, een schatting te maken van het afzoekbaar oppervlak en daarbinnen de zichtbaarheidsklassen. Dat is van belang omdat de zoek efficiëntie en de verdwijnsnelheid, en dus de vindkans, per klasse kan verschillen.



Figuur 1. Beeld van de omgeving van de mastvoet.

De zoekcirkel wordt daartoe opgedeeld in ringen met een breedte van 10 m ten opzichte van de mastvoet. Dus ring 1 is de strook rond de mastvoet van 0-10 m, ring 2 is de strook van 10-20 m rond de mastvoet, enz. Het vastleggen van de verdeling van de vier afzonderlijke terreintypes binnen de zoekcirkel geschiedt dus ook per ring. Op basis van deze informatie wordt uiteindelijk per ring voor ieder terreintype het percentage telbaar oppervlak berekend.

Op grond van de gegevens van het eerste bezoek, wordt een terreinkaart gemaakt die bij de volgende veldbezoeken als uitgangspunt kan worden genomen. Op deze terreinkaart worden ook ringen op 10, 20, 30 en 40 m van de (buitenzijde van de) mastvoet aangegeven.

Voor schattingen, voorspellingen en modelering is het van belang voldoende data te verzamelen. Het is zinvol om slachtofferonderzoek uit te voeren bij ten minste 10% van turbines in een windpark, met een minimum van 2. Daarbij wordt uitgegaan van een afzoekbaar oppervlak van '2 x de gehele zoekcirkel met radius 50 m vanaf de mastvoet'. Wanneer het reëel afzoekbaar oppervlak klein is, wordt aanbevolen het zoeken uit te breiden naar andere turbines in het park, om cumulatief een werkelijk afgezocht oppervlak van '2 x 100% van de zoekcirkel met radius 50 m vanaf de mastvoet' te realiseren.

2.2.3 Vastleggen veranderingen

Tijdens ieder veldbezoek, wordt op de veldkaart per 10 m ring vastgelegd welk gedeelte van de zoekcirkel daadwerkelijk kon worden doorzocht (verandering afzoekbaar oppervlak). Tevens wordt aangegeven of er wijzigingen zijn in de zichtbaarheid van potentiële slachtoffers c.q. de afzoekbaarheid van terreindelen. Veranderingen daarin kunnen optreden door het groeien van vegetaties, door maaien, het inlaten van grazers enz.

2.2.4 Correctie voor afzoekbaar oppervlak en zichtbaarheidsklassen

Het schatten van afzoekbaar oppervlak en zichtbaarheidsklassen per 10 m ring is van belang, omdat de verdeling van (gevonden) slachtoffers sterk gepiekt is rond de mastvoet (Brinkmann & Schauer-Weisshahn, 2006, Niermann *et al.*, 2011a). Er is dus een afnemende kans dat er een slachtoffer in het te doorzoeken gebied valt, met grotere afstand tot de mastvoet. Als gevolg daarvan is de correctie voor het niet volledig kunnen afzoeken van het zoekgebied, accurater wanneer die per 10 m ring gebeurt, dan wanneer die voor het 50 m zoekgebied in een keer gebeurt.

Voor iedere ring dient een schatting gemaakt te worden van het aandeel slachtoffers dat daarin terecht komt, op basis van in de literatuur tot dan toe beschreven ervaringswaarden. In tabel 2 is een dergelijke schatting weergegeven, waarbij ook wordt aangenomen dat een klein percentage van de slachtoffers (3% in tabel 2), op meer dan 50 m van de mastvoet terecht komt en dus buiten de zoekcirkel valt. Tabel 2 is een voorbeeld en de weergegeven waarden zijn mogelijk niet representatief voor turbines met een ashoogte van meer dan 110 m. Het is raadzaam om bij schattingen voor die hogere turbines de meest recente literatuur te raadplegen. Indien deze schattingen niet in de literatuur te vinden zijn kunnen deze zelf bepaald worden door vleermuislachtoffers vanuit de gondel te laten vallen bij een windsnelheid van 3 m/s en te bepalen in welke zoekringen deze terecht komen.

Tabel 2. *Aandeel slachtoffers per ring, geschat op basis van Brinkmann & Schauer-Weisshahn, 2006 en Niermann et al., 2011a.*

<i>Ring</i>	<i>Aandeel slachtoffers</i>
1 (0-10 m)	25%
2 (10-20 m)	30%
3 (20-30 m)	20%
4 (30-40 m)	15%
5 (40-50 m)	7%
6 (>50 m)	3%
<i>Totaal</i>	<i>100%</i>

Per ring wordt de kans berekend dat een slachtoffer valt in het afzoekbare gedeelte. Die kans is gelijk aan het totaal oppervlak in ring n en het afzoekbaar oppervlak in ring n.

Vervolgens wordt de kans berekend dat een slachtoffer ergens in het afzoekbare deel van de zoekcirkel valt. Daartoe wordt de kans per ring vermenigvuldigd met het aandeel slachtoffers dat in die ring valt en over alle ringen gesommeerd.

De kans dat een slachtoffer terecht komt in het afzoekbare gedeelte van de zoekcirkel wordt berekend met de volgende formule.

$$x = \sum (n=1 \text{ to } 5) x_n \cdot a_n$$

Waarbij

x = kans dat een slachtoffer in het afzoekbare gedeelte van de zoekcirkel valt

x_n = kans dat slachtoffer in afzoekbare gedeelte van de n-de zoekring valt

a_n = aandeel van n-de zoekring in het totaal aantal slachtoffers (conform tabel 2)

Daarmee hebben we een correctiefactor¹ (correctiefactor = $1/x$) om het gevonden aantal slachtoffers te corrigeren voor het totale afzoekbaar oppervlak en de zichtbaarheidsklassen.

