



Voorspelling potentiële vleermuisslachtoffers windturbines Greenpark Venlo

**Limpens, H.J.G.A., E.A. Jansen &
M.J. Schillemans**



2017.20
Rapport van de Zoogdierverseniging
In opdracht van Arcadis Nederland BV.

Voorspelling potentiële vleermuisslachtoffers windturbines Greenpark Venlo.

Rapport nr.:	2017.20
Datum uitgave:	04 07 2017
Status	definitief
Auteur:	Limpens, Herman.J.G.A., Eric.A. Jansen & Marcel.J. Schillemans
Illustraties:	De auteurs
Kwaliteitscontrole:	M.J. Schillemans
Productie:	Steunstichting VZZ, in rapport vermeld als de Zoogdiervereniging Bezoekadres: Toernooiveld 1 6525 ED Nijmegen Postadres: Postbus 6531 6503 GA Nijmegen Tel.: 024 7410500 secretariaat@zoogdiervereniging.nl www.zoogdiervereniging.nl
Gegevens opdrachtgever:	Arcadis Nederland B.V. Stationsplein 18D 6221 BT Maastricht
Contactpersoon opdrachtgever	Piet Oudejans Adviseur Ecologie

De Steunstichting VZZ is onderdeel van de Zoogdiervereniging

Dit rapport kan geciteerd worden als:

Limpens, H.J.G.A., E.A. Jansen & M.J. Schillemans, 2017. Voorspelling potentiële vleermuisslachtoffers windturbines Greenpark Venlo. Rapport in opdracht van Arcadis Nederland BV. Rapport 2017.20 Zoogdiervereniging, Nijmegen.

De Steunstichting VZZ, onderdeel van de Zoogdiervereniging, is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van de Zoogdiervereniging; opdrachtgever vrijwaart de Stichting VZZ voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing. Niets uit dit rapport mag worden veeleenvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en de Zoogdiervereniging, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding.....	2
1.1	Algemeen:	2
1.2	Aanleiding.....	4
1.3	Doelstelling	4
2	Werkwijze	5
2.1	Input data vleermuizen.....	5
2.2	Inputdata wind	5
2.3	Input data turbines	5
2.4	Vorbereiden en draaien model	5
2.5	Interpretatie data	5
3	Bewerking en context input data.....	6
3.1	Input data vleermuizen.....	6
3.1.1	Representativiteit moment van meten in planproces.....	7
3.1.2	Representativiteit meethoogte	7
3.1.3	Representativiteit meetlocatie.....	8
3.1.4	Representativiteit meetperiode	8
3.1.5	Interpretatie representativiteit beschikbare data vleermuizen	9
3.2	Inputdata wind	10
3.3	Input data turbines	11
3.4	Vorbereiden en draaien model	11
4	Resultaten en interpretatie data.....	14
4.1	Overzicht uiteindelijk gebruikte input data	14
4.2	Voorspelling potentiële vleermuisslachtoffers.....	17
4.3	interpretatie Voorspelde potentiële slachtoffers.....	17
4.4	Voorspelling per soort?	18
5	Conclusies	20
6	Aanbevelingen en overwegingen met betrekking tot een stilstandvoorziening	21
7	Literatuurlijst	24
7.1	Referenties.....	24

1 Inleiding

1.1 Algemeen:

Studies in Europa en de Verenigde Staten laten zien dat vleermuizen slachtoffer kunnen worden van windturbines, en dat het om grote aantallen kán gaan (o.a. Brinkmann *et al.* 2011, Voigt *et al.* 2015).

Vleermuizen worden direct geraakt door de rotorbladen. Een onbekend deel sterft ook door zogenaamd barotrauma, doordat ze in het onderdrukzone direct achter het rotorblad terecht komen (Brinkmann *et al.* 2011, Lehnert *et al.* 2014, Voigt *et al.* 2015). Het vinden van de geraakte vleermuizen onder de turbines is zeer moeilijk, dieren met interne bloedingen kunnen nog een heel stuk verder vliegen. Kwantificeren van aantallen slachtoffers vraagt dan ook om zeer methodisch handelen (Brinkmann *et al.* 2011, Boonman *et al.* 2013a, Limpens *et al.* 2013abc).

Opvallend is dat, overal in Europa, vooral de over langere afstanden migrerende vleermuissoorten als slachtoffer worden gevonden, en dat dit meer gebeurt tijdens de migratie in het najaar dan in het voorjaar (Brinkmann *et al.* 2013, Dürr & Bach, 2004, Dürr 2010). In Nederland gaat het bij migrerende soorten vooral over de ruige dwergvleermuis en de rosse vleermuis. In Duitsland is het vooral de rosse vleermuis die als slachtoffer gevonden wordt¹. In Nederland komt de ruige dwergvleermuis t.o.v. Duitsland in hogere dichtheden voor. Binnen Nederland wordt de ruige dwergvleermuis in het westelijke en noordwestelijke laagland van Nederland vaker gevonden dan de rosse vleermuis. In Limburg is de ruige dwergvleermuis t.o.v. het landelijke beeld relatief minder talrijk (Broekhuizen *et al.* 2016, Limpens *et al.* 1997).

Die invloed van abundantie op de aantallen slachtoffers, zien we ook aan de slachtoffers onder gewone dwergvleermuizen (Brinkmann *et al.* 2011). Deze soort migreert niet over lange afstanden, maar is wel zeer talrijk, met hoge dichtheden aan jagende dieren in de buurt van de kraamverblijven. De slachtoffers onder deze 'stand-vleermuis' vallen tijdens de kraamtijd, en de fase van het bezoeken van en zwermen bij massa-winterverblijven. Dit zijn beide fasen met hoge foerageeractiviteit (Hurst *et al.* 2016).

Foerageren lijkt ook te verklaren waarom vleermuizen bij windturbines komen. Op warmere, relatief windstille avonden (windsnelheid < 5 – 6 m/s), verzamelen zich veel insecten bij de turbines (Brinkmann *et al.* 2011). Dat zijn ook de omstandigheden waarop we vleermuisslachtoffers vinden. De migrerende of zogende vleermuizen komen 'tanken' bij de windturbines. Omdat migreren veel brandstof vraagt, vinden we de grootste aantallen slachtoffers van migrerende soorten in zoet-water-rijke gebieden. Boottochten op de grote meren in Nederland tonen een zeer hoge vleermuisdichtheid, en dan vooral van de ruige dwergvleermuis (Boonman *et al.* 2013b, Jansen *et al.* 2013).

¹ (<http://www.lugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.321381.de>)

In de herfst is de migratie globaal westzuidwest gericht. De migratie stuwt dan in het Nederlandse laagland, langs rivierdalen, in het merengebied en langs de kust met haar duinmeren. Aan de rand van die landschappen liggen ook de traditionele baltsgebieden van de ruige dwergvleermuis en rosse vleermuis. Het gaat daarbij om ouder loofbos op de hoger gelegen duinen, en op de oude duinrestanten en stuwwallen in het binnenland. Van belang is daarbij de combinatie van zoet water en bos met veel boomholten.

In Nederland is het relatief open laagland en rivierenlandschap natuurlijk ook het gebied met de meeste wind en daarmee hét (zoek)gebied voor windparken. Vleermuis en turbine komen elkaar daar tegen.

Het is dus relevant in de provincie Limburg, en zeker in de directe omgeving van de Maas, te proberen in te schatten of te plaatsen windturbines kunnen leiden tot slachtoffers onder vleermuizen en om hoeveel dieren dit potentieel gaat.



Figuur 1: Locaties van de 9 geplande turbines en van de Innovatoren, waar de geluidsdata m.b.t. de vleermuizen zijn verzameld. De groen gemarkeerde locatie in het midden van de lijn is komen te vervallen.

1.2 Aanleiding

In het kader van de ontwikkeling van Tradepark Noord / Greenpark bij Venlo worden 9 windturbines gepland.

Arcadis Nederland BV. adviseert inzake deze plaatsing van meerdere windmolens.

Onderdeel van de advisering betreft het mogelijke effect op vleermuizen. Daarom is eind 2016 een veldonderzoek uitgevoerd naar de vleermuisactiviteit op een referentielocatie, de nabijgelegen Innovatoren. De registratie van vleermuisactiviteit is uitgevoerd door Bob Jonge Poerink (Fieldwork Company). De ruwe data zijn geanalyseerd door de Zoogdierverseniging.

