



Vlaanderen
is wetenschap



Effecten van windturbines op vleermuizen in Vlaanderen

Testcase voor het risico op sterfte

Joris Everaert

INSTITUUT
NATUUR- EN BOSONDERZOEK

Auteurs:

Joris Everaert

Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Reviewers:

Lieve Vriens (volledig rapport) en Koen Van Muylem (samenvatting, aanbevelingen voor beheer en/of beleid, en English abstract)

Het INBO is het onafhankelijk onderzoeksinstituut van de Vlaamse overheid dat via toegepast wetenschappelijk onderzoek, data- en kennisontsluiting het biodiversiteitsbeleid en -beheer onderbouwt en evalueert.

Vestiging:

Herman Teirlinckgebouw

INBO Brussel

Havenlaan 88 bus 73, 1000 Brussel

www.inbo.be

e-mail:

joris.everaert@inbo.be

Wijze van citeren:

Everaert J.(2020). Effecten van windturbines op vleermuizen in Vlaanderen. Testcase voor het risico op sterfte. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2020 (52). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

DOI: doi.org/10.21436/inbor.29190658

D/2021/3241/114

Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2020 (52)

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Maurice Hoffmann

Foto cover:

Pexels/ Pixabay

EFFECTEN VAN WINDTURBINES OP VLEERMUIZEN IN VLAANDEREN

Testcase voor het risico op sterfte

Joris Everaert

doi.org/10.21436/inbor.29190658

Dankwoord

Deze studie werd uitgevoerd in het kader van het doorlopend INBO project “ Kennisopbouw en advisering m.b.t. impact windturbines op fauna” dat dankzij de ondersteuning vanuit de Vlaamse overheid tot stand kwam. Verder wil ik enkele projectontwikkelaars bedanken voor de constructieve gesprekken en de toelating om de terreinen van de windturbines te betreden.

Samenvatting

Er bestaat een INBO-leidraad over de risicoanalyse en monitoring van de effecten van (geplande) windturbines op vogels en vleermuizen in Vlaanderen (Everaert, 2015). Een Vlaamse risicoatlas voor vogels en vleermuizen maakt deel uit van deze leidraad. De risicokaart voor vleermuizen bestaat momenteel uit potentieel leefgebied, zonder de verwerking van actuele verspreidingsgegevens, en door de schaal op niveau Vlaanderen mogelijk met de nodige beperkingen in volledigheid en correctheid. Er is ook nog nauwelijks veldonderzoek verricht naar de effecten op vleermuizen in Vlaanderen. We weten niet hoe omvangrijk de effecten zijn en hoe die best gemilderd kunnen worden om op termijn belangrijke cumulatieve effecten in Vlaanderen te vermijden. De huidige kennisleemtes rond de actuele verspreiding en mogelijke effecten zorgen vaak voor onzekerheden bij de effectanalyse en -beoordeling van geplande windparken. Om die kennisleemtes in de toekomst aan te pakken, hebben we in de zomer en het najaar van 2017 een beperkt onderzoek uitgevoerd. Het was vooral gericht op het effect mortaliteit.

Eén persoon zocht systematisch naar vleermuisslachtoffers onder 18 windturbines in verschillende windparken in Vlaanderen. Onder vijf van deze turbines werden in totaal zeven slachtoffers gevonden, vijf gewone dwergvleermuizen en twee ruige dwergvleermuizen. Dit is een minimum dat in werkelijkheid veel hoger kan liggen. In het kader van de testcase konden we niet kijken naar correctiefactoren voor zoek efficiëntie en verwijdering door aaseters. Door het relatief klein aantal gevonden slachtoffers is ook geen correctie toegepast voor het beschikbaar zoekoppervlak. We weten bovendien dat je door het inzetten van zoekhonden meer slachtoffers vindt. Het INBO onderzoekt die mogelijkheid momenteel met twee honden.

Een kleine meerderheid van de slachtoffers werd gevonden onder turbines met een volgens de risicoatlas mogelijk tot hoog risico. Er werden ook drie slachtoffers gevonden onder turbines met theoretisch onvoldoende informatie of laag risico. Na een verdere analyse van omgevingsfactoren, konden hiervoor wel enkele mogelijke verklaringen naar voren worden geschoven. Het ging om zeer lokale eigenschappen van het landschap en habitats die onvoldoende waren meegenomen in de opmaak van de risicoatlas op niveau Vlaanderen. Vermoedelijk is de kans op slachtoffers bij geen enkele windturbine uit te sluiten, bijvoorbeeld tijdens nachten met verhoogde activiteit van (trekkende) vleermuizen over heel Vlaanderen.

Aan vier van de 18 windturbines (elk met verschillende theoretische risicoklasse) werden met een automatische batdetector op grondniveau metingen uitgevoerd van de vleermuisactiviteit, telkens minstens 7 volledige nachten in zowel zomer als najaar. We vonden geen slachtoffers onder deze turbines, waardoor een mogelijke relatie van activiteit en het risico op slachtoffers niet kon onderzocht worden. Wel stelden we vast dat de gemeten vleermuisactiviteit globaal gezien hoger was bij de windturbines met een theoretisch hoger risico. Door grote verschillen in activiteit per nacht op de verschillende locaties, is het echter moeilijk om betrouwbare conclusies te trekken. Ook bleek vooral in de zomer de activiteit relatief hoog te zijn bij de turbine met laagste risicoklasse. Zoals bij de gevonden slachtoffers zijn hiervoor wel mogelijke verklaringen te vinden in zeer lokale landschapskenmerken en habitats.

In het late najaar werd nog een vergelijkende test uitgevoerd met twee automatische batdetectors in de gondel van een windturbine. De bevindingen hieruit zijn nuttig voor het optimaliseren van de monitoring op hoogte van de wieken.

De resultaten uit de testcase vormen de basis voor een update van de leidraad en risicoatlas. Op basis van de testcase kan ook een meer uitgebreid onderzoek uitgesteld worden.

Aanbevelingen voor beheer en/of beleid

De resultaten van de testcase en andere beschikbare kennis helpen om de beperkingen van de huidige INBO leidraad en daaraan gekoppelde risicoatlas voor vleermuizen (Everaert, 2015) beter te duiden en de leidraad te actualiseren. Een risicoatlas op niveau Vlaanderen zal echter nooit voldoende zijn om de impact van geplande windparken volwaardig te kunnen inschatten. Bij de opmaak van een dergelijke atlas kan nooit rekening gehouden worden met alle mogelijke factoren. Een lokale analyse zal dus altijd noodzakelijk blijven.

De bevindingen van de testcase kunnen ook helpen bij het plannen van meer uitgebreid wetenschappelijk onderzoek naar de mogelijke effecten van windturbines op vleermuizen in Vlaanderen. Dit onderzoek is wenselijk, bijvoorbeeld ook specifiek in functie van het optimaliseren van de milderende maatregelen. Die worden nu al vaak voorgesteld en/of toegepast, maar resulteren tegelijk ook in een verlies van elektriciteitsproductie. Bij de huidige toepasbare en doeltreffende maatregelen worden windturbines automatisch stilgelegd op momenten waarbij de hoogste vleermuisactiviteit wordt verwacht, mede op basis van de periode van het jaar, windsnelheid, temperatuur en neerslag. Verder zijn er ook systemen in ontwikkeling die daarbovenop gebruik maken van realtime vleermuisactiviteit met batdetectors op de turbines, en systemen met ultrasone geluiden om vleermuizen af te schrikken ter hoogte van de wieken. Maar deze systemen zijn nog experimenteel met momenteel ook technische beperkingen, zoals de maximale detectieafstand van vleermuizen. Overleg en waar mogelijk ook samenwerking met de windsector is aanbevolen om het nodige onderzoek uit te voeren in het kader van een win-win.

De huidige kennisleemtes over de effecten van windturbines op vleermuizen zijn ook merkbaar in de post-evaluatie van effectstudies voor windparken. Bij post-monitoring van verschillende buitenlandse windparken stelde men vast dat de effecten onvoldoende correct werden ingeschat. In veel gevallen was er een onderschatting van het risico op mortaliteit bij vleermuizen. Bepaalde onderzoekers wijzen er daarom op dat er meer aandacht moet gaan naar post-monitoring. Een passend regime voor een stilstandstelsel kan dan mede op basis daarvan worden bepaald. De technische uitdagingen bij post-monitoring, zoals de maximale detectieafstand, moeten dan wel ook aangepakt worden. Nieuwe aanbevelingen rond deze problematiek kunnen de INBO leidraad updaten.

Eén van de redenen waarom de risico's voor vleermuizen vaak niet voldoende correct kunnen ingeschat worden, is dat vleermuizen in sommige omstandigheden en omwille van verschillende mogelijke redenen worden aangetrokken door windturbines, met een verhoogde aanvaringskans tot gevolg. Dit is moeilijk op voorhand te voorspellen. De mogelijke oorzaken hiervan zijn gekend, maar verder onderzoek naar oplossingen is gewenst.

De inschatting van het cumulatieve effect op populatieniveau is zeer belangrijk: de werkelijke impact op projectniveau is vaak al niet of onvoldoende gekend, en er is nog onvoldoende kennis over het gedrag, de verspreiding, en de populatiegroottes van vleermuizen. Het is aangeraden om meer bestaande windparken te monitoren op vleermuisactiviteit en slachtoffers, en tegelijk ook actie te ondernemen om o.a. de verspreiding van vleermuizen beter in kaart te brengen in Vlaanderen.

English abstract

INBO published a guideline on risk analysis and monitoring of the effects of (planned) wind turbines on birds and bats in Flanders (Everaert, 2015). A Flemish sensitivity atlas for birds and bats is part of this guide. The sensitivity map for bats currently consists of potential habitat, without the processing of actual distribution data, and due to the scale at the Flanders level also with the necessary limitations in completeness and correctness. Field research into the possible effects on bats in Flanders has also hardly been carried out. We do not know how extensive the effects are and how they can best be mitigated to avoid significant cumulative effects in Flanders. Current knowledge gaps around the actual distribution and possible effects also often create uncertainties in the impact analysis and assessment of planned wind farms. In order to address these knowledge gaps in the future, we conducted a limited study in the summer and autumn of 2017. It was mainly focused on the effect mortality.

One person systematically searched for bat fatalities under 18 wind turbines in different wind farms in Flanders. Under five of these turbines, a total of seven bats were found, five Common Pipistrelle and two Nathusius's Pipistrelle. This is a minimum that in reality can be much higher. Within the framework of the test case, we could not look at correction factors for search efficiency and scavenger removal. Due to the relatively small number of fatalities found, no correction was applied for the available search area. We also know that by using trained scent detection dogs you can find more victims. INBO is currently investigating the use of dogs.

A small majority of the fatalities were found under turbines with a possible to high risk according to the sensitivity map for bats. Three fatalities were also found under turbines with theoretically insufficient information or low risk. After further analysis, we were able to put forward some possible explanations. These related to very local features of the landscape and habitats that had not been sufficiently taken into account in the preparation of the sensitivity map at the Flanders level. Probably the chance of fatalities at any given wind turbine cannot be excluded, for example during certain nights with an increased activity of (migratory) bats all over Flanders.

Underneath four of the 18 wind turbines (each with different theoretical risk class) measurements of bat activity were carried out at ground level with a passive bat detector, at least during 7 full nights in both summer and autumn. We found no fatalities under these turbines, so a possible relationship between activity and the risk of fatalities could not be investigated. We did find that the measured bat activity was generally higher at the wind turbines with a theoretically higher risk. However, due to large differences in activity per night at the different locations, it is difficult to draw reliable conclusions. In addition, it was also found that, especially in summer, bat activity was relatively high at the turbine with the lowest risk class. As with the casualties found, possible explanations for this can be found in very local landscape features and habitats.