2.3 Slachtoffers zoeken

2.3.1 Systematisch doorkruisen van het terrein

Het uitzetten van de zoekcirkel is hiervoor beschreven. Binnen deze cirkel wordt lopend gezocht naar dode (of gewonde) vleermuizen. Het zoeken gebeurt op systematische wijze door de zoekcirkel te doorkruisen in parallelle zoekpaden die 3 m uiteen liggen. Zodoende wordt steeds aan weerszijden een strook van 1,5 m naar slachtoffers gezocht. Zorg voor voldoende markeringspaaltjes aan de buitenzijde van de 50 m cirkel, zodat de oriëntatie gemakkelijk is.

Het is het handigst als de zoekpaden parallel lopen met landschappelijke structuren als dijken, sloten, wegen en/of akkerranden. Houd daar met de plaatsing van de markeringen al rekening mee.

Binnen de zoekcirkel wordt niet naar slachtoffers gezocht op delen van het terrein waar de vegetatie in zichtbaarheidsklasse 4 valt.

Gebruik een veldformulier (zie bijlage). Op het veldformulier worden genoteerd: begintijd, eindtijd, weersomstandigheden en eventuele bijzonderheden.

2.3.2 Tijdsinvestering

Het volledig afzoeken van de cirkel onder de turbine met een straal van 50 m kost minimaal ongeveer 45 minuten. In moeilijk terrein en wanneer veranderingen of slachtoffers vastgelegd moeten worden kan dit gemakkelijk oplopen tot een uur per turbine.

2.3.3 Wat te doen bij vondst van een vleermuis?

Het dier krijgt een label met datum en vondstnummer. De positie van alle gevonden slachtoffers wordt vastgelegd met behulp van een GPS en bovendien nauwkeurig op een veldkaart ingetekend. Daarnaast worden van ieder slachtoffer nauwkeurig de afstand tot en de richting ten opzichte van de mast en datum en tijdstip van de vondst vastgelegd.

Voor zover zichtbaar en mogelijk tijdens de zoekronde, worden van ieder slachtoffer de volgende kenmerken op het veldformulier genoteerd: soort, geslacht, leeftijd, versheid van het kadaver, zichtbare uitwendige verwondingen, sporen van aaseters (o.a. mieren) en eventuele andere bijzonderheden. Eitjes of larven van vliegen kunnen een indicatie geven van hoe lang een slachtoffer er al ligt. De vondsten worden gefotografeerd en verzameld. Kadavers worden met handschoenen gehanteerd en gelabeld in een zakje meegenomen. Denk eraan dat voor het meenemen en bewaren van dode vleermuizen een ontheffing op de Flora- en faunawet nodig is.

¹ In bijlage een voorbeeld veldkaart om dit vast te leggen

Het is van belang dat het zoeken, elke ronde op vergelijkbare wijze gebeurt. Dus ook de lengte van de zoekperiode moet vergelijkbaar zijn. Als het ‘‘verwerken’’ van de gevonden vleermuis (te) lang duurt, worden eerst die kenmerken vastgelegd die in het veld bij het vinden moeten worden vastgelegd, en wordt vervolgens het zoeken hervat. Direct na het zoeken worden dan de overige kenmerken vastgelegd. Het is van belang dat direct te doen, zodat geen kenmerken verloren gaan.

De benodigdheden in het veld zijn:

- Veldkaarten en formulier PM Formulieren in bijlage!
- GPS, of smart phone met GPS en kompasfunctie
- Meetlint of elektronisch meetgerei (bepaling afstand tot mastvoet)
- Labels
- Fototoestel
- Handschoenen
- Luchtdicht afsluitbare zakjes + koelbox
- Schrijfmateriaal

2.3.4 Afhandeling

De gevonden vleermuizen/kadavers worden zo spoedig mogelijk na de vondst ingevroren voor eventueel nader onderzoek. Een alternatief is om ze op alcohol of formaline te bewaren.

In ieder geval worden de vleermuizen, de kadavers zo snel mogelijk door een ter zake deskundige gedetermineerd, op soort, geslacht en leeftijd, voor zover mogelijk.

De gegevens van iedere vondst, zoals die zijn vastgelegd op het veldformulier en de kaart, worden zo snel mogelijk ingevoerd in het waarnemingenbestand. Daarbij worden tevens de namen van de veldmedewerker en de determinator vastgelegd.

2.4 Schatting werkelijke aantal slachtoffers

Er zijn verschillende manieren om de hierboven beschreven kansen te verwerken tot een schatting van het werkelijke aantal slachtoffers (bijvoorbeeld Niermann *et al.* 2011a; online wildlife fatality estimator). De schatters verschillen met name bij de omgang met de verdwijnkans. Sommigen veronderstellen een constante verdwijnsnelheid, terwijl andere rekening houden met het feit dat slachtoffers die op dag 1 verdwijnen, later niet meer gevonden kunnen worden.

We raden aan om te werken met de "Oikostat-model" of "BMU" model, omdat dit model anno 2013 geldt als *best practice* en de beste schatting geeft (zie Korner-Nievergelt *et al.* 2001, Niermann *et al.*, 2011a).

Hieronder is in het tekstvak een voorbeeld gegeven van de wijze waarop een raming van het werkelijke aantal slachtoffers globaal in zijn werk gaat. Dit geeft inzicht in de wijze van berekening en waarom afzoekbaar oppervlak, zichtbaarheidsklassen, vindkans en verdwijnkans nauwkeurig moeten worden bepaald.

Het Oikostat model is een nadere uitwerking hiervan. Voor het volledige model wordt verwezen naar Korner-Nievergelt *et al.* (2001).

Het werkelijke aantal slachtoffers in de onderzoeksperiode kan worden geschat op basis van het aantal gevonden slachtoffers en de ontdekkingswaarschijnlijkheid p (Arnett *et al.* 2010).