Op basis van gegevens over de akoestische activiteit van vleermuizen, weerdata (vooral windsnelheden) en de kenmerken van de windturbines kan m.b.v. een model² inzicht worden verschaft in het potentiële aantal vleermuis-slachtoffers (Baumbauer et al. 2016, Brinkmann et al, 2011, Korner-Nievergelt et al. 2011ab, 2013). Het model is eerder deels geëvalueerd en mede aangepast aan de Nederlandse situatie door de Zoogdierverseniging (Boonman et al. 2013a, Limpens et al. 2013c).

1.3 Doelstelling

Op basis van de beschikbare data, een schatting geven van het potentieel te verwachten aantal vleermuisslachtoffers bij de op de locatie geplande windturbines.

Het geven van een interpretatie van de representativiteit van de input data en de uitkomsten voor de te beoordelen turbines.

Het geven van een interpretatie van het daaruit af te leiden effect op vleermuizen.

² (<http://www.windbat.techfak.fau.de/index.shtml>)

2 Werkwijze

De volgende stappen zijn uitgevoerd om uiteindelijk het model te kunnen draaien. Hier in hoofdstuk 2 wordt een overzicht gegeven van de verschillende stappen in het proces. In hoofdstuk 3 wordt een overzicht gegeven van welke bewerkingen zijn uitgevoerd en wat de overwegingen daartoe zijn.

2.1 Input data vleermuizen

- Controleren van de met een Batcorder verzamelde en ter beschikking gestelde akoestische data, die nodig is als input voor het model.
- Controleren en waar nodig aanpassen van de determinatie van de soorten of soortgroepen, zoals die is gegenereerd met de software BcAdmin.
- Heranalyse van de raw-data t.b.v. determinatie, met correctie door expert (zogenaamde 'hand vetting' van de automatisch gegenereerde determinatie).
- Vaststellen van de uiteindelijke data voor input in het model (per datarecord: soort/soortgroep, datum en tijdstip).

2.2 Inputdata wind

- Verzamelen van de benodigde data over de windsnelheden, die nodig is als input voor het model.

2.3 Input data turbines

- Verzamelen data over parameters van de turbines, die nodig is als input voor het model.

2.4 Voorbereiden en draaien model

- Groeperen en relateren van akoestische vleermuis- en winddata, en waar nodig bijschatten van data ten behoeve van het draaien van het model Probat.
- Draaien van het model voor twee verschillende sets aan turbine parameters (ashoogte, rotordiameter)

2.5 Interpretatie data

- Interpretatie van de beschikbare data, en van de van daaruit met het model genereerbare uitkomst.

3 Bewerking en context input data

Verzamelen van ideale data is in de praktijk niet of hoogst zelden mogelijk. In de praktijk moet er worden gewerkt met wat er (qua techniek, tijd/periode en financieel) haalbaar is. Hier bepreken we welke data hoe, waar zijn verzameld, of en hoe deze zijn aangevuld of getransformeerd, en welke – kwalitatieve – consequenties dit heeft op data en berekeningen.

3.1 Input data vleermuizen

De ruwe data zijn geanalyseerd met bij de Batcorder horende BcAdmin (inclusief BcAnalyse en BcIdent).

De call extractie is uitgevoerd, de files zijn opgeknipt in 2 seconden intervallen (virtual split) om de data aan te passen aan Probat. Deze input is een keer getest als input voor Probat.

Vervolgens zijn de automatische uitkomsten bewerkt door het handmatig valideren van de output. Het programma kent de geluidsfiles automatisch toe aan een soort of een soortgroep. Op basis van voor Nederland relevante criteria, is bij de handmatige validatie 'een automatisch benoemde soortengroep' toch toegekend aan een specifieke soort, of andersom een 'automatisch benoemde soort' juist aan een groep (tabel 1).

Het gaat bijvoorbeeld om toekennen van de 'groep ruige dwergvleermuis/Kuhl's dwergvleermuis (Pdiep) aan de soort Ruige dwergvleermuis, of om het toekennen van de 'soort Noordse vleermuis' aan de soortgroep 'Nyctaloiden'. We hebben immers in Nederland geen Kuhl's dwergvleermuizen, en kennen de Noordse vleermuis hooguit dwaalgast in Noord Holland of op boorplatforms.

Daarnaast zijn stoor- en testgeluiden, die als gewone dwergvleermuis werden geïdentificeerd omgezet naar 'geen vleermuis'.

Uiteindelijk leverde dit de data voor input in het model (per datarecord: soort/soortgroep, datum en tijdstip).

Tabel 1: overzicht van toebedeling van de automatische uitkomsten van BcAdmin aan een voor de Nederlandse situatie en het studiegebied relevante soortgroep of soort.

Auto ID	Handmatig ID	Opm.
Nycmidden	Nyctaloid / Nlei	
Nycdiep	Nnoc	
Vmur	Nyctaloid/ Vmur	
Enil	Nyctaloid	
Nleis	Nyctaloid/ Eser/ Nleis	
Pipistrelloïd	No bat/ Ppip	Meestal microfoon test geluiden
Pkuh	Pnat	
Pmidden	Ppip	
Pdiep	Pnat	
Spec.	No bat/ Spec. / Eser	

3.1.1 Representativiteit moment van meten in planproces

Het model is vooral gericht op het berekenen van stilstand-tijden om slachtoffers zo veel mogelijk te voorkomen. Het gebruikt daarbij metingen van zowel akoestische activiteit als de windsnelheid. Die data moeten worden verzameld op ashoogte op het moment dat de turbine er staat.

Als er nog geen turbine staat, kunnen metingen op hoogte met behulp van bv. ballonnen, een vaste meettoeren, of een nabij gelegen hogere toren worden gebruikt. Resultaten daarvan zijn niet exact hetzelfde als metingen vanuit het turbinehuis, omdat windmolens insecten aantrekken.

Hier is voorafgaand aan het bouwen van de turbines gemeten. Het gaat immers om een inschatting aanwezige soorten en vooral van het slachtofferrisico. In dit concrete geval moeten dan ook grotere betrouwbaarheidsintervallen worden geaccepteerd.

3.1.2 Representativiteit meethoogte

In deze studie is gekozen voor metingen op de Innovatoren (zie figuur 1). De Innovatoren bood met zijn 70 m hoogte de meest dichtbij gelegen en hoogste locatie om een langdurige opname te kunnen maken.

De hoogte van 70 m van de toren komt echter niet exact overeen met de uiteindelijke ashoogtes van (maximaal) 140 meter (zie 3.3).

Ook dit leidt tot het moeten accepteren van grotere betrouwbaarheidsintervallen. Op dit moment is bekend dat de ashoogtes maximaal 140 meter

zullen zijn. Met die hoogte is gerekend. Als er kleinere/lagere turbines zouden komen, zou dit betekenen dat de invloed op de betrouwbaarheidsintervallen kleiner zal zijn.

3.1.3 Representativiteit meetlocatie

De Innovatoren ligt op enige afstand van de geplande turbinelocaties, waarbij de afstand tussen toren en turbinelocaties varieert tussen ca 1,5 en 2 km

Bovendien ligt de toren op een 'bosrand-locatie'. Vier van de negen turbinelocaties liggen eveneens op een bosrand-locatie. De overige 5 liggen in een meer open gebied (figuur 1).

Beide aspecten zullen leiden tot een vergroten van de betrouwbaarheidsintervallen voor de waargenomen soorten of soortgroepen, en voor het activiteitsniveau.

3.1.4 Representativiteit meetperiode

Een groter slachtofferrisico hangt samen met hogere aantallen dieren, en hogere activiteit – door voedsel zoeken – in de buurt van windturbines. Die hogere abundantie en hogere activiteit treden bijvoorbeeld op tijdens de kraamtijd als er verblijfplaatsen in de buurt van de turbinelocaties liggen. Daarnaast is het vooral de migratieperiode waarin die verhoogde abundantie en activiteit wordt gemeten. Dat wil echter niet zeggen dat er buiten kraam- en migratieperiode geen slachtofferrisico is, of geen verhoogd risico kan optreden.

In principe moet voor een volledige risico-inschatting de akoestische activiteit dan ook worden gemeten over het gehele actieve seizoen van ongeveer half maart tot eind oktober. In sommige studies wordt, bv. voor een gebied waar geen verblijfplaatsen met grotere aantallen in de buurt verwacht worden, gekozen voor meten tijdens de migratieperiode van ongeveer 1 juli tot en met eind september of zelfs eind oktober. Om het model goed te kunnen draaien, om een statistisch verantwoorde output te genereren, worden er eisen gesteld aan de input.

Het model vraagt, voor de periode van ten minste 15 juni tot en met 15 oktober, om ten minste

- 75% goede meetnachten voor (akoestische) vleermuisactiviteit
- 66% goede meetnachten voor de winddata, en winddata voor 80% van de 10 minuten intervallen binnen een dergelijke meetnacht.