In late autumn, also a comparative test was conducted with two passive bat detectors in the nacelle of a wind turbine. The findings from this test are useful for optimizing the monitoring at the height of the blades.

The results of the test case form the basis for an update of the guidance document and sensitivity atlas. Based on the test case, a more comprehensive study can also be designed.

Inhoudstafel

1	Inleiding	9
2	Doelstellingen	13
3	Materiaal en methode	14
3.1	Locatiekeuze.....	14
3.2	Zoeken naar slachtoffers.....	15
3.3	Metingen van de vleermuisactiviteit.....	16
4	Resultaten	23
4.1	Gevonden slachtoffers	23
4.2	Vleermuisactiviteit	28
4.2.1	Globale resultaten van detectoropnames	28
4.2.2	Informatie over de waargenomen soorten	31
4.2.3	Melle als risicoklasse 0 locatie	35
4.2.4	Sint-Gillis-Waas als risicoklasse 1 locatie	37
4.2.5	Oevel als risicoklasse 2 locatie	39
4.2.6	Olen als risicoklasse 3 locatie	41
4.2.7	Experiment in de gondel van een windturbine in Melle	43
5	Discussie	44
5.1	Gevonden slachtoffers	44
5.2	Vleermuisactiviteit	47
5.3	Verdere aandachtspunten voor advies en gericht onderzoek.....	48
6	Referenties	52

Lijst van figuren

Figuur 1	Vlaamse risicoatlas vleermuizen-windturbines. De identificatie van de risicoklasse 3 moet nog gebeuren bij ieder concreet project (Bron: Everaert,2015).	11
Figuur 2	Ruwe locatie van de onderzochte windturbines. De kleuren tonen de risicoklasse op basis van Everaert (2015): klasse 0 (grijs), klasse 1 (geel), klasse 2 (oranje) en klasse 3 (rood).	14
Figuur 3	Globale situering van de zone waar door de automatische batdetectors SM4BAT-FS en Batcorder op de gondel van de turbine vleermuizengeluiden kunnen worden opgenomen. (bron: handleiding Batcorder, EcoObs).	20
Figuur 4	Manuele controle en verwerking van vleermuisopnames in Kaleidoscope Pro.	22
Figuur 5	Gemiddelde windsnelheid per 24u van 14 juli tot 15 oktober 2017 met aanduiding van het aantal slachtoffers en vermoedelijke datum van aanvaring.	27
Figuur 6	Gemiddeld aantal detecties ($\pm$ standaarddeviatie) van gewone dwergvleermuis.	29
Figuur 7	Gemiddeld aantal detecties ($\pm$ standaarddeviatie) van ruige dwergvleermuis.	30
Figuur 8	Gemiddeld aantal detecties ($\pm$ standaarddeviatie) van gewone dwergvleermuis, ruige dwergvleermuis, laatvlieger, rosse vleermuis en bosvleermuis als soorten die het hoogste risico lopen op sterfte (zie deel 1).	30
Figuur 9	Bosvleermuis op 16 augustus 2017 boven het verharde oppervlak in Oevel (zie ook 4.2.5).	34
Figuur 10	Aantal detecties van gewone dwergvleermuis in de zomer op de locatie in Melle.	35
Figuur 11	Aantal detecties van de overige soorten in de zomer op de locatie in Melle.	35
Figuur 12	Aantal detecties van gewone dwergvleermuis in het najaar op de locatie in Melle.	36
Figuur 13	Aantal detecties van de overige soorten in het najaar op de locatie in Melle.	36
Figuur 14	Aantal detecties van gewone dwergvleermuis in de zomer op de locatie in Sint-Gillis-Waas.	37
Figuur 15	Aantal detecties van de overige soorten in de zomer op de locatie in Sint-Gillis-Waas.	37
Figuur 16	Aantal detecties van gewone dwergvleermuis in het najaar op de locatie in Sint-Gillis-Waas.	38
Figuur 17	Aantal detecties van de overige soorten in het najaar op de locatie in Sint-Gillis-Waas.	38
Figuur 18	Aantal detecties van gewone dwergvleermuis in de zomer op de locatie in Oevel.	39
Figuur 19	Aantal detecties van de overige soorten in de zomer op de locatie in Oevel.	39
Figuur 20	Aantal detecties van gewone dwergvleermuis in het najaar op de locatie in Oevel.	40
Figuur 21	Aantal detecties van de overige soorten in het najaar op de locatie in Oevel.	40
Figuur 22	Aantal detecties van gewone dwergvleermuis en laatvlieger in de zomer in Olen.	41
Figuur 23	Aantal detecties van de overige soorten in de zomer in Olen.	41
Figuur 24	Aantal detecties van gewone dwergvleermuis in het najaar in Olen.	42
Figuur 25	Aantal detecties van de overige soorten in het najaar in Olen.	42

1 INLEIDING

De Vlaamse overheid heeft grote ambities om het aandeel van hernieuwbare energiebronnen zoals windenergie aanzienlijk te verhogen. Het Windplan 2025¹ moet zorgen voor het realiseren van de doelstellingen voor windenergie. De voordelen zijn duidelijk: wind is onuitputtelijk en het omzetten van wind naar elektriciteit vormt geen reststoffen. Windenergie kan samen met andere duurzame energiebronnen een belangrijke bijdrage leveren om de internationale doelstellingen voor het beperken van CO₂ uitstoot te halen. Het is hierbij van belang dat deze energiebronnen op alle vlakken zo duurzaam mogelijk zijn en dat belangrijke schade aan de natuur wordt vermeden (Birdlife Europe, 2011; Europese Commissie, 2020). Aangezien windturbines een negatief effect kunnen hebben op vogels en vleermuizen, werd windenergie door Birdlife Europe (2011) geclassificeerd onder “medium conservation risk technologies”. Dit wil zeggen dat “de ontwikkeling hiervan voorzichtig moet worden aangepakt”. Windturbines kunnen immers in bepaalde situaties een gevaar vormen voor vogels en vleermuizen. De dieren kunnen er tegenaan vliegen of terechtkomen in de luchtverplaatsingen en luchtdrukverschillen rond de wieken. Behalve het risico op directe aanvaring met de wieken, kan bij vleermuizen ook dodelijke orgaanbeschadiging optreden door luchtdrukverschillen rond de wieken (Gaultier *et al.*, 2020). Verder kunnen vogels en vleermuizen de turbines ervaren als storend waardoor gebieden met turbines minder aantrekkelijk of zelfs gemeden worden.

Een greep uit de vakliteratuur

Tot voor kort werd aangenomen dat vleermuizen zich minder storen aan windturbines dan vogels (Everaert, 2015). Maar de mogelijk **verstorende werking** is ondertussen wel vastgesteld. Gebieden met windturbines worden soms minder aantrekkelijk of gemeden. Zo werd tijdens een onderzoek in landbouwgebied in Frankrijk een significant lagere vleermuisactiviteit vastgesteld in gebieden met windturbines (Millon *et al.*, 2015). Gelijkaardige resultaten werden gevonden bij tropische vleermuizen in een heuvellandschap in Nieuw-Caledonië (Millon *et al.*, 2018). Barré *et al.* (2018) stelden in een grootschalige studie ook een verminderde vleermuisactiviteit vast langs houtkanten binnen de 1000 m van windturbines in diverse agrarische halfopen gebieden in Frankrijk. Verder onderzoek is nodig om de conclusies te veralgemenen. Dit zou anders kunnen zijn in gebieden waar al veel verstoring is, bijvoorbeeld door industrie. Toch tonen meerdere studies aan dat het aspect verstoring bij vleermuizen dus belangrijker zou kunnen zijn dan aanvankelijk gedacht (Gaultier *et al.*, 2020). Het gebrek aan voldoende studies zorgt ervoor dat het verstorend effect van geplande windparken moeilijk in te schatten is, maar dat tegelijk voorzichtigheid is geboden.

Wat betreft **mortaliteit** zijn de resultaten van studies minder eensluidend dan bij vogels. In Everaert (2015) werd al een uiteenzetting gegeven van de kennis(leemtes). We geven hieronder nog eens een beknopt overzicht met update.

Een meta-analyse van 34 studies in windparken toont een zeer grote variabiliteit met een gemiddelde van 0 tot 134 vleermuisslachtoffers per turbine per jaar (Hötter, 2006). Er zijn dus ook veel windturbines waar geen of nauwelijks slachtoffers werden vastgesteld. Voor

¹ <https://www.energiesparen.be/windplan-2025>

Uit een review van Europese studies (Rydell *et al.*, 2010a) blijkt dat de omgeving een belangrijke rol speelt. De grootste aantallen aanvaringsslachtoffers van vleermuizen (gemiddelden) worden gevonden bij boomrijke berghellingen, bosrijke gebieden en langs de kust (5-20 per turbine per jaar). In landbouwgebieden met veel verspreide kleine landschapselementen ligt dat aantal lager (2-5 per turbine per jaar) en in open landbouwgebieden gaat het over 0-3 slachtoffers per turbine per jaar. Langs rivieren kunnen de effecten ook groter zijn dan in meer open gebieden. In Noordwest-Europa is de mortaliteit hoger dan gemiddeld wanneer windturbines binnen de 100 m van bossen staan (Rydell *et al.*, 2010a). In review studies staat vaak de aanbeveling om uit voorzorg een afstand van ongeveer 200 m te bewaren van de jachtgebieden en 500 m van belangrijke verblijfplaatsen zoals kolonies en overwinteringslocaties (Winkelman *et al.*, 2008; Rodrigues *et al.*, 2014).

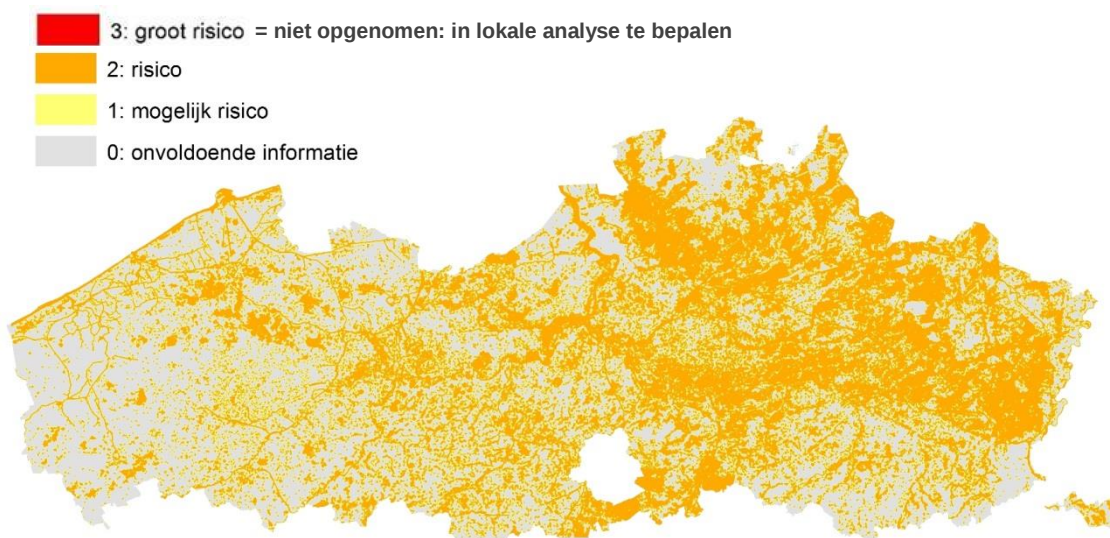
We weten ondertussen dat bepaalde soorten een hoger risico lopen om slachtoffer te worden. Rodrigues *et al.* (2014) en Everaert (2015) geven een overzicht en verdere indeling van de meest gevoelige soorten:

- Omdat een aantal soorten in bepaalde omstandigheden ook worden aangetrokken door windturbines (zie daarover meer in Everaert (2015) en 5.3), bestaat er onzekerheid over het random karakter van aanvaringen. Dit zorgt voor twijfels over de conclusies van effectinschattingen en aanbevelingen voor milderende maatregelen. Hierover is in enkele landen verder onderzoek lopende.