In formule:

$$M = C / q$$

Waarbij

M = geschat werkelijk aantal slachtoffers

C = aantal gevonden slachtoffers

q = ontdekkingskans of kans dat een werkelijk aanwezig slachtoffer ook gevonden wordt

De ontdekkingskans q is afhankelijk van de volgende variabelen die per studie bepaald dienen te worden.

o = aandeel van het totale oppervlak dat afgezocht is. Dit is gewogen naar de kans dat zich in dit oppervlak slachtoffers bevinden (aandeel slachtoffers per zoekring; tabel 2).

v = aandeel vleermuizen dat door waarnemers gevonden wordt (vindkans).

p = aandeel van vleermuizen dat niet verdwijnt door predatie (verblijfkans = 1 - verdwijnkans).

e = effectieve interval. Verhouding tussen de tijdsduur waarin 99% van de slachtoffers verdwijnt en het gemiddelde zoekinterval.

Deze kansen worden bepaald door waarnemingen en experimenten in het veld. De verblijfkans is mede afhankelijk van de frequentie waarmee het slachtofferonderzoek plaats vindt. In de volgende hoofdstukken wordt aangegeven hoe deze kansen het beste kunnen worden bepaald.

3 Protocol zoekefficiëntie

Bij het uitvoeren van slachtofferonderzoek dient de effectiviteit van de zoekinspanning, of zoekefficiëntie te worden vastgesteld.

3.1 Doel van experimentele bepaling van de zoekefficiëntie

Om een betrouwbare schatting te kunnen maken van het werkelijk aantal slachtoffers, is het nodig, rekening te houden met het feit dat de veldmedewerker niet alle dode vleermuizen vindt die aanwezig zijn. De zoekefficiëntie moet experimenteel worden vastgesteld door te onderzoeken welk aandeel van bewust uitgelegde 'slachtoffers' of 'dummies' door de waarnemers worden gevonden.

De zoekefficiëntie hangt onder meer af van de veldmedewerker en van het terreintype (ondergrond, begroeiing = zichtbaarheidsklassen). Daarom moet een test in de praktijk worden uitgevoerd met iedere veldmedewerker, voor ieder windpark en moeten daarbij alle zichtbaarheidsklassen voldoende worden onderzocht.



Figuur 2. Beeld van moeilijker te doorzoeken vegetatie

Aangezien de zoekefficiëntie gedurende het seizoen kan veranderen (door verandering in de vegetatie), zal het bij grote verandering nodig zijn de zoekefficiëntie meer dan eens te testen.

Wanneer een seizoenlang wordt gezocht, wordt aanbevolen om (voor iedere veldmedewerker) verspreid over het seizoen ten minste drie tests van de zoekefficiëntie uit te voeren.

3.2 Uitvoering van de test van de zoekefficiëntie

Een bepaling van de zoekefficiëntie zou bij voorkeur met echte dode vleermuizen moeten worden uitgevoerd. Deze zijn echter over het algemeen niet in voldoende grote aantallen voorhanden. Uit experimenteel onderzoek is gebleken dat voor tests van zoekefficiëntie ook met dode (donkere) laboratoriummuizen of -ratten van vergelijkbare grootte gewerkt kan worden. Pluche donkerbruine speelgoedmuizen of zelfgemaakte dummies van vergelijkbare grootte lijken echter even geschikt. Deze zijn gemakkelijk verkrijgbaar en hanteerbaar. Aanbevolen wordt de staart er af te knippen, omdat deze relatief opvallend is. We zullen de uit te leggen proefdieren aanduiden met "muizen"; dat kunnen dus zowel vleermuizen, als muizen, als dummies of pluche muizen zijn.

Bij een test van de zoekefficiëntie worden door een onafhankelijk onderzoeker, die niet de zoeker van die betreffende locatie is, 10 tot 20 "muizen" per terreintype / zichtbaarheidsklasse op representatieve plaatsen binnen het onderzoeksgebied uitgelegd.



Figuur 3. dummie type 'Waardenburg'

Het neerleggen kan op diverse manieren gebeuren: in de vegetatie stoppen, op de vegetatie laten vallen, etc. Het verdient de voorkeur de dummies min of meer te laten vallen (van een geringe hoogte). Het is zeker niet de bedoeling de fopmuizen diep in de vegetatie weg te stoppen.

Het uitleggen van de 'muizen' gebeurt onverwacht, bv. de avond voor de reguliere controle. Voorkom loopsporen die de zoeker kan herkennen en attenter maakt.

De "muizen" worden genummerd. De positie van de "muizen" wordt bij het uitleggen ingetekend op kaart en met GPS ingemeten. Zodoende kan worden nagegaan hoeveel en welke uitgelegde "muizen" door de veldonderzoeker worden teruggevonden.

De veldonderzoeker dient bij voorkeur niet te weten² dat de test er is, en in ieder geval op de standaard manier de zoekcirkels te doorlopen en doorzoeken, en dient niet langer dan normaal over het doorzoeken van een zoekcirkel te doen (afgezien van de tijd die nodig is om het nummer en de positie van de gevonden "muizen" in te meten).

² Als er gewerkt wordt met dummies of muizen en ratten, zal de veldwerker na het vinden van 1 "muis" natuurlijk weten dat er getest wordt.

3.3 De zoek efficiëntie

De zoek efficiëntie y wordt eenvoudig aan de hand van de volgende formule berekend.

$$y = \# \text{ teruggevonden pluche muizen} / \# \text{ uitgelegde pluche muizen}$$

Met logistische regressie kan het effect van het terreintype/zichtbaarheidsklasse, de veldmedewerker en de proef, op de zoek efficiëntie y bepaald worden. Indien een significant verschil tussen terreintypen, veldmedewerkers en/of proeven wordt gevonden, dienen afzonderlijke correctiefactoren voor de zoek efficiëntie berekend te worden voor de significant afwijkende groepen.