In de onderhavige studie is vanaf de Innovatoren te Venlo in het najaar van 2016 de activiteit van vleermuizen gemeten, met behulp van een automatisch ultrasoon-detector, in dit geval een zogenaamde Batcorder. Hier is gemeten van

om 10.08 tot 09.10. Dit ligt globaal binnen de migratieperiode van de – over grotere afstanden migrerende – vleermuissoorten, maar voldoet nog niet aan de voorwaarde voor de meetperiode. Daarom zijn voor die nachten de data bijgeschat op basis van de gemiddelden van de nachten waarvoor wel data beschikbaar waren.

3.1.5 Interpretatie representativiteit beschikbare data vleermuizen

Het is relevant ten minste kwalitatief te analyseren op welke wijze waarnemingen van soorten en abundantie van de locatie Innovatoren, de te verwachten soorten en abundantie op de locaties van de turbines kunnen verklaren.

Wanneer we de tot op soort of soortgroep geclassificeerde data bekijken (tabel 1) vallen een aantal dingen op.

Tabel 2: samenvattend overzicht waarnemingen vleermuizen Innovatoren

Species		% waarschijnlijkheid determinatie	# waarn.	% waarn.
Rosse vleermuis	<i>Nnoc</i>	76	143	39
bosvleermuis	<i>Nlei</i>	67	2	1
laatvlieger	<i>Eser</i>	63	1	0
Tweekleurige vleermuis	<i>Vmur</i>	65	15	4
Rosse/Bos/laatvlieger/tweekleurige ³	<i>Nyctaloid</i>	25	93	25
Gewone dwergvleermuis	<i>Ppip</i>	89	36	10
Ruige dwergvleermuis	<i>Pnat</i>	42	27	7
Gewone/ruige dwergvleermuis ⁴	<i>Ppip/nat</i>	79	15	4
Niet nader gedet. Vleermuis	<i>Spec.</i>	0	39	11
		totaal	371	

De rosse vleermuizen, plus de groep rosse vleermuis/bosvleermuis/laatvlieger/tweekleurige vleermuis, maken samen ongeveer 2/3^e uit van alle opnames. Een hoge activiteit van rosse vleermuizen past bij de locatie aan de bosrand, met veel omliggend bos. Het past ook bij de ligging van de toren tussen bos (potentiele verblijfslocatie) en Maas en uiterwaarden (voorkeursgebied foerageren en migreren). Zowel in de kraamperiode, als in de migratietijd waarin ook gebaltst wordt, is pendelen tussen verblijfhabitat en foerageerhabitat te verwachten.

³ Vleermuizen vormen zich een beeld van het landschap door middel van echolocatie. Ze variëren hun echolocatiegeluid in relatie tot de akoestische structuur van het landschap waarin ze jagen. Als gevolg daarvan zijn de soorten rosse vleermuis, bosvleermuis, laatvlieger en tweekleurige vleermuis niet altijd eenduidig te herkennen.

⁴ Eveneens als gevolg van aanpassing van hun geluid aan het landschap, zijn de gewone en ruige dwergvleermuis niet altijd eenduidig te onderscheiden.

De ruige dwergvleermuis is relatief zeldzaam in Limburg, de gewone dwergvleermuis is relatief algemeen in Limburg. De ruige dwergvleermuis maakt met 7% een net wat kleiner aandeel uit, dan de gewone dwergvleermuis met 10% van de opnames. De gemiddelde verwachting voor Limburg is dat er veel minder ruige dan gewone dwergvleermuizen zijn. Weer kan de combinatie bos, water en migratieperiode reden zijn voor een – t.o.v. de gewone dwergvleermuis – relatief wat hoger aandeel ruige dwergvleermuizen.

De vier 'bosrandlocaties' van de turbines kunnen, net als bij de rosse vleermuis, verhogend werken op de kans op aanwezigheid en de abundantie van de ruige dwergvleermuis op de locatie. Hoewel door de toch grotere afstand tot het water dit verhogend effect op de ruige dwergvleermuis wellicht wat kleiner zal zijn.

De meer open locaties van de turbines zullen naar verwachting vergelijkbare soorten laten zien als de 'bosrand locaties', maar dan in lagere aantallen.

De Innovatoren is altijd verlicht (binnenruimtes + aanlichten buitenkant). Alle waargenomen soorten (tabel 2) zijn soorten die in hun jachtgedrag relatief lichttolerant zijn. Het zijn soorten die bij licht gaan jagen en daarmee reageren op insecten die afkomen op licht. Dit kan leiden tot een t.o.v. donker relatief hogere abundantie van de waarnemingen.

Wanneer er op basis van de data van de Innovatoren een model-voorspelling wordt berekend voor het slachtoffer risico voor de turbine-locaties, mogen we uitgaan van een, met de nu beschikbare data en informatie niet concreet kwantificeerbare, overschatting van het risico.

Bij de bosrandlocaties zal dit een relatief geringere overschatting zijn, bij de meer open locaties een wat grotere overschatting.

3.2 Inputdata wind

Winddata is verkregen via de opdrachtgever en betreft de winddata van het nabij gelegen weerstation Arcen.

De windsnelheden daarin zijn snelheden per uur, gemeten op 10 meter hoogte.

Voor de toepassing binnen ProBat (zie paragraaf 3.4) is daaruit vervolgens de maximale windsnelheid per uur (worst case benadering) toegekend aan elk tien minuten interval.

3.3 Input data turbines

In het project zijn 2 types turbines voorzien.

Type 1: Turbines 1 t/m 6 zijn turbines met een maximale ashoogte van 140 meter en een rotordiameter van 142 meter. Deze turbines zullen een potentiële opbrengst kunnen genereren van ca 3 – 4,5 MW.

Type 2: Turbines 7 t/m 9 zijn turbines met een maximale ashoogte van 140 meter en een rotordiameter van 122 meter. Deze turbines zullen een potentiële opbrengst kunnen genereren van ca 3 – 4 MW.

3.4 Voorbereiden en draaien model

Het ProBat model vereist drie vormen van input (Baumbauer et al., 2016):

- 1) Winddata per tien minuten
- 2) Akoestische data op as-hoogte
- 3) Turbinedata (vooral locatie en diameter rotorblad).

In deze studie zijn twee bladdiameters gebruikt, in aansluiting op de twee geplande turbine types: 1: 142 meter en turbine 2: 122 meter.

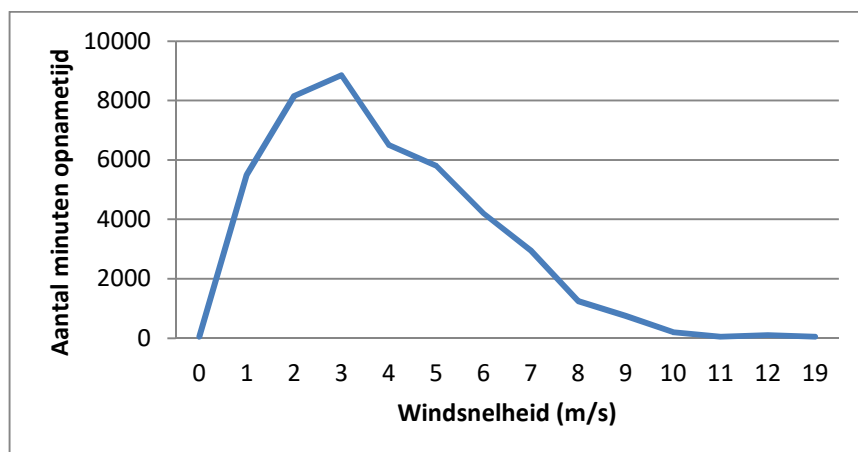
De in het model ingevoerde coördinaat is die van de locatie die het dichtst bij de Innovatoren ligt.

Ad 1) Winddata is verkregen via de opdrachtgever en betreft de winddata van het nabij gelegen weerstation Arcen.

De windsnelheden daarin zijn snelheden per uur, gemeten op 10 meter hoogte. Voor de toepassing binnen ProBat (winddata per 10 minuten) is daaruit vervolgens de maximale windsnelheid per uur (worst case benadering) toegekend aan elk tien minuten interval.