Aanleiding van de testcase

In 2015 verscheen de INBO leidraad voor risicoanalyse en monitoring van de effecten van (geplande) windturbines op vogels en vleermuizen in Vlaanderen (Everaert, 2015). De Vlaamse risicoatlassen 'vogels-windturbines' en 'vleermuizen-windturbines' maken deel uit van dit leidraad rapport. De atlassen zijn raadpleegbaar via inbo.be > datasets en kunnen als GIS bestanden opgevraagd worden. De atlassen geven aan waar en waarom bepaalde gebieden een potentieel risico vormen voor vogels of vleermuizen. Geen enkele risicoklasse is automatisch uitgesloten voor het plaatsen van windturbines. De atlassen geven enkel een eerste signaal en zijn dus slechts het startpunt in de detailanalyse voor geplande windturbines op project- of planniveau. In deze detailanalyse kan een deskundige onderzoeken of de effecten al dan niet betekenisvol kunnen zijn voor de aanwezige natuurwaarden.

Bij het gebruik van de huidige risicoatlas voor vleermuizen is extra voorzichtigheid geboden. Voor deze risicoatlas is geen gebruik gemaakt van actuele verspreidingsgegevens. De atlas beperkt zich tot het aangeven, op schaal Vlaanderen, van 'potentieel leefgebied', ingedeeld in verschillende risicoklassen (figuur 1). Dit wil zeggen dat er zich ook buiten de afgebakende risicozones leefgebieden of trekroutes kunnen bevinden. Bovendien zijn de potentieel 'hoogste risico' zones (risicoklasse 3) niet opgenomen in de atlas. Deze bestaan uit een verdere verfijning van de risicoklasse 2 zones (oude bossen), maar ook uit zones rond gekende belangrijke verzamelplaatsen voor overwintering en voortplanting. Deze moeten bepaald worden in een lokale analyse voor geplande windparken (Everaert, 2015).



Figuur 1 Vlaamse risicoatlas vleermuizen-windturbines. De identificatie van de risicoklasse 3 moet nog gebeuren bij ieder concreet project (Bron: Everaert, 2015).

Het eerder INBO onderzoek in acht Vlaamse windparken (Everaert, 2008 & 2014) was niet gericht op vleermuizen waardoor de mortaliteit onder vleermuizen in deze windparken nog onzeker was. Pas in het najaar van 2014 zijn de eerste zekere aanvaringsslachtoffers van vleermuizen vastgesteld in een Vlaams windpark. In één week tijd waren vier gewone dwergvleermuizen slachtoffer in een windpark met 3 turbines in een landbouwgebied langs een autosnelweg. Ook in 2016 werden toevallig enkele slachtoffers gevonden in een paar

De kennisleemtes en onderzoeksprioriteiten rond de effecten van windturbines op vogels en vleermuizen werden al in de INBO leidraad (Everaert, 2015) beschreven. Specifiek voor vleermuizen kunnen we volgende kennisleemtes formuleren:

- Gebrek aan kennis over actuele verspreiding van vleermuizen in Vlaanderen.
- Waarom worden vleermuizen in bepaalde omstandigheden slachtoffer van turbines?
- Wat zijn de beste methodes om de mogelijke effecten op voorhand en na plaatsing van de turbines in te schatten?
- Hoe groot is het effect op de (lokale) populaties van vleermuizen?
- Hoe kunnen automatische systemen voor het registreren van aanvaringen geoptimaliseerd worden?
- Hoe kunnen milderende maatregelen geoptimaliseerd worden?

Het gebrek aan kennis zorgt vaak voor onzekerheden bij de effectanalyse en -beoordeling van geplande windparken en bijgevolg ook voor problemen/vertragingen in het vergunningstraject. De milderende maatregelen kunnen misschien geoptimaliseerd worden. Door een beperkte testcase naar de effecten op vleermuizen uit te voeren in Vlaanderen hoopten we enkele concrete vragen te beantwoorden (zie doelstellingen).

2 DOELSTELLINGEN

Met deze testcase willen we volgende vragen beantwoorden:

- Worden vleermuizen regelmatig het slachtoffer van windturbines in Vlaanderen?
- Is er een relatie tussen vleermuislachtoffers en de risicoklassen in de INBO risicoatlas?
- Is er een relatie tussen slachtoffers en vleermuisactiviteit op grondniveau?
- Is er een relatie tussen vleermuisactiviteit en de risicoklassen in de INBO risicoatlas?
- Is er een update nodig van de actuele INBO leidraad en risicoatlas (Everaert, 2015), en hoe?

Daarnaast willen we de beperkingen van de bestaande leidraad en de risicoatlas blootleggen en deze instrumenten verbeteren. De resultaten kunnen ook de basis vormen een meer uitgebreid onderzoek in Vlaanderen.



Foto 1. Windturbines in het avondlicht langs het Boudewijnkanaal in Brugge (Foto: Joris Everaert).

3 MATERIAAL EN METHODE

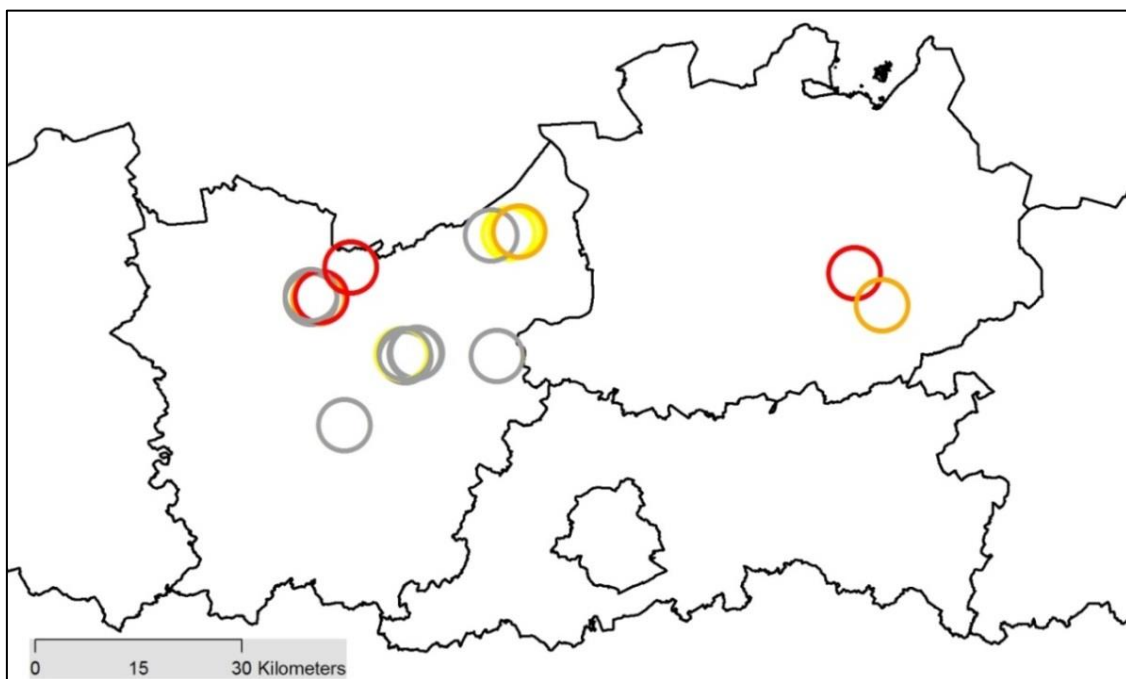
3.1 LOCATIEKEUZE

Er werden verspreid over de provincies Oost-Vlaanderen en Antwerpen 18 windturbines uitgekozen om systematisch naar slachtoffers van vleermuizen te zoeken (zie figuur 2, en tabel 2 in deel 4.1). De keuze was afhankelijk van:

- het theoretisch risico in de INBO risicoatlas windturbines-vleermuizen (Everaert, 2015): 9 turbines met risicoklasse 0 (onvoldoende informatie of laag risico) en 9 turbines met een bepaald risico (3 met mogelijk risico (klasse 1), 3 met risicoklasse 2 en 3 met risicoklasse 3 zoals bepaald in een eigen lokaal onderzoek;
- de toestemming van de projectontwikkelaar en grondeigenaar of -gebruiker;
- het aandeel toegankelijk zoekoppervlak onder de turbines (> 50% in perimeter rond de mast, gelijk aan de masthoogte).

Uit de 18 windturbines werden op basis van de praktische mogelijkheden ook 3 turbines uitgekozen (1 per risicoklasse) om de vleermuisactiviteit continu gedurende verschillende nachten te meten met een automatische batdetector op grondniveau.

Zoals op voorhand afgesproken met de projectontwikkelaars wordt de exacte locatie van de onderzochte windturbines niet getoond.



Figuur 2 Ruwe locatie van de onderzochte windturbines. De kleuren tonen de risicoklasse op basis van Everaert (2015): klasse 0 (grijs), klasse 1 (geel), klasse 2 (oranje) en klasse 3 (rood).

3.2 ZOEKEN NAAR SLACHTOFFERS

De zoekmethode is grotendeels gebaseerd op de aanbevelingen in Boonman *et al.* (2013) en Rodrigues *et al.* (2014). Het betreft aanbevelingen over de zoekperiode en zoekfrequentie, het bepalen van de zoekcirkel, en de wijze van zoeken.

Onder de 18 geselecteerde windturbines is door de auteur van dit rapport in 2017 gezocht naar mogelijke vleermuisslachtoffers zoals hieronder beschreven. Bij twee van de 18 windturbines (Oevel en Olen) liep al een verplichte monitoring door een studiebureau (EDF Luminus, 2018; Haskoning DHV, 2018) volgens een gelijkaardige methode, maar ook daar zijn door de auteur enkele zoekacties uitgevoerd.

Aangezien de meeste slachtoffers in Europa gevonden worden in de periode van half juli tot half oktober (zie Inleiding), werd deze periode ook uitgekozen voor de testcase. Met een zoekinterval van 3 à 4 dagen waren er per windturbine 12 ochtendbezoeken in de periode vanaf 18 juli tot en met 17 oktober.

Er werd al stappend gezocht naar dode of gewonde vleermuizen binnen een cirkel rond de windturbinemast. De perimeter van deze cirkel was gelijk aan de masthoogte van de betreffende turbine. Het zoeken gebeurde op systematische wijze door de zoekcirkel te doorkruisen in parallelle rechte zoekpaden die ongeveer 3 m uiteen liggen. Zodoende werd steeds aan weerszijden in een strook van 1,5 m naar slachtoffers gezocht. In de praktijk is dit niet altijd uitvoerbaar, bijvoorbeeld als een deel van de zoekcirkel water is of begroeid met hogere dichte vegetatie. Bij de gekozen turbines was wel minstens 50% van de theoretische zoekcirkel effectief af te zoeken in het grootste deel van de zoekperiode. Oppervlaktes met een dichte vegetatie hoger dan 20 cm (nog niet geoogste gewassen, ruigtes, struwelen, bos met dichte ondergroei) werden niet afgezocht, tenzij het om een schrale begroeiing (max. 50 cm hoogte) ging waarbij de grond grotendeels nog zichtbaar was.