De correctiefactor(en) voor de zoek efficiëntie wordt berekend met de volgende formule:

$$\text{correctiefactor} = 1/y$$

Indien verschillende zichtbaarheidsklassen afzonderlijke correctiefactoren hebben, kan ervoor gekozen worden om vervolgens, op basis van de gemiddelde bedekking van de zoekcirkel met de betreffende terreintypen, de gemiddelde zoek efficiëntie over het gehele terrein te berekenen, op basis waarvan één overkoepelende correctiefactor berekend kan worden volgens de hiervoor weergegeven formule.

De zoek efficiëntie en de parameters waaruit die berekend wordt hebben natuurlijk een bepaalde bandbreedte. In principe kunnen de beschikbare getallen recht toe recht aan verrekend worden. Het is ook mogelijk om de berekening statistisch eleganter te benaderen door middeling van herhaalde simulaties met betrouwbaarheidsintervallen (zie o.a. Korner-Nievergelt *et al.* 2011).

4 Protocol verdwijnsnelheid

Bij het uitvoeren van slachtofferonderzoek dient steeds te worden vastgesteld wat de 'verdwijnsnelheid', of omgekeerd, de 'verblijftijd' van kadavers is.

4.1 Doel van de verdwijnproef

Een essentieel onderdeel van slachtofferonderzoek is het onderzoek naar de snelheid waarmee vleermuiskadavers uit het onderzoeksgebied verdwijnen, door aaseters (van slakken, mieren en kevers tot vogels en zoogdieren) of andere factoren.

De snelheid waarmee kadavers verdwijnen, is mede bepalend voor de kans dat slachtoffers worden teruggevonden. De verdwijnsnelheid hangt onder meer af van het terreintype en het seizoen .

De verdwijnsnelheid wordt per locatie experimenteel bepaald. Op verschillende momenten worden op verschillende plaatsen, een aantal donkere laboratoriummuizen of ratten van met vleermuizen vergelijkbare groottes uitgelegd. Vervolgens, wordt gemeten, welk aandeel bij volgende veldbezoeken nog kan worden teruggevonden. Er wordt vervolgens uitgegaan van de aanname dat er geen verschil is tussen de verdwijnsnelheid van deze muizen en de vleermuislachtoffers.

Als er binnen de zoekperiode grote veranderingen zijn in de vegetatiestructuur van het zoekgebied of de directe omgeving daarvan, kan het nodig zijn de verdwijnsnelheid te herhalen.

4.2 Uitvoering van de verdwijnproef

Bij een verdwijnproef worden door de vaste veldonderzoeker ten minste 20 vers dode, niet ingevroren, donkere laboratoriummuizen of - ratten uitgelegd, met een vergelijkbare grootte als vleermuizen.

De muizen worden in principe gelijkmatig verdeeld over de drie doorzoekbare terreintypen of zichtbaarheidsklassen, met een zoveel mogelijk gelijk aantal dieren per zichtbaarheidsklasse. Bij slechts 2 doorzoekbare terreintypes, worden dus in principe in ieder terreintype 10 muizen neergelegd.

Indien terreintypen echter sterk in oppervlak verschillen (bijvoorbeeld 400m² type 1, en 40m² type 2), worden de muizen meer evenredig verdeeld: bijvoorbeeld 15 muizen in type 1 en 5 muizen in type 2. Maar de dieren worden met opzet niet helemaal evenredig verdeeld. Bij een te klein aantal dieren in een zichtbaarheidsklasse speelt toeval een te grote rol.

Het is belangrijk te voorkomen dat er een 'leer-effect' kan optreden, waarbij door de geconcentreerde ligging van de muizen (veel muizen op een klein oppervlak) een veel sterker verdwijneffect optreedt, dan in werkelijkheid bij een grotere spreiding zou gebeuren.

De muizen worden bij voorkeur zo kort mogelijk voor de avondschemering vóór een telronde uitgelegd.

Per windpark worden de 20 muizen uitgelegd onder 1 turbine, waarbij ook het reguliere zoeken van vleermuislachtoffers plaatsvindt. De muizen worden evenredig over de zichtbaarheidsklassen verdeeld. Om het terug vinden van de muizen te vergemakkelijken is het aan te bevelen om de muizen op een gestandaardiseerde wijze uit te leggen: muizen worden neergelegd met een vaste tussenafstand van 5 meter met, aan het eind en begin van de rij, een markeringsstok. Daarbij de 1^e en laatste muis pas op 5 meter van de markeringsstokken neerleggen. De locaties van de transecten met muizen worden van tevoren op kaart aangegeven door de veldmedewerker die de situatie ter plekke het beste kent, zodat een evenredige verdeling tot stand komt.

Alle uitgelegde muizen zijn voorzien van een donker label met een nummer eraan en onder iedere muis wordt in/op de grond (niet zichtbaar) een tweede label geplaatst. Daarnaast wordt bij iedere locatie een satéprikker in de grond geplaatst om de plek te markeren. Iedere uitgelegde muis wordt nauwkeurig ingetekend op een veldkaart en de locatie wordt ingemeten met een GPS.

De uitgelegde muizen worden gedurende een periode van ten minste tien dagen (Rodrigues *et al.* 2008) teruggezocht, te beginnen op de eerste ochtend na het uitleggen. Hierbij dient in ieder geval de eerste 3-4 dagen elke dag te worden gezocht, aangezien in deze periode de meeste dieren verdwijnen. Vanaf dag 5 kan aangesloten worden op het reguliere slachtofferonderzoek dat om de drie dagen plaatsvindt. Elke dag zoeken gedurende tien dagen is echter beter.