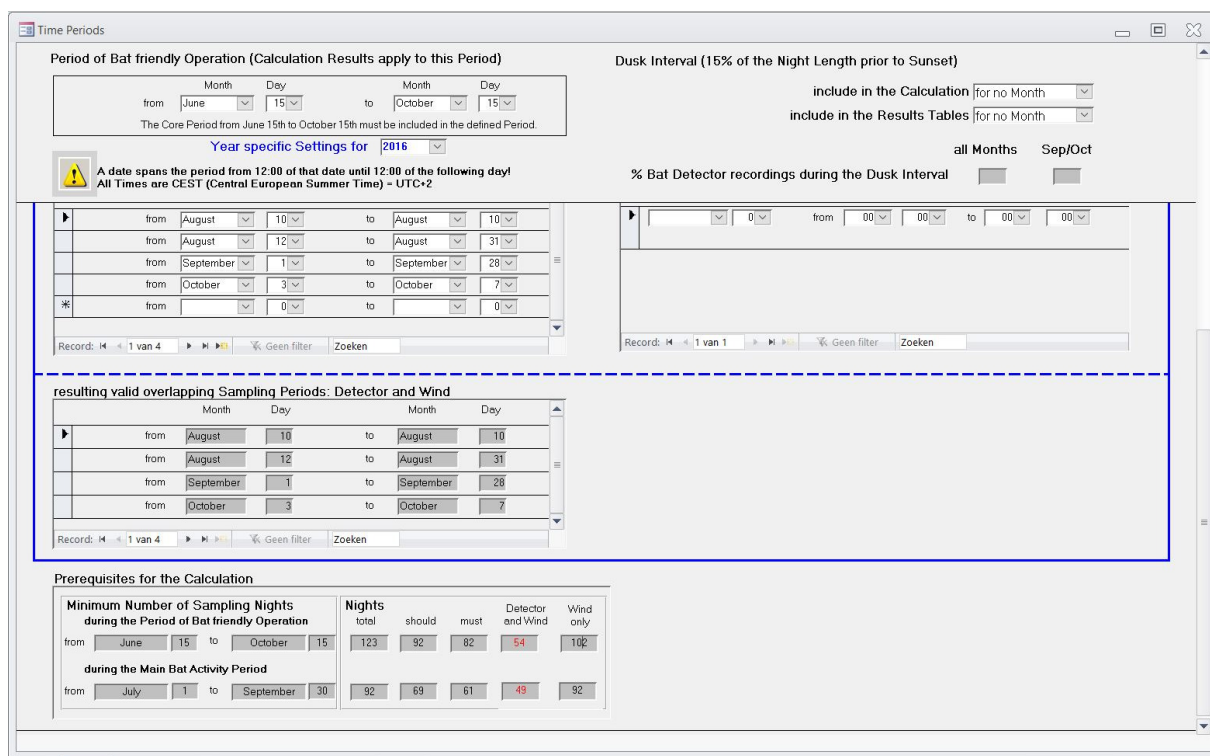
Ad 2) Akoestische data is verkregen door op de nabij gelegen Innovatoren met een Batcorder in de periode van 10 augustus tot en met 7 oktober automatisch vleermuisgeluid op te nemen. De Batcorder stond afgesteld op -36dB (conform voorwaarde voor ProBat) en met verder enkel standaard instellingen. Zo ook voor de posttrigger van 400ms. ProBat verwacht een setting van 200ms. Door gebruik te maken van de 'virtual splitting tool' in EcoObs is dit hersteld (zie ook Baumbauer et al., 2016). De verspreiding van de activiteit over de nacht is conform verwachting.

De akoestische data is verzameld bij een range aan windsnelheden. Vergeleken met het originele model (vergl. figuur 2 en figuur 7a, Baumbauer et al., 2016) is er in onze data (fig. 3 en 5) relatief veel opnametijd bij lagere windsnelheden.



Figuur 2: Opnametijd per windsnelheid

In het totaal zijn er 48 valide opname-nachten in de periode van 'main bat activity' (juli-september), en 54 valide nachten binnen de zogenaamde 'bat friendly period'⁵ (15 juni – 15 oktober). Het model verwacht respectievelijk minimaal 61 en 82 valide nachten voor die twee periodes (zie figuur 2). Wanneer niet aan die voorwaarde(n) wordt voldaan, kan de berekening van het potentiële aantal slachtoffers niet worden uitgevoerd.



Figuur 3: Overzicht run met beschikbare sample data. Hier zijn er te weinig data m.b.t. detector en wind.

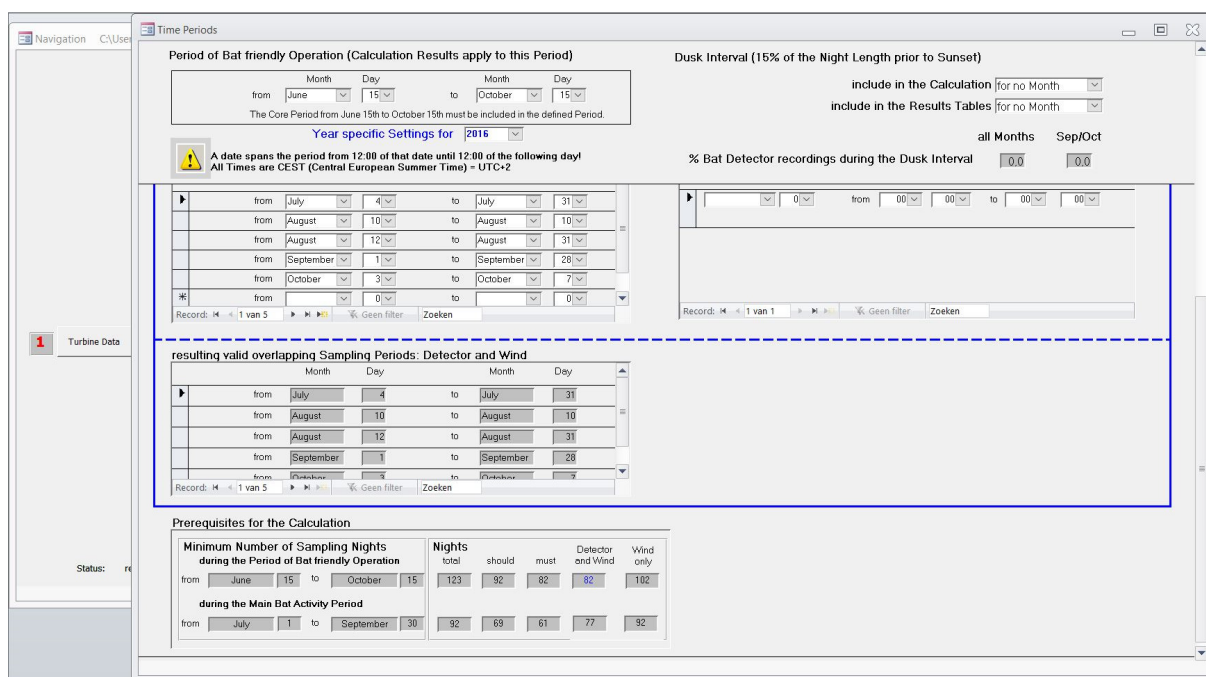
⁵ Dat deel van het seizoen waarin een vleermuisvriendelijk gebruik van wind turbines (stilstandvoorziening) tenminste noodzakelijk is.

Er waren te weinig valide nachten met vleermuisopnames voor de twee standaard sample periodes beschikbaar. Om toch een berekening uit te kunnen voeren om het aantal slachtoffers te kunnen schatten, is data bijgeschat.

Daarvoor is bepaald hoeveel opnames van een soort per nacht verwacht mogen worden, op basis van de gemeten 54 nachten. Vervolgens zijn 27 extra nachten toegevoegd aan de dataset (zie tabel 1). De 'fictieve' opnames zijn vervolgens over 27 dagen in juli verspreidt op tijdstippen dat de windsnelheid gelijk was aan de gemiddelde maximale windsnelheid gedurende de originele 54 opname nachten.

Voor de fictieve opnames is ook de activiteit verdeeld over de nacht, conform verwachting vanuit de beschikbare meetnachten.

De berekening kan nu wel worden uitgevoerd⁶ zie figuur 4.



The screenshot shows the 'Time Periods' window of a software application. It contains several sections for configuring data periods and calculation prerequisites.

Period of Bat friendly Operation (Calculation Results apply to this Period)

from: June 15 to: October 15
The Core Period from June 15th to October 15th must be included in the defined Period.

Year specific Settings for 2016

A date spans the period from 12:00 of that date until 12:00 of the following day!
All Times are CEST (Central European Summer Time) = UTC+2

Dusk Interval (15% of the Night Length prior to Sunset)

include in the Calculation: for no Month
include in the Results Tables: for no Month

% Bat Detector recordings during the Dusk Interval

all Months: 0.0
Sep/Oct: 0.0

resulting valid overlapping Sampling Periods: Detector and Wind

Month	Day	Month	Day
from July	4	to July	31
from August	10	to August	10
from August	12	to August	31
from September	1	to September	28
from October	3	to October	7

Prerequisites for the Calculation

Minimum Number of Sampling Nights during the Period of Bat friendly Operation				Nights			
from	Month	Day	to	total	should	must	Detector and Wind only
from June	15	to October	15	123	92	82	82
during the Main Bat Activity Period							
from July	1	to September	30	92	69	61	77

Figuur 4: Overzicht run met beschikbare en bijgeschatte data.