De gevonden slachtoffers werden uitwendig onderzocht op wonden/breuken, en verzameld voor morfologisch en (indien mogelijk) histologisch onderzoek door de Universiteit Gent (Vakgroep Pathologie, Bacteriologie en Pluimveeziekten in Merelbeke). Met het histologisch onderzoek kan eventuele orgaanschade door luchtdrukverschillen vastgesteld worden.

Beperkingen van het onderzoek

De gerapporteerde aantallen moeten worden beschouwd als een minimum dat vrijwel zeker in werkelijkheid veel hoger kan liggen. Niet iedere dode vleermuis zal immers gevonden worden. Om het werkelijk aantal slachtoffers van vogels en vleermuizen in te schatten, kunnen correctiefactoren voor het beschikbaar zoekoppervlak, de zoek efficiëntie en verwijdering door aaseters toegepast worden (Everaert & Stienen, 2007; Everaert, 2008 & 2014; Boonman *et al.*, 2013; Rodrigues *et al.*, 2014). Het werkelijk aantal slachtoffers is doorgaans een veelvoud van de gevonden aantallen (zie verder in 5.1). Vleermuisslachtoffers verdwijnen sneller dan vogels, en sneller in de zomer dan in het voorjaar. Elke dag zoeken levert dan ook de meest accurate data, maar is uiteraard ook zeer arbeidsintensief. Dit was niet haalbaar. Om pragmatische redenen hanteerden we een zoekinterval van 3 tot 4 dagen, de minimumfrequentie zoals aanbevolen in Boonman *et al.* (2013), wetende dat hiermee de verdwijnkans groter is.

In het kader van de testcase was het niet mogelijk om correctiefactoren voor zoek efficiëntie en verwijdering door aaseters te berekenen. Mede omwille van het relatief klein aantal gevonden slachtoffers (zie 4.1) werd ook geen correctie toegepast voor het beschikbaar zoekoppervlak.

3.3 METINGEN VAN DE VLEERMUISACTIVITEIT

In dezelfde periode als het zoeken naar slachtoffers werd ook de vleermuisactiviteit nagegaan bij 4 van de 18 turbines, één per theoretische risicoklasse, op basis van de risicoatlas van Everaert (2015). We volgden de aanbevelingen in Boonman *et al.* (2013) en Rodrigues *et al.* (2014) voor zover dit mogelijk was binnen de beperkte tijd en met het beschikbare materiaal.

De metingen gebeurden met een automatische batdetector (SM4BAT-FS van Wildlife Acoustics, met ultrasone omni-directionele microfoon SMM-U1), afwisselend op de vier locaties. Hierbij werd iedere passage van een vleermuis geregistreerd (als aantal detecties per tijdseenheid) en dit gedurende de volledige nacht. Om een globaal beeld te bekomen van de vleermuisactiviteit, werd telkens minstens 7 opeenvolgende nachten gemeten in zowel de zomer als het najaar. De detector werd hierbij op enkele meters hoogte geïnstalleerd binnen de 40 m van de turbinemast (tabel 1, en foto 2-5).

Hoewel de gebruikte ultrasone microfoon op de batdetector van het omni-directionele type is, werd deze wel steeds gericht naar het dichtstbijzijnde landschapselement dat potentieel het meest aantrekkelijk kan zijn voor vleermuizen. De batdetector en microfoon werd ook steeds binnen de 40 m van de windturbinemast geïnstalleerd met kabelsloten beveiligd tegen diefstal.

Tabel 1 Locaties en periode van vleermuisactiviteit metingen met batdetector.

Windturbinelocatie: gemeente, landschap (KLE = kleine landschapselementen)	Theoretische risicoklasse	Meetperiode in zomer	Meetperiode in najaar	Plaats van de detector
Melle ¹ , vrij open landbouwgebied, KLE's op > 200 m	0	21-30 aug (9 nachten)	6-14 okt (8 nachten)	op 3 m hoogte aan een struik, 25 m ten ZZO van de turbine, met microfoon gericht naar de turbine
Sint-Gillis-Waas, vrij open landbouwgebied, KLE (klein bosje) op 100- 200 m	1	18-26 juli (8 nachten)	12-19 sept (7 nachten)	op 4 m hoogte aan bovenkant van turbine toegangstrap, 2 m ten O van de turbine, met microfoon gericht naar braakliggende zone ten O van turbine
Oevel, industrie met brede loofbomen groenstrook langs Albertkanaal op < 100 m	2	12-21 aug (9 nachten)	19-28 sept (9 nachten)	op 4 m hoogte aan verlichtingspaal, 35 m ten ZZO van de turbine, met microfoon gericht naar de turbine + groenstrook langs het kanaal
Olen, op < 100 m van rand oud gemengd bos met weiland en nabije industrie	3	3-11 aug (8 nachten)	28 sept-6 okt (8 nachten)	op 4 m hoogte aan een boom, 25 m ten W van de turbine, met microfoon gericht naar de turbine

(1) Op de locatie in Melle werd van 30 augustus tot 10 september nog verder gemeten, in hoofdzaak om nog eventuele bijkomende zeldzame soorten te detecteren.

Het aantal vleermuispassages geeft een relatieve indicatie voor vleermuisactiviteit, dus de mate waarin vleermuizen een bepaalde locatie in het landschap gebruiken. Het totaal aantal passages zegt niets over het verschil in gebruik als vliegroute of als foerageergebied.

Verschillende onderzoekers, die aan de hand van het type echolocatie onderscheid maakten tussen voorbijvliegen en vangstpogingen (moment dat een vleermuis een insect probeert te vangen), vonden echter een sterke correlatie tussen het aantal vangstpogingen en de totale vleermuisactiviteit (Walsh & Harris, 1996; Russo & Jones, 2003; Kusch et al., 2004). De totale activiteit geeft dus ook informatie over de mate van foerageren.

De meting geeft het ‘aantal detecties’. De batdetector maakt namelijk een geluidsopname per vleermuispassage bestaande uit een reeks geluidspulsen met een maximale tussentijd van 500 milliseconden. Voor elke detectie (vleermuispassage) is een opgenomen WAV geluidsopname beschikbaar. De opnames kunnen echter ook andere geluidsignalen bevatten. Vooral in de zomer kan de detector ook getriggerd worden door het geluid van sprinkhanen.



Foto 2. Locatie in Melle met rechts de plaatsing van de detector (Foto: Joris Everaert).



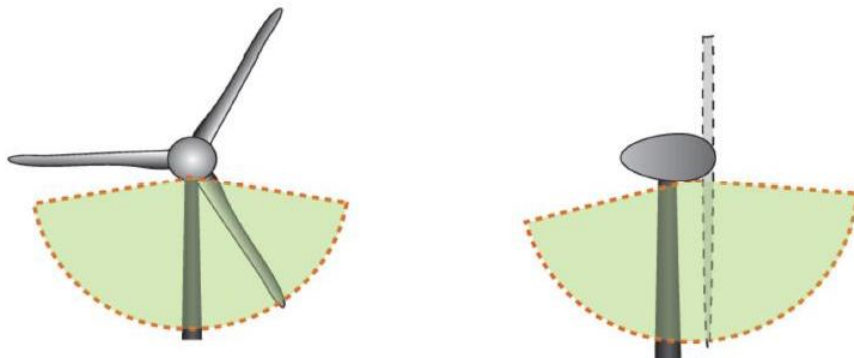


Tenslotte voerden we op het einde van het najaar nog een experiment uit om te testen of de SM4BAT-FS batdetector ook geschikt is voor monitoring in de gondel van windturbines. Meer bepaald op een windturbine in Melle, ten westen van deze waar eerder in het jaar werd gemeten op grondniveau (foto 6). We installeerden deze detector in dezelfde gondel waar het hele jaar door gemonitord wordt met een vaste automatische batdetector (Opstaele, 2018). De metingen duurden van 17 oktober tot 1 november, dus in 15 nachten. De microfoon was hierbij naar beneden gericht vanuit een roosterluik in de onderzijde van de gondel (foto 7). Aan hetzelfde rooster zit de microfoon van de vaste automatische batdetector (Batcorder 3.1 van EcoObs GmbH). Beide detectors konden hierdoor de vleermuisactiviteit meten in de zone van de onderste helft van het rotorvlak van de turbine (figuur 3).



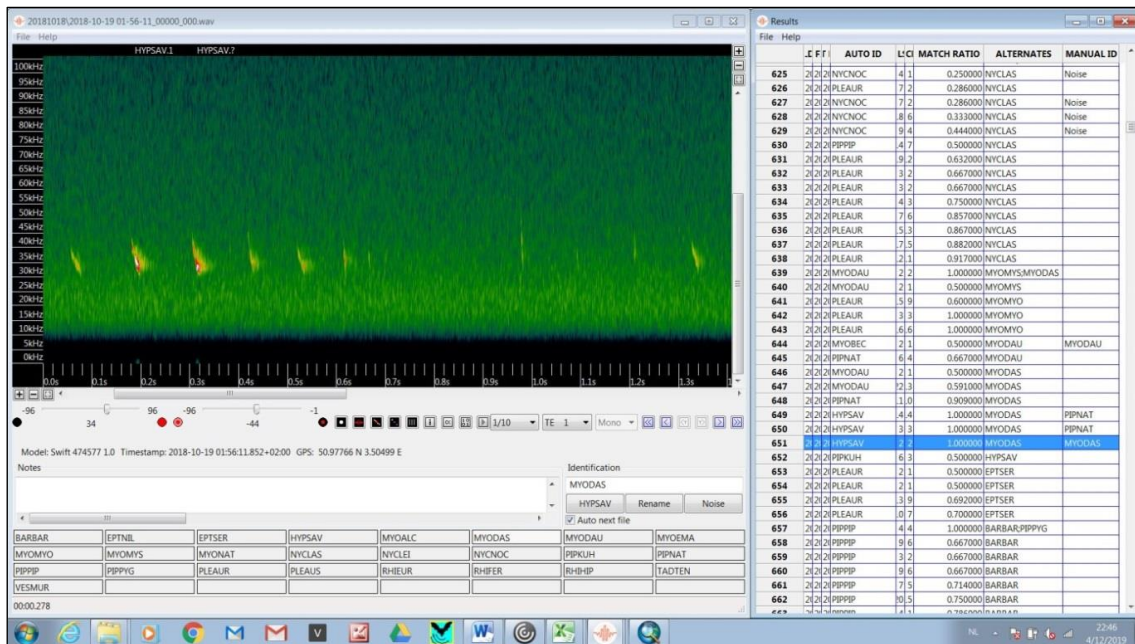


Foto 7. Opende roosterluik in de onderzijde van de windturbine gondel.



Figuur 3 Globale situering van de zone waar door de automatische batdetectors SM4BAT-FS en Batcorder op de gondel van de turbine vleermuizengeluiden kunnen worden opgenomen (Bron: handleiding Batcorder, EcoObs).

In de windturbine van het windpark Melle waar met de SM4BAT-FS detector op grondniveau gemeten werd (zie tabel 1 en foto 2) was ook een vaste Batcorder automatische batdetector geïnstalleerd die daar het hele jaar de vleermuisactiviteit registreerde (Opstaele, 2018). De microfoon van de detector in deze turbine was in tegenstelling tot de andere naar boven gericht (foto 8). Hierdoor is het mogelijk om de vleermuisactiviteit op grondniveau te vergelijken met deze in de bovenste helft van het rotorvlak.



Figuur 4 Manuele controle en verwerking van vleermuisopnames in Kaleidoscope Pro.