Indien de uitgelegde muis (of alleen het label op de grond) wordt teruggevonden, dient zoveel mogelijk informatie verzameld te worden aangaande: aanwezige aaseters, sporen van aaseters, aantasting of verplaatsing van het kadaver en eventuele andere bijzonderheden.

Omdat de verdwijnsnelheid varieert over het seizoen, door verschillen in hoogte en dichtheid van vegetatie van het zoekgebied en de omgeving, en in activiteit van aaseters, wordt aanbevolen om de verdwijnprouf één- of tweemaal te herhalen als over een langere periode slachtoffers worden gezocht.

Bij de correctie voor het verdwijnen van slachtoffers, wordt ervan uitgegaan dat het verdwijnen van de slachtoffers vooral in de tweede helft van de nacht plaatsvindt en de slachtoffers vooral in de eerste nachthelft vallen (Niermann *et al.* 2011). Bij het slachtofferonderzoek in de morgen hebben de verse lijkjes slechts 12 uur gelegen, maar dat komt dan vrijwel overeen met de kans op verdwijnen in een etmaal. Als het verdwijnen van slachtoffers vooral plaatsvindt door activiteit van ongewervelden, moet deze aanname wellicht worden aangepast.

Voor het bepalen van de verdwijnsnelheid betekent dit dat er naar gestreefd moet worden de muizen zo kort mogelijk voor de avondschemering uit te leggen. Dit komt zo goed mogelijk overeen met het vallen van slachtoffers in de eerste nachthelft.

Met behulp van een statistische toets dient te worden nagegaan of de verdwijnsnelheid per vegetatietype verschilt.

Als er in een seizoen meer verdwijnprouven op dezelfde locatie worden gehouden, wordt aanbevolen de resultaten statistisch met elkaar te vergelijken, om te onderzoeken of de verdwijnsnelheid varieert over het seizoen.

Indien er sprake is van significante verschillen, moeten voor de significant verschillende perioden en/of terreintypen, afzonderlijke correctiefactoren voor de verdwijnsnelheid berekend worden.



Figuur 4. Voorbeeld van veranderende zoekomstandigheden

4.3 Berekenen van de verdwijnskans (of verblijfkans)

Met behulp van statistische software (bijvoorbeeld R), kan het best passende model worden berekend dat de verdwijnsnelheid weergeeft. Er zijn twee relatief eenvoudig te bepalen manieren om te verdwijnen te beschrijven, die geschikt zijn voor een voldoende nauwkeurige beschrijving van het verdwijnen:

- lineair, ofwel: ieder etmaal verdwijnt een gelijk aantal dieren; bijv. 1/7^{de} zodat na een week alle dieren verdwenen zijn.
- exponentieel, ofwel: ieder etmaal verdwijnt een gelijk aandeel van de dieren; het voordeel hiervan is dat er met een eenduidige kans op verdwijnen kan worden gerekend. Deze kans is complementair aan de kans waarin we eigenlijk geïnteresseerd zijn: de kans dat een kadaver is blijven liggen zodat die gevonden kan worden. Deze kans neemt na geruime tijd af tot een waarde in de buurt van nul.

Als met een vast zoekinterval (zoeken iedere d dagen) wordt gewerkt, kan op beide wijzen de overblijfkans z na d dagen worden vastgesteld. Dat kan ook bij $d = 1$.

5 Protocol akoestische monitoring

Wat is er technisch gezien nodig voor de automatische registratie van vleermuizen rond windturbines? Hoe ziet de opstelling er uit, wat voor eisen worden er aan gesteld? In dit protocol proberen we daarop een antwoord te geven.

5.1 Onderzoekperiode

De onderzoekperiode en de hoeveelheid apparatuur die geplaatst dient te worden is afhankelijk van de vraagstelling. Voor het bepalen van de optimale periode voor een stilstandvoorziening om slachtoffers te voorkomen bv. zal het nodig zijn om een volledig seizoen (april-oktober) te meten. Om te bepalen in welke orde van grootte het aantal slachtoffers ligt (voor turbines waar slachtofferonderzoek onmogelijk is) kan eventueel volstaan worden met een kortere periode. De periode waarin de meeste slachtoffers vallen is eind juli tot begin oktober. Onder specifieke, niet dagelijks voorkomende, omstandigheden kan het voorkomen dat vleermuizen zich ophouden op gondelhoogte. Het gedurende slechts enkele dagen meten van de activiteit is daarom af te raden. Enkele weken lijkt een minimum.

5.2 Hoeveelheid apparatuur

Het is raadzaam om in meerdere turbines per windpark automatische akoestische opname-apparatuur te plaatsen. Zo kun je het effect van de uitval van apparatuur beperken. Daarnaast is dit gewenst wanneer er binnen het windpark grote verschillen bestaan in het terreintype waar de turbines in staan (bijvoorbeeld op de dijk versus akkerland).

Verder hangt de hoeveelheid te plaatsen apparatuur af van de grootte van het windpark. Om een goed beeld te krijgen van de vleermuisactiviteit in grote windparken met tientallen turbines, lijkt vier detectors een minimum.

Wanneer je verschillende locaties met elkaar wilt vergelijken is het van belang dat je dezelfde detectors gebruikt met dezelfde gevoeligheid. Je kunt de detectors laten kalibreren om er zeker van te zijn dat de gevoeligheid hetzelfde is.