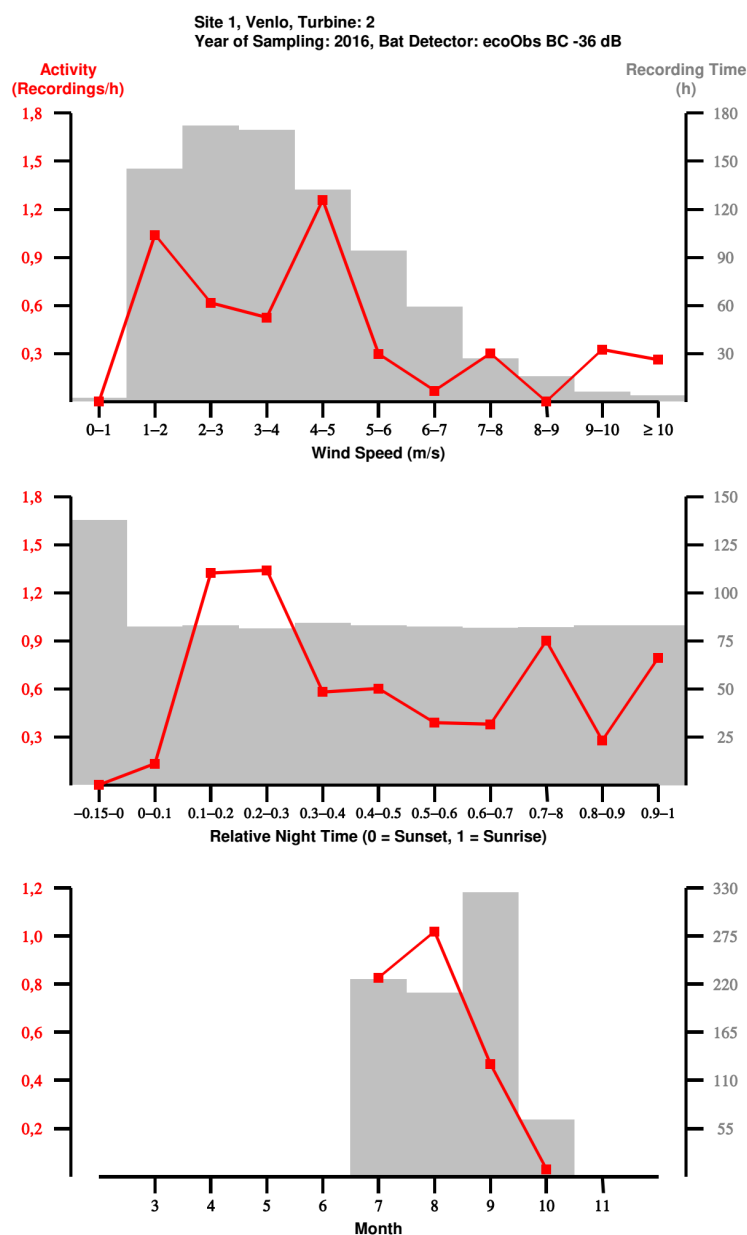
⁶ Waarschuwing: met de huidige data zou een berekening voor een stilstandvoorziening niet betrouwbaar zijn. Daarvoor hebben we het model nu ook niet gebruikt.

4 Resultaten en interpretatie data

4.1 Overzicht uiteindelijk gebruikte input data

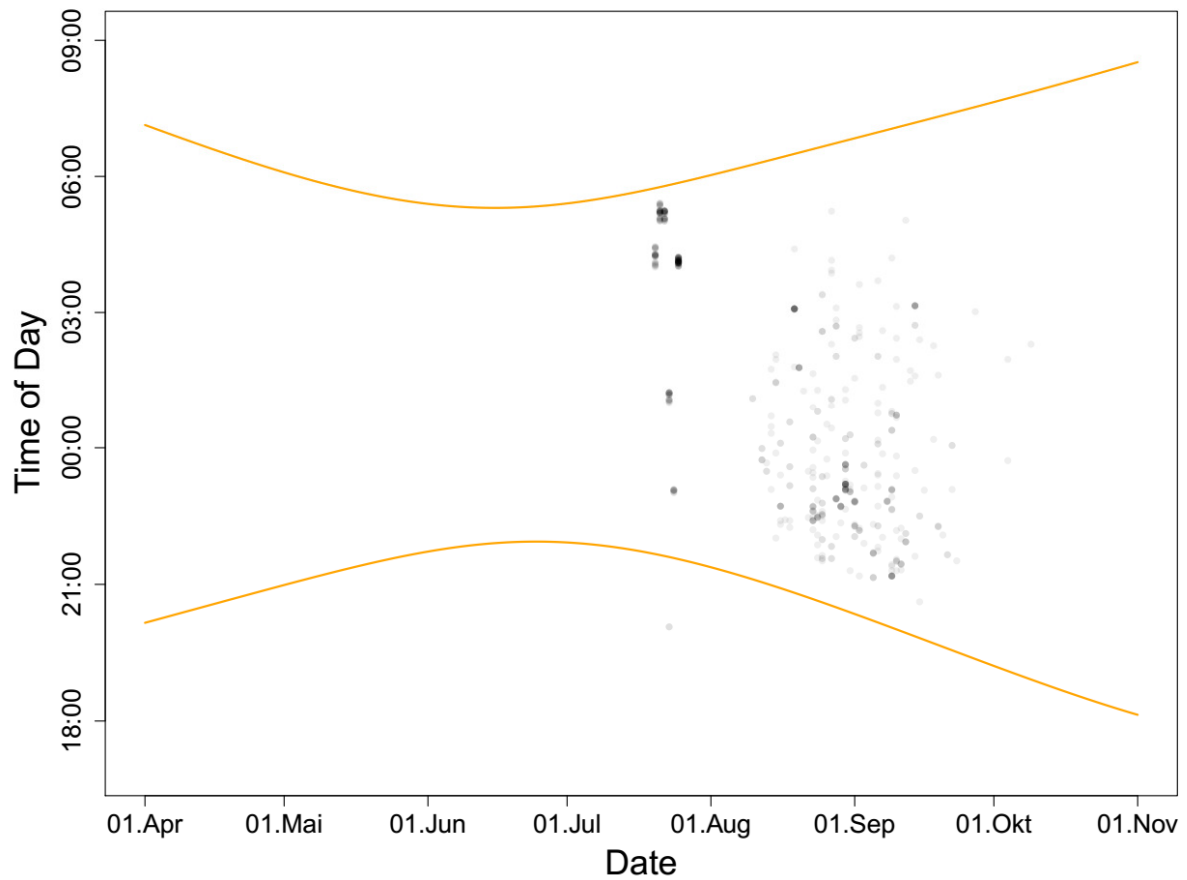
Wanneer de activiteitsoverzichten van de berekening worden vergeleken met het onderliggende model (vergl. figuur 5 met Baumbauer et al., 2016, figuren 8a-c), blijkt dat de sample data van de Innovatoren sterk lijken op die van het model.

In de sample data van de Innovatoren zijn relatief veel opnames gemaakt bij windkracht 4. Dat is een effect van het bijschatten van data.