Beperkingen van het onderzoek

Omdat er maar één detector was, moest die achtereenvolgens gebruikt worden op de verschillende locaties. Dit vormde een beperking in het aantal meetlocaties: op slechts 4 van de 18 zoeklocaties kon gemeten worden. Er kon daarbij ook niet gelijktijdig gemeten worden op de vier locaties. Dit betekent dat verschillen in vleermuisactiviteit deels afhankelijk kunnen zijn van het verschil in de meetperiode en weersomstandigheden. Ook het aantal gemeten nachten per locatie was relatief beperkt, zodat dit enkel een globaal beeld geeft van de vleermuisactiviteit (Everaert, 2015).

Het meten van vleermuisactiviteit op gondelhoogte heeft altijd de voorkeur boven het meten op grondniveau. Dit was praktisch niet haalbaar voor de testcase. De metingen op grondniveau vormden het best mogelijke alternatief om een inschatting te maken van het aanvaringsrisico van windturbines (Boonman *et al.*, 2013; Rodrigues *et al.*, 2014; Everaert, 2015).

4 RESULTATEN

4.1 GEVONDEN SLACHTOFFERS

In totaal zijn er onder de 18 windturbines zeven dode vleermuizen gevonden (tabel 2), vijf gewone dwergvleermuizen *Pipistrellus pipistrellus* en twee ruige dwergvleermuizen *Pipistrellus nathusii* (zie 4.2.2 voor algemene soortinformatie). We gaan ervan uit dat deze effectief het slachtoffer werden van de windturbines. Er waren immers geen indicaties dat de vleermuizen een andere doodsoorzaak hadden. De gevonden aantallen moeten beschouwd worden als een minimum dat vrijwel zeker in werkelijkheid veel hoger ligt. In het tijdsbestek van deze testcase konden we geen correctiefactoren doorvoeren om het werkelijk aantal slachtoffers in te schatten. De slachtoffers lagen onder turbines van alle risicoklassen. Dus ook onder enkele turbines in vrij open landschap met een theoretisch lager of onzeker risico (risicoklasse 0).

Aangezien we geen slachtoffers vonden bij de vier windturbines waar ook batdetectormetingen werden verricht, kon geen vergelijking gemaakt worden met de vleermuisactiviteit.

Tabel 2 Alle onderzochte turbines en de gevonden vleermuis slachtoffers in 2017. De locaties waar ook de vleermuisactiviteit werd gemeten, staan in het vet.

Locatie (gemeente)	Theoretische risicoklasse	Aantal gevonden slachtoffers	Data van vondst	Soorten
Gent	0	1	2 aug	gewone dwergvleermuis
Gent	0			
Sint-Gillis-Waas	0	2	22 juli, 26 sept	gewone dwergvleermuis
Lokeren	0			
Lokeren	0			
Lokeren	0			
Hamme	0			
Berlare	0			
Melle¹	0			
Beveren	1	2	29 sept	gewone + ruige dwergvleermuis
Sint-Gillis-Waas	1			
Lokeren	1			
Beveren	2	1	29 sept	ruige dwergvleermuis
Gent	2			
Oevel	2			
Olen	3			
Gent	3	1	17 okt	gewone dwergvleermuis
Gent	3			

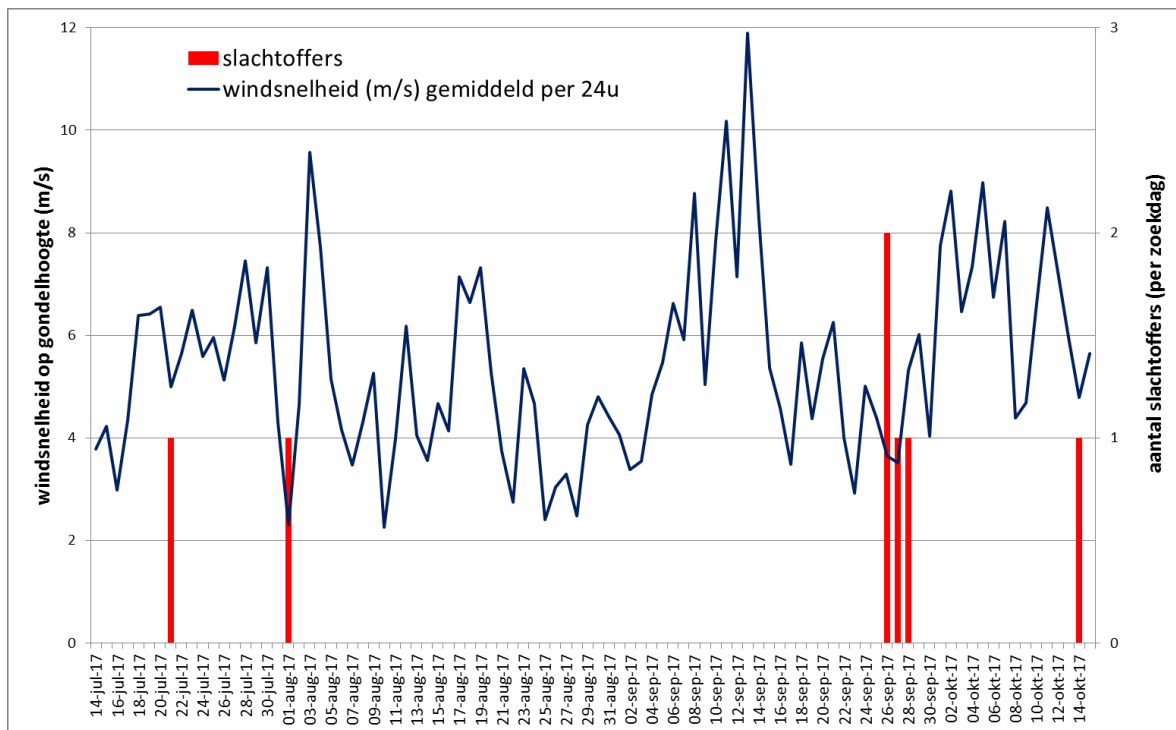
(1) In Melle is ook steeds gezocht onder een 2e turbine (ook risicoklasse 0), eveneens zonder slachtoffers.





Foto 13. Gewone dwergvleermuizen op 29 september en 17 oktober (Foto: Joris Everaert).

Alle gevonden vleermuizen werden naar schatting (op basis van versheid van de dieren) het slachtoffer op dagen met relatief lage windsnelheden (< 6 m/s) op gondelhoogte (figuur 5).



Figuur 5 Gemiddelde windsnelheid per 24u van 14 juli tot 15 oktober 2017 met aanduiding van het aantal slachtoffers en vermoedelijke datum van aanvaring.

4.2 VLEERMUISACTIVITEIT

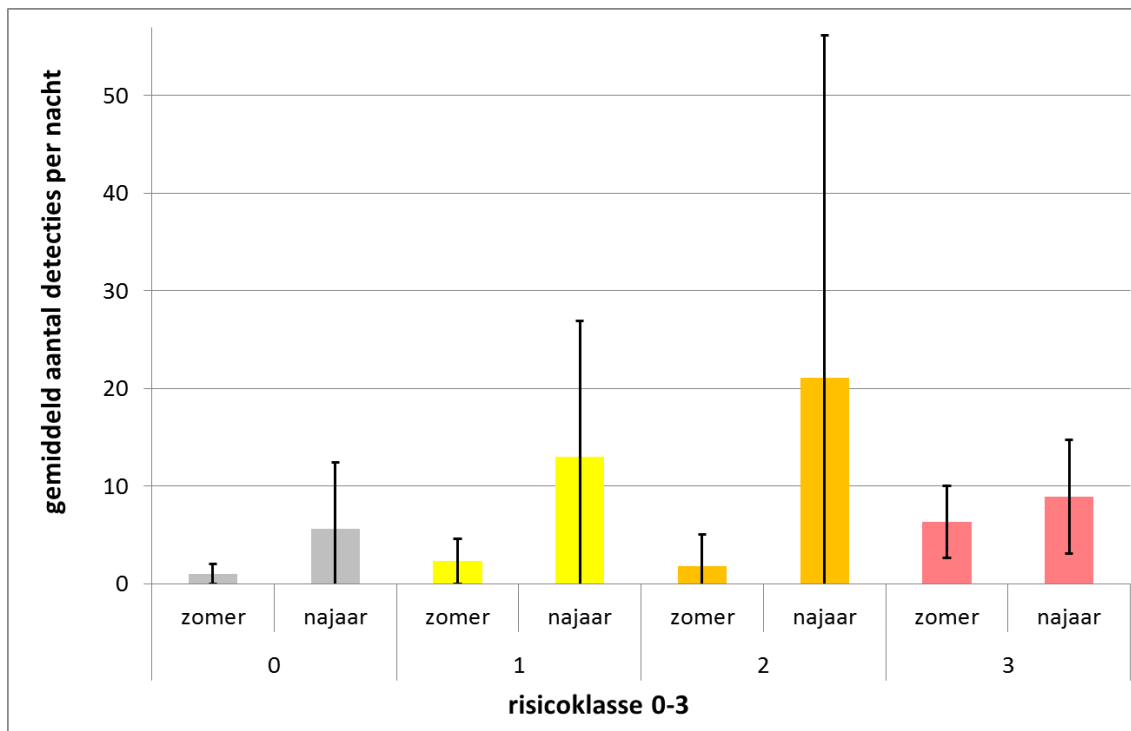
4.2.1 Globale resultaten van detectoropnames

Tabel 4 geeft een overzicht van alle detectoropnames die met de automatische batdetector geregistreerd zijn bij 4 van de 18 windturbines. Er zijn 9 soorten vastgesteld waaronder ook de zeer zeldzame bosvleermuis. De ongedetermineerde 'Myotis spec.' detecties betroffen baard/brandts vleermuis of watervleermuis. In de tabel staat ook telkens het aantal ruisopnames, dit zijn opnames die door de software geclassificeerd werden als 'noise', zonder of met slechts zwakke vleermuissignalen. De ruisopnames waren grotendeels het gevolg van het geluid van sprinkhanen.

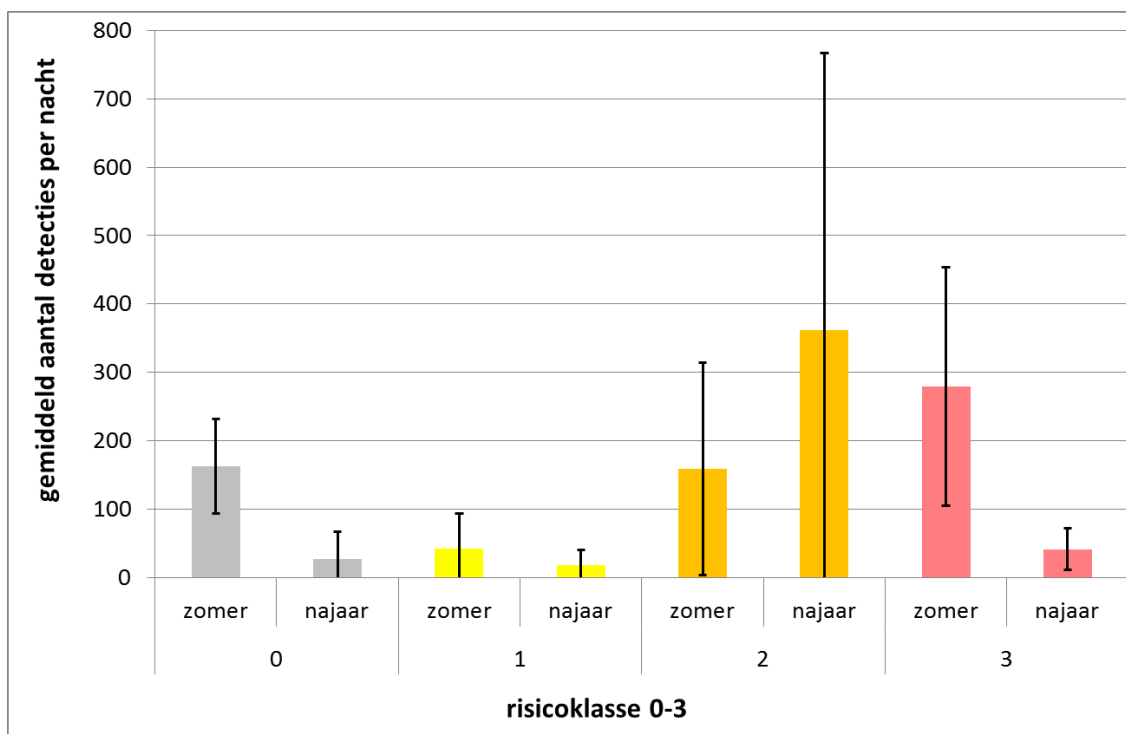
Tabel 4. Aantal opnames tijdens continue metingen (n= aantal nachten) met automatische batdetectors in de zomer (juli-aug) en het najaar (sept-okt) van 2017.