5.3 Detectortype

Er zijn veel geschikte automatische batdetectors op de markt waarmee het langdurig meten van de vleermuisactiviteit mogelijk is, zoals Anabat, Batcorder, Batlogger, Pettersson D500, Songmeter, losse microfoons aan Laptop met software et cetera. Ieder type heeft zijn voor- en nadelen. In dit protocol wordt geen afweging tussen de verschillende typen gemaakt. De detector moet voldoen aan de volgende eisen:

- De detector moet verbonden kunnen worden met een externe stroombron.
- De detector moet de geluiden kunnen opslaan op een laptop, of voldoende ruimte op het eigen opslagmedium voor een paar honderdduizend bestanden.
- Automatische determinatie van de geluiden moet achteraf mogelijk zijn.
- De detector moet robuust zijn, gemaakt voor langdurig meten.

In de gondel van in gebruik zijnde windturbines, is elektromagnetische straling aanwezig. Dit kan invloed hebben op de apparatuur. Het gebruik van lange, slecht geïsoleerde kabels is daarom af te raden.

5.4 Gondel versus grondhoogte

De activiteit van vleermuizen op gondelhoogte hangt samen met het aantal slachtoffers. Voor de activiteit gemeten op grondhoogte geldt dit vrijwel niet (bossen) of in veel mindere mate. Meten op gondelhoogte heeft dus altijd de voorkeur boven meten op grondhoogte.

5.5 Opstelling op gondelhoogte

De opstelling is zo gemaakt dat deze in beginsel maandenlang kan opereren zonder dat iemand er bij hoeft te zijn. Voor het plaatsen, verwijderen en zo nodig aanpassen van de installatie is het nodig dat een ter zake deskundig persoon naar boven klimt.

De opstelling in de gondel bestaat in ieder geval uit een automatische batdetector, een accu, een laptop en een voeding. In de gondel moet dus gebruik gemaakt worden van netstroom (stopcontact).

De microfoon van de bv. de Anabat, steekt naar buiten, d.w.z. naar beneden door een gat in de bodem van de gondel. Het gat heeft een diameter van ca. 5 cm. Dit gat dient in het deel van de gondel te zitten (of geboord te worden) tussen de mast en de rotor omdat aan deze zijde juist de slachtoffers vallen. De achterzijde van de gondel is niet geschikt omdat deze zich in de luwte van de mast bevindt en hier geen slachtoffers vallen. Bij sommige turbine typen is de bodem van de gondel van staal. Hier een gat in boren zal geen reële optie zijn. Hier moet iets anders worden bedacht.

De detector wordt verbonden met een laptop. Om van buitenaf te kunnen controleren of de opstelling werkt, is een internetverbinding nodig. Iedere windturbine is via het SCADA systeem verbonden met internet. Het ligt aan het beleid van de leverancier en exploitant of van deze verbinding gebruik kan worden gemaakt. Er is immers een risico van hacken. Door middel van een (utm)-router is het mogelijk via het mobiele telefoonnetwerk een internetverbinding tot stand brengen. Ook al is telefoneren soms goed mogelijk, toch is deze internet verbinding doorgaans zwak. Het is met deze verbinding mogelijk te controleren of de opstelling goed werkt, maar er kunnen – vooralsnog - geen grote bestanden worden verzonden.

Denk aan ongewenste neveneffecten van internet zoals automatische updates.

Zowel de laptop als de router zijn verbonden met netstroom. Tijdens onderhoud aan de turbine zijn de stopcontacten mogelijk een paar uur voor andere werkzaamheden nodig. Als je gebruik maakt van accu's (laptop & detector) kun deze periode zonder problemen worden overbrugd.

Het gebruik van lange signaalkabels is af te raden. Een opstelling waarbij de laptop onderin de mast staat en de detector boven in de gondel zou grote lengtes aan kabels vereisen. Behalve dat de lengte tot signaalverlies leidt, zal de dikke stroomkabel in de mast storing in de opnames veroorzaken. In de gondel van in gebruik zijnde winturbines is veel elektromagnetische straling aanwezig. Tijdens het plaatsen van de apparatuur merk je daar niets van omdat de turbine dan uit staat. De straling leidt vooral tot storing in lange, slecht geïsoleerde kabels. Je kunt dit effect verkleinen door zo kort mogelijke kabels te gebruiken en zo ver mogelijk uit de buurt te blijven van de generator en transformator van de windturbine.

Het gebruik van een lange kabel van de stroomvoorziening naar de apparatuur is geen probleem. Iedere turbine is anders. Houdt er daarom rekening mee dat je ter plaatse moet improviseren. Personeel in dienst van de windexploitanten zal bij de installatie aanwezig zijn om veiligheid te garanderen, maar zal geen ervaring hebben met het plaatsen van batdetectors. Het is aan te bevelen om ten minste een deel van de opstelling vooraf klaar te maken, in de lift is echter geen ruimte voor grote kratten. De werkruimte in de gondel is beperkt, waardoor vooral het bedienen van een laptop moeizaam kan zijn.

De benodigde tijd voor het plaatsen van een batdetector in de gondel is vooral afhankelijk van de aanwezigheid van geschikte gaten in de bodem van de gondel. Een halve dag per turbine is een indicatie.

5.6 Opstelling onderaan mastvoet

Voor het onderzoek op grondhoogte zijn verschillende opties mogelijk. Een groot voordeel van het meten op grondhoogte is dat je de apparatuur ter plaatse kunt controleren en aanpassen zonder dat hierbij personeel in dienst van de windexploitanten aanwezig hoeft te zijn. Dit voordeel kun je natuurlijk niet meer benutten zodra je (een deel van) de apparatuur in de mast plaatst. Nadeel van het plaatsen buiten de mast is dat de opstelling gevoeliger zal zijn voor vandalisme.