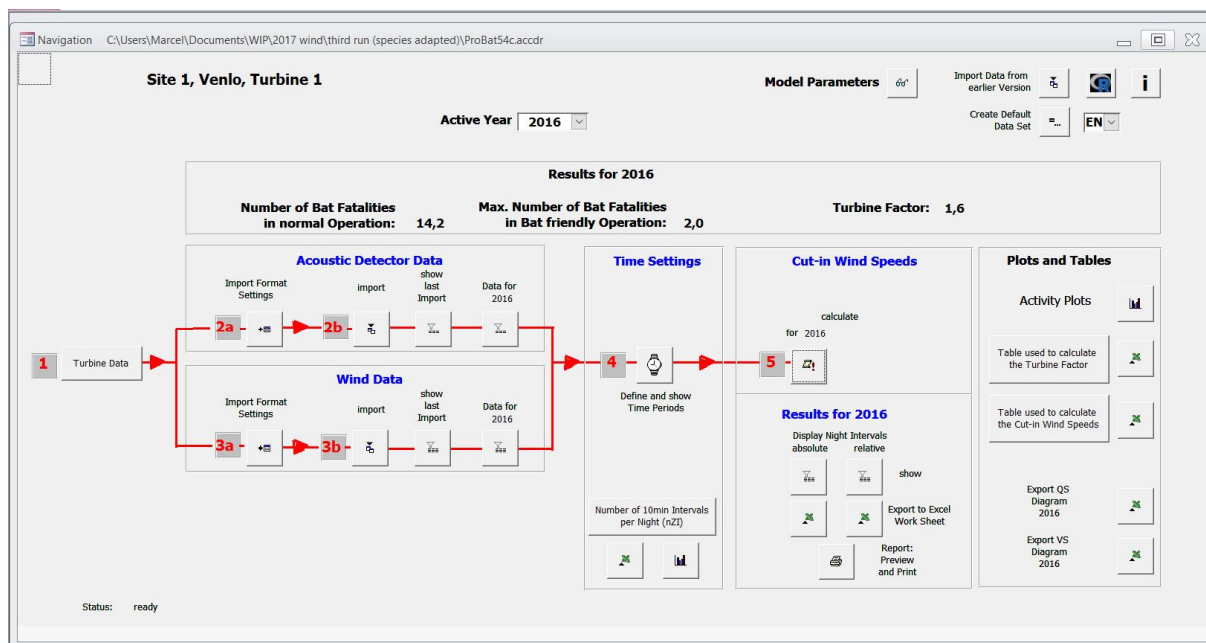


Figuur 5: overzicht input data voor model

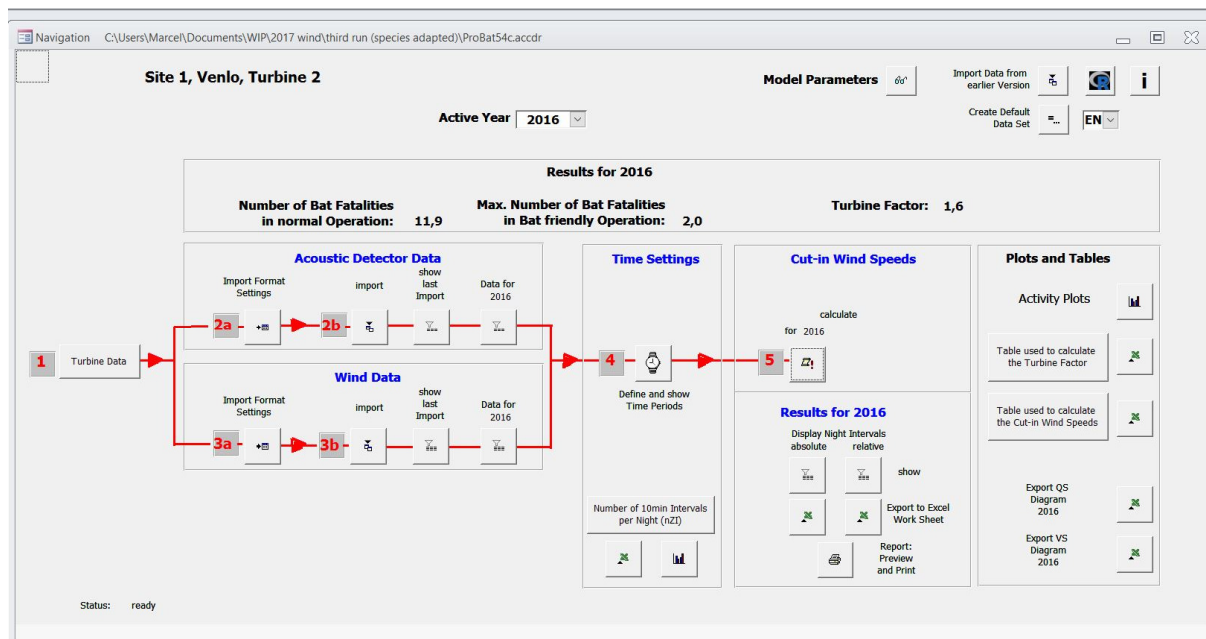
Site 1, Venlo, Turbine: 2, Year: 2016, 'ecoObs BC -36 dB', Coordinates: 6.106, 51.397



Figuur 6: overzicht van de spreiding van de vleermuiswaarnemingen over de nacht en de periode. De groep aan data voor 1 augustus zijn de bijgeschatte data.



Figuur 7: Overzicht run voor turbine type 1 (diameter rotorbladen 142 m) met beschikbare en bijgeschatte data.



Figuur 8: Overzicht run voor turbine type 2 (diameter rotorbladen 122 m) met beschikbare en bijgeschatte data.

4.2 Voorspelling potentiële vleermuisslachtoffers

Tabel 3: voorspelde aantal potentiële slachtoffers per jaar, voor de twee turbine types voor de periode 15 juni tot en met 15 oktober.

	rotordiameter	Voorspelde # potentiële slachtoffers
Turbine type 1	142	14,2
Turbine type 2	122	11,9

Uit de modelberekeningen blijkt dat bij turbintypes 1 en 2, respectievelijk 14,2 en 11,9 slachtoffers verwacht worden per jaar, gebaseerd op een operationele periode van 15 juni tot en met 15 oktober.

4.3 interpretatie Voorspelde potentiële slachtoffers

Om deze voorspelling te duiden, vergelijken we de waardes met ander onderzoek naar slachtoffers en voorspellingen.

Het model ProBat, dat is gebruikt voor de schattingen, is gericht op het berekenen van de meest effectieve periode van mitigatie van slachtofferisico door een zogenaamde stilstandvoorziening. Het model geeft daarom geen waarschijnlijkheidsintervallen. We merken echter op – zie paragraaf 3.1 – dat er allerlei factoren zijn die maken dat deze schattingen, op basis van de data die wij als input konden gebruiken, met een marge moeten worden genomen.

Nierman et al. (2011, in Brinkmann et al., 2011) vinden bij schattingen op basis van daadwerkelijk slachtofferzoeken in het veld, voor een vergelijkbaar tijdsvenster, waarschijnlijkheidsintervallen van globaal tussen 5 – 25 dieren voor turbines met een geschat aantal van 10 – 15 slachtoffers.

Het aantal geschatte slachtoffers van 10 – 15 individuen interpreteren we als vergelijkbaar met de situatie in het Greenpark Venlo. Voor de situatie in het Greenpark Venlo, waar is geschat op basis van alleen akoestische data, zal de bandbreedte zeker groter zijn dan 2 – 25 dieren.

Korner-Nievergelt et al. (2011b, eveneens in Brinkmann et al 2011) vinden voor schattingen op basis van de combinatie van slachtofferzoeken en akoestische metingen, en weer voor een vergelijkbaar tijdsvenster, globaal tussen 1 en 8 slachtoffers, met waarschijnlijkheidsintervallen van tussen 1 en 12 slachtoffers.

Bedenk dat in de twee hiervoor genoemde deelonderzoeken van Brinkmann et al. (2011) gewerkt werd met data van 18 verschillende locaties, met 45 daadwerkelijk gevonden slachtoffers en een tienvoud aan geluidsopnames in vergelijking met de data van Venlo. Bedenk dat in dit als vergelijking gebuikte onderzoek ook locaties in open laagland zijn meegenomen. Dat is anders dan de boslocatie langs een rivier in Venlo. Slachtofferisico in open laagland is lager dan in een landschap met bos en water.

Limpens et al. (2013c) vinden voor 5 Nederlandse locaties, allen in het open laagland, met 5 onderzochte turbines per locatie, en wederom op basis van slachtoffers en akoestische data, en voor een beperkter tijdsvenster (03/08 – 30/09), een geschat gemiddeld aantal slachtoffers per turbine van globaal 6 dieren, met een waarschijnlijkheidsinterval van 3 – 10 dieren.

De voor het Greenpark Venlo berekende schatting ligt qua aantallen slachtoffers dus in dezelfde range als de als vergelijkingsmateriaal gebruikte onderzoeken genoemde onderzoeken (Brinkmann et al. 2011, Limpens et al. 2013).

Het is moeilijk om de waarschijnlijkheidsintervallen voor de locaties in het Greenpark Venlo concreet te maken. Alles in ogenschouw genomen (paragraaf 3.1 en de afwegingen in deze paragraaf) schatten we dat de waarschijnlijkheidsintervallen hier tussen 5x, voor de bosrandlocaties, en 10x, voor de open locaties, groter kunnen zijn.

4.4 Voorspelling per soort?

Het is juridisch en ecologisch van belang af te wegen of er iets over risico per soort te zeggen is.

Er is nu berekend wat het aantal te verwachten slachtoffers is voor alle vleermuizen samen. De software is daar op ingericht, het gaat in de software immers in eerste instantie om berekenen van een effectieve periode voor stilstand.