	Melle windturbine in risico-klasse 0		Sint-Gillis-Waas windturbine in risico-klasse 1		Oevel windturbine in risico-klasse 2		Olen windturbine in risico-klasse 3	
	zomer n=9	najaar n=8	zomer n=8	najaar n=7	zomer n=9	najaar n=9	zomer n=8	najaar n=8
gewone dwergvleermuis	1428	170	315	35	1363	3058	1697	244
ruige dwergvleermuis	9	45	18	91	16	190	50	71
(gewone) grootoor ²	7		3				17	58
watervleermuis			11	5			3	2
baard/brandts vleermuis ¹	6	1	2	2			5	2
franjestart							1	2
Myotis spec. ¹	2	1					3	6
laatvlieger	13		7	1	2		480	6
rosse vleermuis	18	4			11	5	10	11
bosvleermuis					41		1	
<i>ruisopname</i> ³	2455	15	732	399	135	81	8176	11248
totaal aantal detecties	1483	221	356	134	1433	3253	2267	402
gemiddeld aantal detecties per nacht	165	25	45	19	159	361	283	50

- (1) Wellicht allemaal gewone baardvleermuizen maar op basis van het geluid kan brandts vleermuis vaak niet uitgesloten worden.
- (2) Wellicht allemaal gewone grootoor maar op basis van het geluid kan de zeldzame grijze grootoor vaak niet uitgesloten worden.
- (3) Geen vleermuissignalen (bv. sprinkhaan) of te zwakke vleermuissignalen. Door het opvallend grote aantal ruisopnames (op basis van automatische classificatie) door voornamelijk één sabelsprinkhaan dichtbij de detector in Olen, is het mogelijk dat er op deze locatie in werkelijkheid meer vleermuispassages waren dan aangegeven, omdat het ruis van sprinkhaangeluid de vleermuisgeluiden kan verbergen in de opname.



Figuur 7 Gemiddeld aantal detecties ($\pm$ standaarddeviatie) van ruige dwergvleermuis.



Figuur 8 Gemiddeld aantal detecties ($\pm$ standaarddeviatie) van gewone dwergvleermuis, ruige dwergvleermuis, laatvlieger, rosse vleermuis en bosvleermuis als soorten die het hoogste risico lopen op sterfte (zie deel 1).

4.2.2 Informatie over de waargenomen soorten

Hieronder volgt algemene ecologische en verspreidings-informatie van de waargenomen soorten, mede op basis van Dietz *et al.* (2011) en www.waarnemingen.be.

4.2.2.1 Gewone dwergvleermuis

De gewone dwergvleermuis is een zeer flexibele soort wat betreft biotoop-eisen. Men kan de soort ook vinden in steden (bv. bomenrijen, parken, tuinen). Waar aanwezig, wordt voor het foerageren de voorkeur gegeven aan bossen, bosranden, bomenrijen, houtkanten, water en moeras, boomrijke tuinen, enz. De soort is voor verblijfplaatsen sterk gebonden aan gebouwen. Het is de meest algemene vleermuissoort in Vlaanderen, met een status ‘momenteel niet in gevaar’ op de IUCN Rode-Lijst van de zoogdieren in Vlaanderen (Maes *et al.*, 2014).

4.2.2.2 Ruige dwergvleermuis

Het leefgebied van de ruige dwergvleermuis bestaat uit bossen, moerasbossen en andere natte bossen, rivieren, kanalen, meren, plassen en moerassen. Waterpartijen en beschutte oevers vormen een belangrijk aspect van het biotoop. Het voedsel bestaat immers voor een groot deel uit aan water gebonden tweevleugeligen, vooral dansmuggen. De soort verblijft overdag vaak achter losse schors van dood hout of in spleetvormige holtes in bomen. Ook de winterslaap vindt plaats in holle bomen of zelfs in grote houtstapels.

De ruige dwergvleermuis heeft een status ‘momenteel niet in gevaar’ op de IUCN Rode-Lijst van de zoogdieren in Vlaanderen (Maes *et al.*, 2014). Vroeger was de soort in Vlaanderen alleen bekend van enkele dode dieren. Dankzij batdetector onderzoek weten we dat de ruige dwergvleermuis vrij verspreid over heel Vlaanderen voorkomt. Vooral mannetjes zijn quasi heel het jaar in Vlaanderen te vinden. Uit batdetectoronderzoek blijkt dat er in Vlaanderen in het voor- en najaar meer ruige dwergvleermuizen aanwezig zijn dan in de zomer, wat op doortrek wijst. Ruige dwergvleermuizen hebben hun kraamkolonies vooral in Noordoost-Europa. Het is een soort die migreert over lange afstanden (tot ca. 2000 km) tussen zomer- en wintergebied. In de zomermaanden blijken de vrouwtjes te vertoeven in Noord- en Oost-Europa om hun jongen groot te brengen, maar in het najaar laten ze samen met de opgegroeide jongen de koude achter zich en trekken ze naar het westen en zuiden van Europa om er te overwinteren. Tijdens de trek in het najaar vormen de vrouwtjes paargroepjes van 2 tot 10 dieren in de verblijfplaatsen van territoriale mannetjes die zij op hun route passeren. Mannetjes hebben in het najaar een paarverblijfplaats die ze fel verdedigen tegen andere mannetjes. Vanuit hun verblijfplaats laten ze dan ‘s avonds en ‘s nachts een ‘werfroep’ horen waarmee ze vrouwtjes naar hun verblijfplaats lokken. Maar in 1/3 van de gevallen wordt ook rond het paarverblijf vliegend geroepen. In het voorjaar trekken de zwangere vrouwtjes weer weg naar het noorden tot noordoosten. Het aantal gekende verblijfplaatsen van groepjes ruige dwergvleermuizen (bv. paarplaatsen in het najaar) is relatief klein in Vlaanderen. Het zoeken naar verblijfplaatsen in bomen vereist immers uitgebreid onderzoek. Zo werden er in het najaar van 2015 dankzij gericht onderzoek meerdere verblijfplaatsen gevonden van mannetjes in bomen langs de oevers van waterpartijen in Ieper. Tot nu toe is het niet duidelijk of de soort zich in Vlaanderen ook voortplant.

zeldzame soort met nauwelijks zomerwaarnemingen, hoewel de huidige verspreiding min of meer overeen komt met bosregio's waar intensief onderzoek naar vleermuizen is gebeurd. Tijdens de winterslaap zijn er drie belangrijke Vlaamse regio's waar de franjestaart wordt waargenomen in grotere aantallen: de forten rond Antwerpen (met soms enkele honderden exemplaren), het Houtland (West-Vlaanderen) en de mergelgroeven in Limburg. De franjestaart heeft een status 'onvoldoende data' op de IUCN Rode-Lijst van de zoogdieren in Vlaanderen (Maes *et al.*, 2014).

4.2.2.7 Laatvlieger

De laatzvlieger is één van onze grootste vleermuizen in Europa. Het is een kenmerkende soort voor open en halfopen landschap. In het voorjaar en zomer worden vooral randen van loofbossen, houtwallen en grote, open plekken in bossen bejaagd. Later in de zomer worden grasweiden ook een belangrijk foerageergebied. Tuinen, parken, boomgaarden en begroeide oevers in de omgeving van de kolonieplaats worden ook afgespeurd naar prooien. Regelmatig worden foeragerende dieren ook aangetroffen in de omgeving van felle spots en straatverlichtingen. Dichte bossen worden zelden of nooit bezocht.

De laatvlieger is relatief gezien één van de meest algemene soorten in Vlaanderen. Kraamkolonies of andere verblijfplaatsen worden enkel in gebouwen gevonden, zowel in spouwmuren van woonhuizen als op grote (kerk)zolders. Over de winterverblijven van laatvliegers zijn nauwelijks gegevens voorhanden. Sporadisch worden er exemplaren teruggevonden in de gekende overwinteringsplaatsen. Vermoedelijk gebruiken ze de zomerverblijfplaats ook als overwinteringsplaats.

De laatvlieger heeft een status 'kwetsbaar' op de IUCN Rode-Lijst van de zoogdieren in Vlaanderen (Maes *et al.*, 2014).

4.2.2.8 Rosse vleermuis

De rosse vleermuis is naast de laatvlieger één van de grote vleermuizen van Europa. Het is een vleermuis die vaak al rond zonsondergang uitvliegt en ook op relatief grote hoogte jaagt. Het voornaamste jachtbiotoop van de rosse vleermuis is waterrijk gebied, zoals rivieren, meren, kanalen, plassen, vennen en moerassen. Verder benutten de dieren dorpen, velden en graslanden in het overgangsgebied tussen bos en meer open landbouwgebied. Vaak worden ook grote open gebieden overgestoken tussen foerageergebieden.

Kraamkolonies bevinden zich doorgaans in holtes van bomen. Net als de ruige dwergvleermuis is de rosse vleermuis een lange afstandstrekker. Een deel van de populatie trekt vele honderden kilometers naar het zuidwesten voor overwintering, terwijl andere dieren in de directe omgeving blijven. De winterslaap vindt ook plaats in holle bomen. Naast de mopsvleermuis is het daarmee de enige soort die het volledige jaar vaak strikt gebonden is aan bomen. In Vlaanderen wordt de laatste jaren vastgesteld dat de soort duidelijk in aantal afneemt. Naast de achteruitgang aan jachtgebieden (o.a. door verdroging en intensivering van de landbouw) vormt ook het verlies aan holle bomen een belangrijke bedreiging.

De rosse vleermuis heeft een status 'kwetsbaar' op de IUCN Rode-Lijst van de zoogdieren in Vlaanderen (Maes *et al.*, 2014).