Wanneer de locatie regelmatig (ten minste een keer per week) bezocht wordt, kan daarom het beste worden gekozen voor een detector met geheugenkaart, gekoppeld aan een accu. Als alles in een metalen kist wordt geplaatst, vermindert dit de gevoeligheid voor elektromagnetische straling van de turbine (Kooi van Faraday). De kist kan met een kabelslot aan een trap of rooster van de windturbine bevestigd worden, om deze tegen diefstal te beveiligen. In Duitsland is deze kist op 2-3 m hoogte aan de mastvoet bevestigd. Hoewel de Nederlandse proef-opstelling (Limpens *et al.* 2013) op grondhoogte als suboptimaal werd beoordeeld (mond. med. R. Brinkmann) is geen sprake van een laag aantal opnames op grondhoogte of van een lage verhouding grondhoogte / gondelhoogte ten opzichte van de Duitse studies.

Ook op grondhoogte is het gebruik van lange signaalkabels of te raden. Een optie waarbij een deel van de opstelling binnen in de mast staat en een deel buiten is daarom niet aan te raden. Het is wel mogelijk de gehele opstelling in de mast te plaatsen. Om de microfoon naar buiten te laten steken is het dan nodig een opening in de deur te benutten of gat in de deur te boren. Het gebruik van een router om een internetverbinding tot stand te brengen, is hier niet zinvol omdat de ontvangst onderin de mast (met gesloten deur) zeer slecht is.

Variaties op bovengenoemde opstellingen zijn mogelijk. Bijvoorbeeld is een opstelling zoals hierboven is beschreven mogelijk, met als verschil dat de stroomvoorziening wordt geleverd door een kabel, die uit de turbine komt (bijv. door een deuropening als die niet te strak sluit).

In plaats van alleen opslag op de geheugenkaarten, kan de data van de detector naar een laptop lopen die zich eveneens in de kist of in de turbine bevindt.

De benodigde tijd voor het plaatsen van een batdetector op grondhoogte is een half uur tot een paar uur.



Figuur 6. De Anabat geplaatst in de gondel.



Abbildung 2 Außenansicht der Position der Aufnahmegeräte im Keller der WEA-Gondel

Figuur 7. Voorbeeld van een microfoon-plaatsing in een windturbine in Duitsland.

6 Landschappelijke kenmerken

Om te bepalen of bijvoorbeeld de nabijheid van bos, water of stedelijk gebied van invloed is op het aantal slachtoffers of de gemeten activiteit zijn ten minste tientallen onderzochte windparken nodig. Dergelijke aantallen onderzochte locaties zijn doorgaans alleen haalbaar wanneer gegevens uitgewisseld worden, bijvoorbeeld in Europees verband. Daarom wordt aanbevolen in toekomstig onderzoek, ook al gaat het maar om een locatie, steeds ook landschapsparameters gestandaardiseerd vast te leggen. Om de gegevens uit te kunnen wisselen moet dezelfde werkwijze gehanteerd worden. De in dit protocol beschreven werkwijze is afkomstig uit Duitsland waar op dit moment de meeste locaties onderzocht zijn (Niemann *et al.* 2011).

6.1 Vraagstelling

Er zijn drie vragen die beantwoord dienen te worden:

1. Wat is de minimale afstand tot een bepaald landschaps / habitat type
2. Wat is de oppervlakte van bepaalde landschapstypes rondom de locatie
3. Fysisch geografische regio van de onderzochte locatie

Voor vraag 1 kan gebruik gemaakt worden van google earth. Voor 2 en 3 dient de database CORINE CLC 2000 in een GIS programma gebruikt te worden.

Het grootste voordeel van CORINE is dat het een Europese database is waardoor uitwisseling met andere landen mogelijk is. Helaas is de pixelgrootte van CORINE tamelijk groot waardoor de manier van werken minder nauwkeurig is dan wanneer bijvoorbeeld met de Nederlandse top 10 vector bestanden gewerkt zou worden.

6.2 Minimale afstand van windturbine tot landschaps- of habitatype

Bepaal in Google Earth de kortste afstand tot:

- dichtstbijzijnde bosschage (bomenrij, heg, van minimaal 300 m lengte; boomgroep of bos van minimaal 0,5 ha).
- bos van minimaal 1 ha
- water van minimaal 1 ha of 10 m breed
- wetland (verlandingsvegetatie, moeras)

Om bij twijfel te bepalen welke terreinen tot wetland gerekend worden kan gebruik gemaakt worden van CORINE. CORINE rekent echter ook zoute gebieden tot wetland (delen van de Waddenzee bijvoorbeeld). Voor vleermuizen lijkt het (voorlopig) gerechtvaardigd om dergelijke zoute wetlands niet mee te rekenen.

In het Duitse onderzoek werd de afstand tot stedelijk gebied (dorpen, steden) niet bepaald hoewel dit voor vleermuizen relevant kan zijn. Aanbevolen wordt om ook deze afstand te bepalen.

6.3 Oppervlaktes van landschaps- of habitattypes rond de windturbine

Bepaal in een straal van 250 m, 500 m, 1000 m, 5000 m en 10.000 m de oppervlakte van de aanwezige habitattypen volgens CORINE. Bijvoorbeeld de oppervlakte akker, grasland, naaldbos, gemengd bos, water et cetera.

Het is van belang de uitkomst te controleren. CORINE maakt soms een verkeerd onderscheid tussen binnenwateren en de Noordzee en rekent ook zoute gebieden tot de wetlands. In de Duitse studies werd het stedelijk gebied bewust buiten beschouwing gelaten. Aanbevolen wordt om ook die oppervlaktes te bepalen aangezien ze voor gebouwbewonende soorten van belang kunnen zijn.