In de geluidsdata zitten – met zoveel detail als haalbaar is – soorten en soortgroepen. Echter, hoe kleiner het aantal waarnemingen is, hoe groter de betrouwbaarheidsintervallen worden. Het is dus niet zinvol mogelijk om voor de soorten apart het te verwachten aantal slachtoffers te berekenen.

Tegelijk is het zo dat niet elke soort even veel risico loopt om slachtoffer te worden. Hoog vliegende/migrerende soorten en relatief abundante soorten lopen een hoger risico. In tabel 4 proberen we aan te geven hoe informatie en ervaring m.b.t. risico's per soort (Brinkman et al. 2011, Dürr & Bach 2004, Dürr 2010, Limpens et al. 2013b) te projecteren zouden zijn op de data die hier zijn verwerkt.

Van geen van de op de Innovatoren waargenomen soorten is het risico 0. Toch is het aannemelijk dat de rosse vleermuis (rosse vleermuis + groep) ruim 2/3 van de slachtoffers uit zal maken.

De groep 'niet nader gedetermineerd' zal eerder tot de 'dwergvleermuis groep' behoren, dan tot de 'rosse vleermuis groep', op dat die laatste groep herkenbaar zou zijn aan relatief lagere frequenties. De gewone en de ruige dwergvleermuis zullen hier dus elk ca. 1/6 van de slachtoffers uitmaken.

Tabel 4: bewerking van tabel 2: samenvattend overzicht waarnemingen vleermuizen Innovatoren

Species	% waarschijnlijkheid determinatie	# waarn.	% waarn.	'% risico'
Rosse vleermuis	76	143	39	
bosvleermuis	67	2	1	
laatvlieger	63	1	0	
Tweekleurige vleermuis	65	15	4	
Rosse/Bos/laatvlieger/tweekleurige	25	93	25	
<i>Rosse vleermuis + 'rosse groep' →→</i>				69
<i>Gewone dwergvleermuis + ½ [groep + niet nader gedetermineerd] →→</i>				
Gewone dwergvleermuis	89	36	10	17
Gewone/ruige dwergvleermuis	79	15	4	
Niet nader gedet. Vleermuis	0	39	11	
Ruige dwergvleermuis	42	27	7	
<i>Ruige dwergvleermuis + [½ groep + niet nader gedetermineerd] →→</i>				14
totaal				371

5 Conclusies

De met de modelberekeningen geschatte aantallen van respectievelijk 14,2 en 11,9 slachtoffers, voor de periode van 15 juni tot en met 15 oktober, voor turbines met een rotordiameter van respectievelijk 142 en 122 meter, liggen in een vergelijkbare range als de uitkomsten van andere onderzoeken.

Het te verwachten aantal slachtoffers is te groot om te kunnen spreken van een incidenteel slachtoffer.

Het is dan ook noodzakelijk een ontheffing van de Wnb aan te vragen voor de waargenomen soorten met voor de locatie verwacht hoog risico (Rosse vleermuis), midden risico (gewone en ruige dwergvleermuis) en lager risico (bosvleermuis, tweekleurige vleermuis, laatvlieger).

Het is noodzakelijk, in het eerste jaar na realisatie van de turbines, slachtofferonderzoek en akoestische metingen uit te gaan voeren conform Boonman et al. (2013a) en Limpens et al. (2013c), om op basis daarvan, en in combinatie met weerdata, een effectieve periode van mitigatie van slachtofferrisico door een stilstandvoorziening berekenen.

En het is noodzakelijk om die stilstandvoorziening toe te passen als mitigatie van het slachtofferrisico.

6 Aanbevelingen en overwegingen met betrekking tot een stilstandvoorziening

In de onderhavige analyse is het model Probat (Baumbauer et al. 2016) gebruikt om een schatting van te verwachten aantallen vleermuisslachtoffers te maken.

Probat is echter gericht op het berekenen van een stilstandvoorziening. Dat is in feite een algoritme dat aangeeft in welke periode in het seizoen, bij welke windsnelheden (meestal lager dan 4 a 5 m/s), de turbine moet worden stilgezet om een significante daling van het slachtofferrisico te behalen. We geven hier enkele mogelijke scenario's met betrekking tot het actief toepassen van een effectieve stilstandvoorziening.

Probat werkt op basis van alleen de akoestische data. Het voordeel daarvan is dat je zonder slachtofferonderzoek toch een stilstandvoorziening kan uitrekenen.

Bovendien is het mogelijk te werken op locaties waar nog geen turbines staan, als je op hoogte en lang genoeg kan meten. Daarvoor kan gebruik worden gemaakt van meetmasten, vliegers of ballonnen of een beschikbare hoge locatie. In de onderhavige studie is gebruik gemaakt van een beschikbare hoge toren, de Innovatoren.

De aanwezigheid van turbines heeft echter een effect op de aanwezigheid van vleermuizen. Insecten worden aangetrokken tot hoge structuren. Dit zijn bijvoorbeeld bomen, zendmasten, (vuur)torens et cetera en dus ook windturbines. Vleermuizen reageren weer op dit voedselaanbod. In schattingen vooraf kan dit effect nog maar nauwelijks worden verdisconteerd.

Probat is afgeleid van het model voor schatten van slachtofferrisico van de Zwitserse biostatistics Dr. Fränzi Korner-Nievergelt (Brinkmann et al, 2011, Korner-Nievergelt et al. 2011ab, 2013) in combinatie met het model voor het berekenen van de stilstandvoorziening van de Duitse vleermuisonderzoeker Dr. Oliver Behr (Behr et al. 2011, Brinkmann et al. 2011).

Het Duits-Zwitserse model voor het schatten van slachtofferrisico, dat ook voor Nederland is aangepast (Boonman et al. 2013a, Limpens et al. 2013abc), genereert de schattingen op basis van akoestische data, feitelijk gezochte slachtoffers (inclusief onderzoek naar vindkans en verdwijnkans van de karkassen), en weerdata.

Op basis van die combinatie van akoestische data, weerdata en slachtofferonderzoek kunnen een nauwkeurigere schatting van het slachtofferrisico en een nauwkeurigere stilstandvoorziening worden berekend.

Een nadeel daarbij is, dat dit pas kan nadat de turbines zijn geplaatst.

Voor de situatie in Venlo geldt dat er in 2016 nog niet in de situatie van de aanwezigheid van windturbines, en op ashoogte en op de exacte locatie van de turbine kan/kon worden gemeten. Voordeel was dat er relatief in de buurt metingen haalbaar waren op een toren die al veel hoger was dan maaiveld (70

m) en die bovendien ook insecten aantrok. Dat is zeker nog niet hetzelfde als een meting op en bij een turbine, maar wel zoveel mogelijk in die richting.

In de praktijk van de ontwikkeling van een concreet windpark, is het bepalen van het slachtoffer risico, en de daarvan afgeleide intensiteit van de stilstandvoorziening niet makkelijk te realiseren. Vaak gaat het stapsgewijs.

In Venlo is, met de nu beschikbare data, een stilstandvoorziening te berekenen, maar die zal het risico naar verwachting overschatten. Onderschatting van het risico is in theorie echter ook nog steeds mogelijk.

Verbetering of 'fine tuning' van de stilstandvoorziening kan op verschillende manieren worden bereikt.

Scenario 1:

Als er in 2017 nog geen turbines worden gebouwd en/of in de periode 15 juni – 15 oktober nog niet beschikbaar zijn, dan is een hernieuwde meting op bv. de Innovatoren toch zinvol. Door de grotere hoeveelheid data zal de stilstandvoorziening al met een wat kleinere bandbreedte kunnen worden berekend.

Als, er later in het proces, windturbines aanwezig zijn, kan er op de volgende manieren worden gewerkt.

Scenario 2:

Er wordt een jaar gedraaid waarin er nog geen stilstandvoorziening wordt ingezet. In dat jaar wordt op 2 turbines op ashoogte tussen half juni en half oktober de akoestische activiteit gemeten.

Tegelijk wordt er bij 5 turbines een afdoende en effectief slachtofferonderzoek uitgevoerd.

Er wordt gemeten in een situatie met windmolens, over een voldoende lange periode, en aspecten akoestiek, weer en slachtoffers kunnen worden gecombineerd. Op basis van die data kan een stilstandvoorziening worden gerekend die met minimaal energieverlies, maximaal resultaat in vermindering van slachtoffer risico kan behalen.

Er wordt daarmee met een jaar tijdverlies, aan de wettelijke verplichting t.a.v. het mitigeren van het risico voor de vleermuizen tegemoetgekomen. Dit tijdverlies, een jaar met hogere aantallen slachtoffers, wordt geaccepteerd om snel te komen tot een optimale instelling van de stilstandvoorziening.