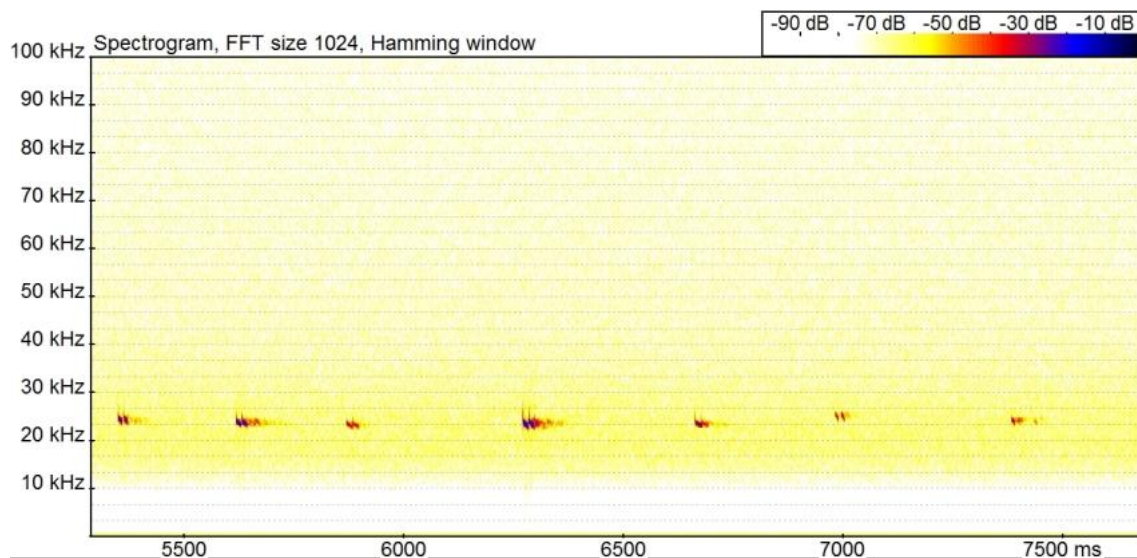
4.2.2.9 Bosvleermuis

In het bos zelf verkiezen bosvleermuizen niet al te grote kapvlaktes, brede bosdreven, open plekken, bosranden, poelen, percelen met een open structuur en ook percelen die enkele jaren na stormschade opnieuw door een rijke onderbegroeiing zijn ingepalmd. In Duitsland

vond men dat bosvleermuizen net als vale vleermuizen ook houden van oude beukenbestanden zonder onderbegroeiing, de zogenaamde 'beukenkathedralen', maar ook meer open graslanden kunnen worden gebruikt als foerageergebied. Via telemetrie onderzoek vond men ook jagende dieren langs spoorwegbermen en verlichte wegen, boven hooilanden en geasfalteerde oppervlakken of andere plaatsen die overdag sterk opwarmen (figuur 9).

Er zijn slechts een paar kraamkolonies gekend in Vlaanderen. Deze kolonies bevinden zich doorgaans in holtes van bomen en ook het overwinteren gebeurt meestal in bomen. De soort kan over langere afstanden trekken en dit gebeurt ook in de zomer bij de dagelijkse verplaatsingen van lokale dieren.

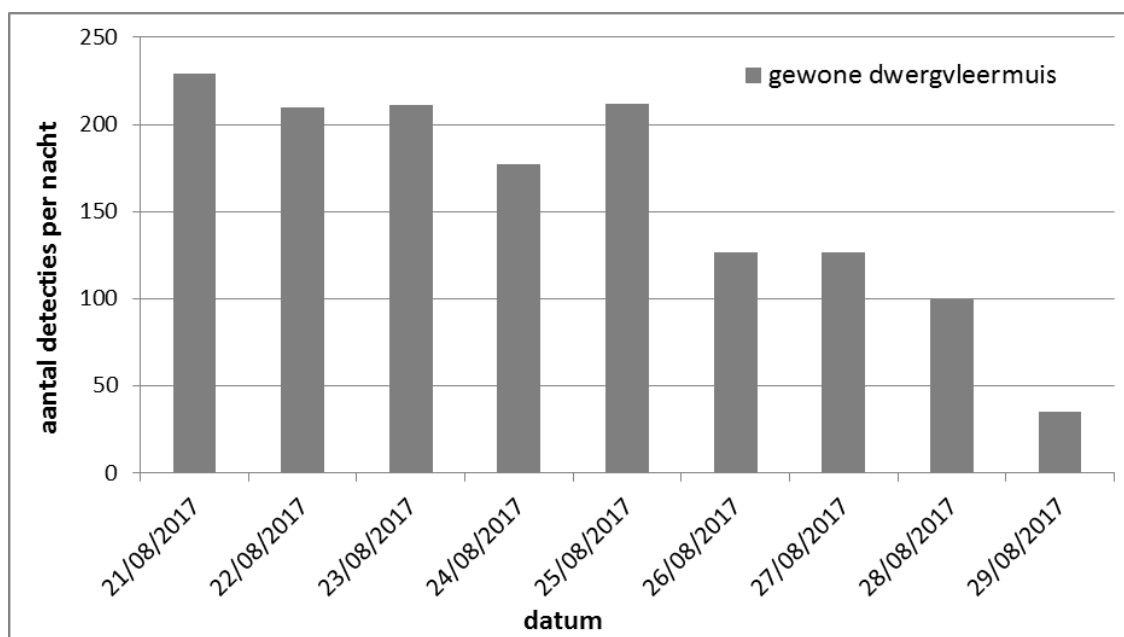
In Vlaanderen is de bosvleermuis zeer zeldzaam (status 'bedreigd' op de IUCN Rode-Lijst van de zoogdieren in Vlaanderen, Maes *et al.*, (2014)).



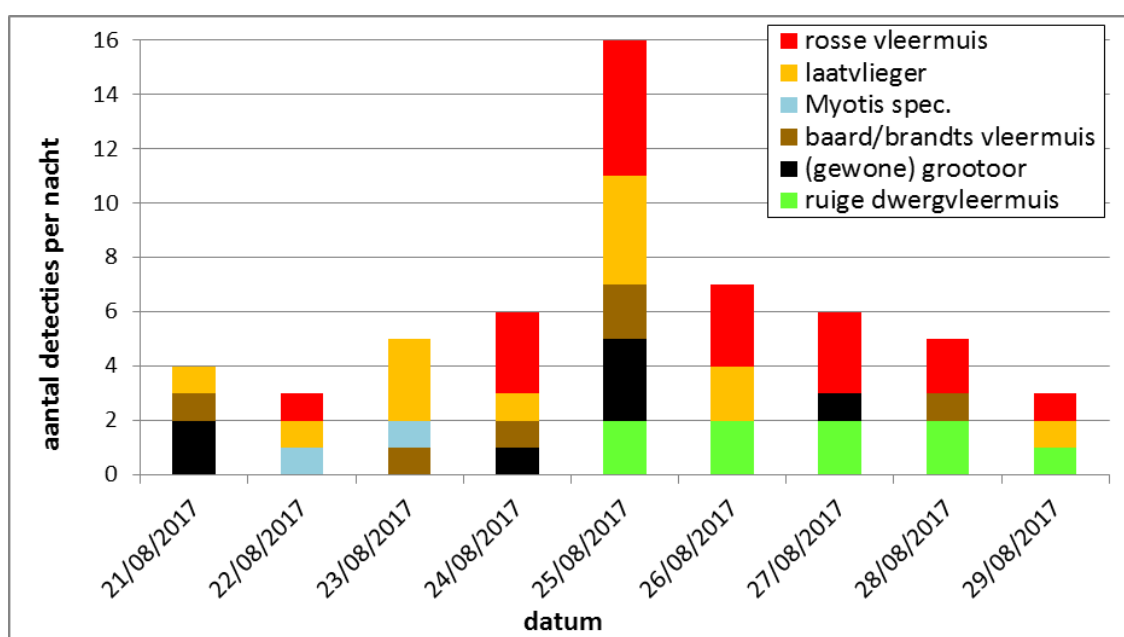
Figuur 9 Bosvleermuis op 16 augustus 2017 boven het verharde oppervlak in Oevel (zie ook 4.2.5).

4.2.3 Melle als risicoklasse 0 locatie

In de zomerperiode (21-30 aug, 9 nachten) werden 1483 vleermuispassages gedetecteerd, goed voor een gemiddelde van 165 passages per nacht. De overgrote meerderheid van de passages (96,3%) was van de gewone dwergvleermuis. Bij de gewone dwergvleermuis is er een duidelijke afname in de laatste nachten (figuur 10). Van de andere soorten werd vooral de rosse vleermuis (1,2%), laativlieger (0,9%) en ruige dwergvleermuis (0,6%) gedetecteerd, met een vrij duidelijke piek in de nacht van 25 op 26 augustus (figuur 11). In de extra meetperiode (30 aug tot 10 sept, 11 nachten) die tot doel had om nog eventuele bijkomende soorten te detecteren, was er op 2 september ook een detectie van de zeer zeldzame bosvleermuis.



Figuur 10 Aantal detecties van gewone dwergvleermuis in de zomer op de locatie in Melle.



Figuur 11 Aantal detecties van de overige soorten in de zomer op de locatie in Melle.

Bar chart showing the number of detections per night for the common dwarf bat (gewone dwergvleermuis) from October 6 to October 13, 2017. The y-axis is labeled 'aantal detecties per nacht' and ranges from 0 to 100. The x-axis is labeled 'datum' and shows dates from 6/10/2017 to 13/10/2017. The highest detection count is on 8/10/2017, with nearly 100 detections.

datum	aantal detecties per nacht
6/10/2017	17
7/10/2017	5
8/10/2017	98
9/10/2017	26
10/10/2017	1
11/10/2017	0
12/10/2017	17
13/10/2017	6

Stacked bar chart showing the number of bat detections per night for four species from October 6 to 13, 2017. The Y-axis represents the number of detections (0 to 20). The X-axis represents the date (datum).

Legend:

- rosse vleermuis (Red)
- Myotis spec. (Light Blue)
- baard / brandts vleermuis (Brown)
- ruige dwergvleermuis (Green)

datum	rosse vleermuis	Myotis spec.	baard / brandts vleermuis	ruige dwergvleermuis
6/10/2017	0	0	1	2
7/10/2017	1	0	0	0
8/10/2017	0	0	0	19
9/10/2017	0	1	0	8
10/10/2017	0	0	0	0
11/10/2017	0	0	0	0
12/10/2017	1	0	0	11
13/10/2017	2	0	0	5

De bestaande detector (continue monitoring) in de gondel van de betreffende turbine, had in de zomer en het najaar geen detectie van vleermuizen (Opstaele, 2018). De microfoon van deze detector kon wel enkel vleermuizen in de bovenste helft van het rotorvlak registreren.

In de zomerperiode (18-26 juli, 8 nachten) werden 356 vleermuispassages gedetecteerd, goed voor een gemiddelde van 44 passages per nacht. De overgrote meerderheid van de passages (88,5%) was van de gewone dwergvleermuis, met een duidelijke piek in de nacht van 19 en 21 juli (figuur 14). Diezelfde piek is ook bij de overige soorten te zien (figuur 15), waarbij de ruige dwergvleermuis (5,1%). In de nacht van 19 juli zijn de detecties van watervleermuis opvallend, vermoedelijk van één dier dat tijdelijk rond de turbine foerageerde of de turbine inspecteerde.



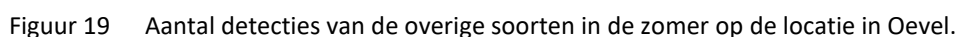
datum	aantal detecties per nacht
12/09/2017	2
13/09/2017	2
14/09/2017	1
15/09/2017	6
16/09/2017	1
17/09/2017	22
18/09/2017	1

Stacked bar chart showing the number of bat detections per night for four species from September 12 to 18, 2017. The y-axis represents the number of detections (0 to 40), and the x-axis represents the date. The legend identifies the species: laatvlieger (yellow), baard / brandts vleermuis (orange), watervleermuis (blue), and ruige dwergvleermuis (green).