6.4 Fysisch geografische regio

Bepaal tot welke Fysisch geografische regio het windpark behoort. In de Duitse studies is gebruik gemaakt van de indeling volgens Ssymank, 1994 (naturraumliche Regionen, D-Einheiten). Nederland valt niet binnen die indeling. Een indeling die redelijk overeenkomt met de Duitse indeling is die van (LKN, 1997). Deze onderscheidt de volgende zeven regio's in Nederland:

Duin	duinen en strandwallen (kustzone)
Krijt	krijt- en lössgebieden (Zuid-Limburg)
Laagveen	laagveengebieden
Rivier	fluviatiel district (rivierklei)
Stad	stedelijke gebieden
Zand	binnenlandse (pleistocene) zandgronden
Zeeklei	zeekleigebieden (inclusief polders en droogmakerijen)

7 Literatuur

- Arnett, E.B., W. K. Brown, W.P. Erickson, J.K. Fiedler, B.L. Hamilton, T.H. Henry, A. Jain, G.D. Johnson, J. Kerns, R.R. Koford, C.P. Nicholson, T.J. O'Connell, M.D. Piorkowski & R.D. Tankersley, Jr., 2007. Patterns of bat fatalities at wind farms in North America. *Journal of Wildlife Management*, 72(1): 61-78.
- Arnett, E.B., Schirmacher, M., M.P. Huso, J.P. Hayes, 2010. Effectiveness of changing wind turbine cut-in speed to reduce bat fatalities at wind facilities. Annual report prepared for the bats and wind energy cooperative and the Penn. Game Commission.
- Bach, L. & P. Bach, 2009. Einfluss der Windgeschwindigkeit auf die Aktivität von Fledermäusen. *Nyctalus (NF)* Band 14, Heft 1-2, p. 3-13.
- Behr, O., R. Brinkmann, I. Niermann & J. Mages, 2011. Methoden akustischer Erfassung der Fledermausaktivität an Windenergieanlagen. In: Brinkmann *et al.*, 2011, p 130-144.
- Behr, O., R. Brinkmann, I. Niermann & F. Korner-Nievergelt, 2011. Akustische Erfassung der Fledermausaktivität an Windenergieanlagen. In: Brinkmann *et al.*, 2011, p 177-286.
- Behr, O., R. Brinkmann, I. Niermann & F. Korner-Nievergelt, 2011. Vorhersage der Fledermausaktivität an Windenergieanlagen. In: Brinkmann *et al.*, 2011, p 287-322.
- Brinkmann, R., O. Behr, I. Niermann & M. Reich (red.), 2011a. Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäuse an Onshore-Windkraftanlagen. *Umwelt und Raum*, Band 4. Cuvillier Verlag, Göttingen.
- Brinkmann, R., F. Korner-Nievergelt, O. Behr & I. Niermann, 2011c. Zusammenfassung der praxisrelevanten Ergebnisse und offene Fragen In: Brinkmann *et al.*, 2011, p 425-457.
- Cryan, P.M. & R.M.R. Barclay, 2009. Causes of bat fatalities at wind turbines: hypotheses and predictions. *Journal of Mammalogy* 90(6): 1330-1340.
- Korner-Nievergelt, F. O. Behr, I. Niermann & R. Brinkmann, 2011. Schätzung der Zahl verunglückter Fledermäuse an Windenergieanlagen mittels akustischer Aktivitätsmessungen und modifizierter N-mixture Modelle. – In: BRINKMANN, R., O. BEHR, I. NIERMANN & M. REICH (Hrsg.), 2011. Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. – *Umwelt und Raum* Bd. 4, 323-353, Cuvillier Verlag, Göttingen.

- Kunz, T.H., E.B. Arnett, W.P. Erickson, A.R. Hoar, G.D. Johnson, R.P. Larkin, M.D. Strickland, R.W. Thresher & M.D. Tuttle, 2007. Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5 (6): 315–324.
- Limpens, H.J.G.A., H. Huitema & J.J.A. Dekker, 2007. Vleermuizen en windenergie. Analyse van effecten en verplichtingen in het spanningsveld tussen vleermuizen en windenergie, vanuit de ecologische en wettelijke invalshoek. VZZ rapport 2006.50. Zoogdierverseniging VZZ, Arnhem.
- Limpens, H.J.G.A., M. Boonman, F. Korner-Nievergelt, E.A. Jansen, M. van der Valk, M.J.J. La Haye, S. Dirksen & S.J. Vreugdenhil, 2013. Wind turbines and bats in the Netherlands- Measuring and predicting. Report 2013.12, Zoogdierverseniging & Bureau Waardenburg.
- LKN 1997. Landschapsecologische atlas van Nederland. – Bibliotheek LUW/PUDOC-DLO, Wageningen. [CD-ROM]
- Niermann, I, R. Brinkmann, F. Korner-Nievergelt & O. Behr, 2011a. Systematische schlagopfersuche – Methodische Rahmenbedingungen, statistische Analyseverfahren und Ergebnisse. In: Brinkmann *et al.*, 2011, p 40-115.
- Niermann, I, R. Brinkmann, F. Korner-Nievergelt & O. Behr, 2011b. Windbedingte Verdriftungen von Fledermausschlagopfern an Windenergieanlagen – ein Discussionsbeitrag zur Methodik der Schlagopfersuche. In: Brinkmann *et al.*, 2011, p 116-129.
- Niermann, I, S. von Felten, F. Korner-Nievergelt, R. Brinkmann & O. Behr, 2011. Einfluss von Anlagen- und Landschaftsvariablen auf die Aktivität von Fledermäusen an Windenergieanlagen. In: Brinkmann *et al.*, 2011, p 384-405.
- Rodrigues, L., L. Bach, M.-J. Dubourg-Savage, J. Goodwin, C. Harbusch (2008). Guidelines for consideration of bats in wind farm projects. Eurobats Publication Series No. 3. UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn.
- Santos, S.M., F. Carvalho & A. Mira, 2011. How Long Do the Dead Survive on the Road? Carcass Persistence Probability and Implications for Road-Kill Monitoring Surveys. *PLoS ONE*, Volume 6, Issue 9: 1-12.

Bijlage 1 Veldformulieren