Scenario 3:

Een andere aanpak kan bestaan uit het meteen toepassen van de grover ingestelde stilstandvoorziening, die op basis van één jaar (2016) aan akoestische en weerdata, kan worden berekend.

Vervolgens wordt tegelijk op ten minste 2 turbines op ashoogte tussen half juni en half oktober de akoestische activiteit gemeten. Tegelijk wordt er bij 5 turbines een afdoende en effectief slachtofferonderzoek uitgevoerd. Er wordt gemeten in een situatie met windmolens, over een voldoende lange periode, en de aspecten akoestiek, weer en slachtoffers kunnen worden gecombineerd.

Er wordt daarmee meteen voldaan aan de wettelijke verplichting tot mitigatie van het slachtofferrisico.

We mogen er van uit gaan dat we met die aanpak minder slachtoffers vinden, dan in de situatie zonder stilstand. Dit leidt tot grotere marges in de schattingen. Er is dan dus wellicht een nog steeds te grove stilstandvoorziening.

Door de metingen (akoestiek, weer en slachtoffers) een tweede of derde jaar te herhalen kan de stilstandvoorziening nauwkeuriger worden gemaakt. Wanneer er uiteindelijk ten minste 10 slachtoffers zijn gevonden (binnen een of over meerdere jaren), is het model nauwkeurig genoeg om de optimale instelling te kunnen genereren.

Scenario 4:

Er wordt gewerkt met het meteen toepassen van de grovere instelling van de stilstandvoorziening op basis van de data van 2016.

Tegelijk wordt er op ten minste 2 turbines op ashoogte tussen half juni en half oktober de akoestische activiteit gemeten. Op basis van die vergrote set aan akoestische en weerdata wordt de stilstandvoorziening nauwkeuriger gemaakt.

Er is nu een grotere set aan data over akoestische activiteit en weer beschikbaar, maar de input van slachtofferonderzoek ontbreekt. Daarmee zal de nauwkeurigheid van de stilstandvoorziening nog niet meteen zo groot zijn, dat verlies aan energieopwekking en mitigeren van slachtofferrisico zijn geoptimaliseerd.

De metingen van akoestiek en weer, worden daarom in de daaropvolgende jaren herhaald tot op het moment dat blijkt dat de stilstand voorziening niet meer nauwkeuriger wordt.

Er is niet op voorhand te zeggen of dit dan nog 2, 3 of meer jaren nodig heeft. Scenario's 2 en 3 vragen meer investering het begin, maar leiden sneller tot de het kleinst mogelijke energieverlies. Scenario 4 vraagt per jaar een kleinere investering, maar zal mogelijk een veel langer commitment vragen. Bovendien zal het optimaliseren van het slachtofferrisico ook langer duren.

7 Literatuurlijst

7.1 Referenties

- Baumbauer, L., M. Nagy, R. Simon & O. Behr, 2016.** Requirements for the use of ProBat. 33pp.
- Behr, O., R. Brinkmann, I. Niemann Und F. Korner-Nievergelt, 2011.** Fledermausfreundliche Betriebsalgorithmen für Windenergieanlagen. Pp. 354-383 In: Brinkmann, R., O. Behr, I. Niemann Und M. Reich (Ed.) 2011. Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore Windenergieanlagen. - Umwelt und Raum Bd. 4, 457 pp., Cuvillier Verlag, Göttingen.
- Boonman, M., H.J.G.A. Limpens, M.J.J. La Haye, M. van der Valk & J.C. Hartman, 2013a.** Protocollen vleermuisonderzoek bij windturbines. Rapport 2013.28, Zoogdierverseniging & Bureau Waardenburg. 29pp + 1 bijlage.
- Boonman M., E.A. Jansen, M. La Haye, H.J.G.A. Limpens, G.F.J. Smit. 2013b.** Vleermuizen IJsselmeerdijken Noordoostpolder Nulmeting 2012. Rapport nr. 12-230. Bureau Waardenburg Culemborg, Zoogdierverseniging, Nijmegen.
- Brinkmann, R., O. Behr, I. Niemann Und M. Reich (Ed.) 2011.** Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore Windenergieanlagen. - Umwelt und Raum Bd. 4, 457 pp., Cuvillier Verlag, Göttingen.
- Broekhuizen, S., K. Spoelstra, J.B.M. Thissen, K.J. Canters & J.C. Buys, 2016.** Atlas van de Nederlandse zoogdieren - deel 12 serie Nederlandse fauna. 300 pp. ISBN: 9789050115346 Ryan, P.M. & A.C. Brown, 2007. Migration of bats past a remote island offers clues toward the problem of bat fatalities at wind turbines, Biol. Conserv. (2007), doi:10.1016/j.biocon.2007.05.019
- Dürr, T. & L. Bach, 2004.** Fledermäuse als Schlagopfer von Windenergie-Anlagen - Stand der Erfahrungen mit Einblick in die bundesweite Fundkartei. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz Band 7. Bremen, BUND Landesverband Bremen e.V.: 253-263.
- Dürr, T., 2010.** Auszug aus der bundesdeutschen Schlagopferkartei, Stand 05.03.2010. Schriftl. Mitt.
- Hurst, J., M. Biedermann, C. Dietz, M. Dietz, I. Karst, E. Krannich, R. Petermann, W. Schorcht & R. Brinkmann (eds.), 2016.** Fledermäuse und Windkraft im Wald. Naturschutz & Biologische Vielfalt Heft 153, 396pp.
- Jansen E.A., M. Boonman, G.F.J. Smit, M. La Haye, H.J.G.A Limpens. 2013.** Vleermuizen Markermeer en IJsselmeer, Veldinventarisatie 2012 in zoekgebieden voor windenergie. Rapport nr. 12-051. Bureau Waardenburg Culemborg, Zoogdierverseniging, Nijmegen.
- Lehnert LS, Kramer-Schadt S, Schönborn S, Lindecke O, Niemann I, Voigt CC, 2014.** Wind farm facilities in Germany kill noctule bats from near and far. PLoS ONE 9:e103106
- Korner-Nievergelt, F., P. Korner-Nievergelt, O. Behr, I. Niemann, R. Brinkmann, & B. Hellriegel. 2011a.** A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines. Journal of Wildlife Biology 17:350-363.
- KORNER-NIEVERGELT, F., O. BEHR, I. NIEMANN und R. BRINKMANN, 2011b.** Schätzung der Zahl verunglückter Fledermäuse an Windenergieanlagen mittels akustischer Aktivitätsmessungen und modifizierter N-mixture Modelle. Pp. 323-353. In: Brinkmann, R., O. Behr, I. Niemann Und M. Reich (Ed.) 2011. Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore Windenergieanlagen. - Umwelt und Raum Bd. 4, 457 pp., Cuvillier Verlag, Göttingen.
- Korner-Nievergelt, F., P. Korner-Nievergelt, O. Behr, I. Niemann, R. Brinkmann, & B. Hellriegel. 2011b.** A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines. Journal of Wildlife Biology 17:350-363.
- Korner-Nievergelt, F., R. Brinkmann, I. Niemann & O. Behr, 2013.** Estimating bat and bird mortality occurring at wind energy turbines from covariates and carcass searches using mixture models. PlosONE 8(7): e67997.
- Limpens, H.J.G.A., K. Mostert & W. Bongers, 1997.** Atlas van de Nederlandse vleermuizen; onderzoek naar verspreiding en ecologie. - KNNV Uitgeverij, 260 pp.
- 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, 2013a.** Wind turbines and bats in the Netherlands - Measuring and predicting, TOEPASBAARHEID VOOR DE NEDERLANDSE WINDSECTOR. Zoogdierverseniging & Bureau Waardenburg. 3pp.
- 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, 2013b.** Wind turbines and bats in the Netherlands - Measuring and predicting, UITGEBREIDE NEDERLANDSE SAMENVATTING. Zoogdierverseniging & Bureau Waardenburg. 6pp.
- 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, 2013c.** Wind turbines and bats in the Netherlands- Measuring and predicting. Report 2013.12, Zoogdierverseniging & Bureau Waardenburg. 77pp + 2 appendices.
- Niemann, I., R. Brinkmann, F. Korner-Nievergelt Und O. Behr, 2011.** Systematische Schlagopfersuche - Methodische Rahmenbedingungen, statistische Analyseverfahren und Ergebnisse. P. 40-115 in: Brinkmann, R., O. Behr, I. Niemann Und M. Reich (Ed.) 2011. Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und

Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore Windenergieanlagen. - Umwelt und Raum Bd. 4, 457 pp., Cuvillier Verlag, Göttingen.