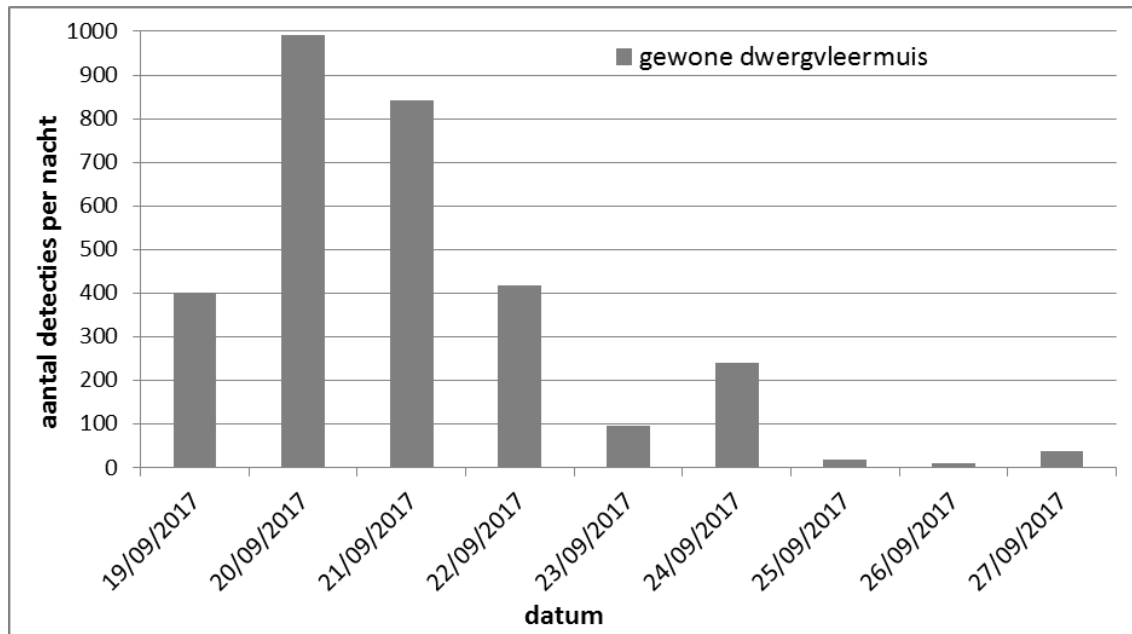
datum	laatvlieger	baard / brandts vleermuis	watervleermuis	ruige dwergvleermuis
12/09/2017	0	0	0	3
13/09/2017	0	0	0	2
14/09/2017	0	0	0	4
15/09/2017	1	1	1	12
16/09/2017	0	0	0	29
17/09/2017	0	1	1	36
18/09/2017	0	1	3	5

Pagina 38 van 56 doi.org/10.21436/inbor.29190658 www.vlaanderen.be/inbo

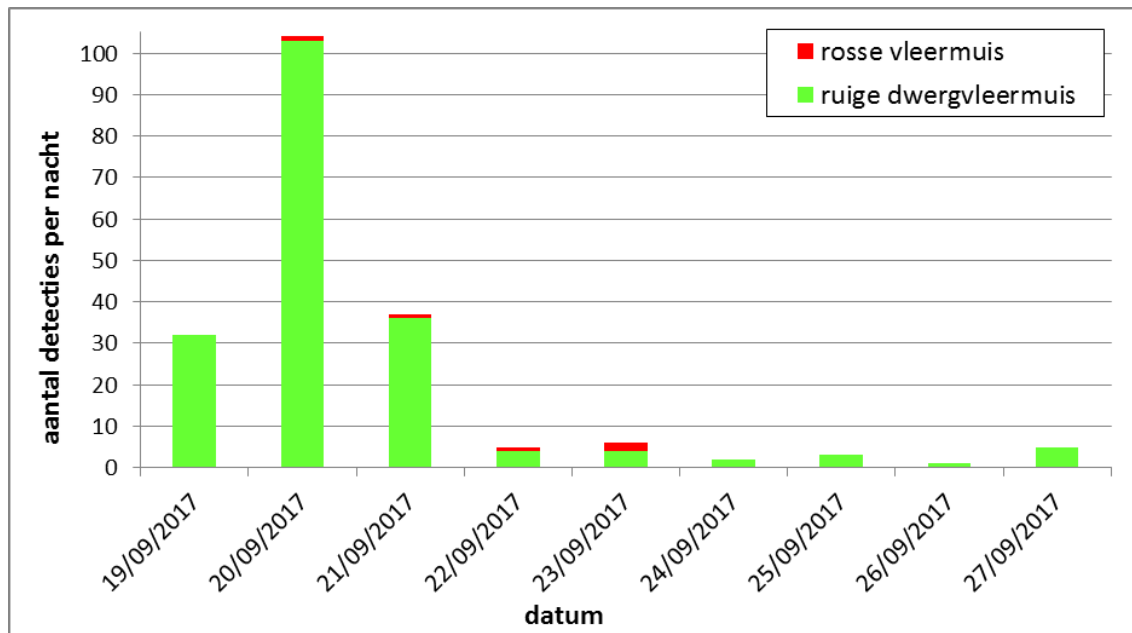
In de zomerperiode (12-21 aug, 9 nachten) werden 1433 vleermuispassages gedetecteerd, goed voor een gemiddelde van 159 passages per nacht. Er was wel een grote variatie onder de nachten. De overgrote meerderheid van de passages (95,1%) was van de gewone dwergvleermuis (figuur 18). Van de andere soorten werd vooral de ruige dwergvleermuis (1,1%), rosse vleermuis (0,8%) en de zeer zeldzame bosvleermuis (2,9%) gedetecteerd (figuur 19). De bosvleermuisdetecties in de nachten van 14, 15 en 16 augustus waren steeds op een gelijkaardig uur. Mogelijk ging het toen om een dier met vaste vliegroute langs het Albertkanaal. De piek met 37 detecties in de nacht van 15 augustus (alle kort na elkaar tussen 2u en 3u) moet een bosvleermuis geweest zijn die foerageerde boven de parking ter hoogte van de turbine en/of in de rand daarvan boven de groenstrook langs het kanaal.



In de najaarsperiode (19-28 september, 9 nachten) werden 3253 vleermuispassages gedetecteerd, goed voor een gemiddelde van 361 passages per nacht. Er was wel een zeer grote variatie onder de nachten. De overgrote meerderheid van de passages (94%) was van de gewone dwergvleermuis, met een piek in de nacht van 20 september (figuur 20). Van de overige soorten werd vooral de ruige dwergvleermuis (5,8%) gedetecteerd met ook een piek in diezelfde nacht (figuur 21). Ten opzichte van de zomerperiode valt hier het grotere aandeel van ruige dwergvleermuis op, te verklaren door de gekende najaarstrek van deze soort.



Figuur 20 Aantal detecties van gewone dwergvleermuis in het najaar op de locatie in Oevel.

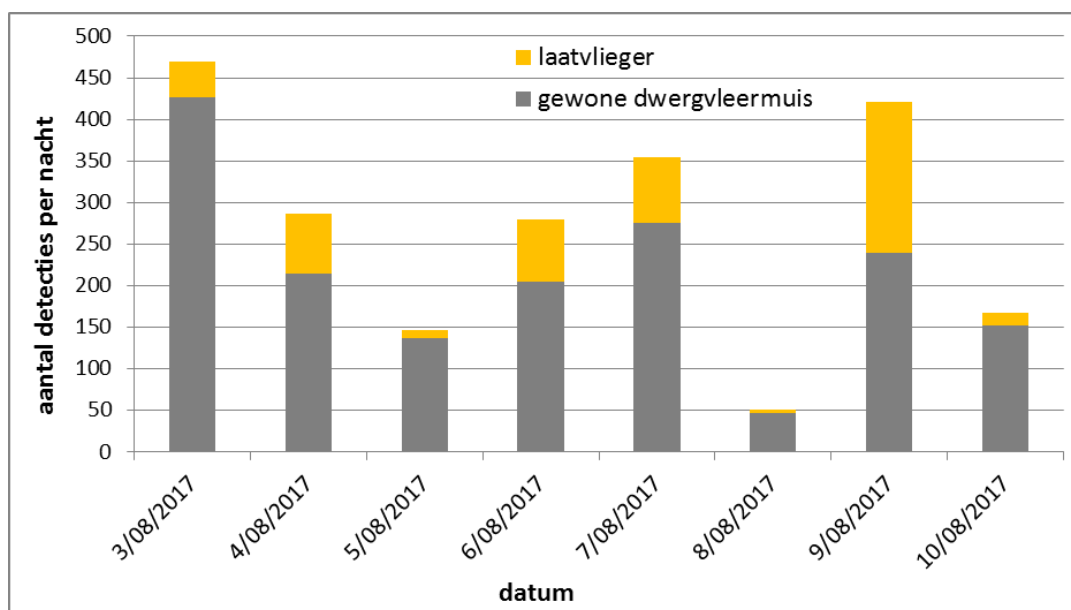


Figuur 21 Aantal detecties van de overige soorten in het najaar op de locatie in Oevel.

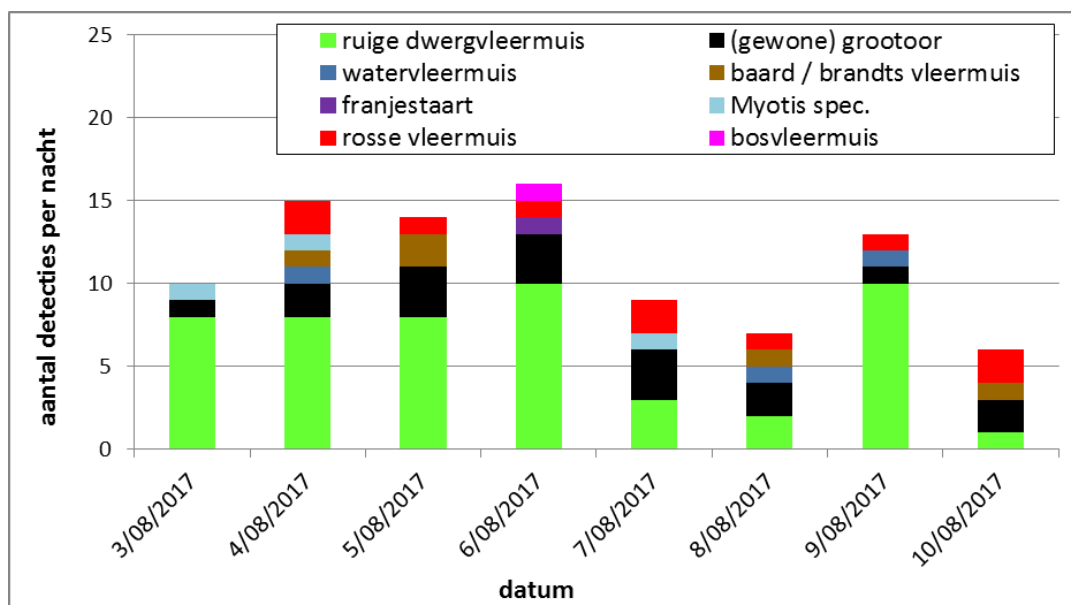
4.2.6 Olen als risicoklasse 3 locatie

In de zomerperiode (3-11 aug, 8 nachten) werden 2267 vleermuispassages gedetecteerd, goed voor een gemiddelde van 283 passages per nacht. De aantallen varieerden soms weinig per nacht, maar toch waren er aanzienlijk verschillen in enkele nachten. De meerderheid van de passages (74,9%) was van de gewone dwergvleermuis, maar ook van de laatvlieger waren er relatief veel passages (21,2%) (figuur 22). Vermoedelijk betrof dit vooral activiteit van één of enkele plaatselijke dieren die daar regelmatig passeerden tijdens het foerageren of op hun dagelijkse route richting foerageergebied.

Van de overige soorten werd vooral de ruige dwergvleermuis vastgesteld (2,2%). Er was ook één detectie van de zeldzamere franjestaart en zeer zeldzame bosvleermuis (figuur 23). Het ging bij die bosvleermuis mogelijk al om een trekkend dier of een dier dat afweek van een andere vaste route (bv. misschien langs het verderop gelegen kanaal).



Figuur 22 Aantal detecties van gewone dwergvleermuis en laatvlieger in de zomer in Olen.



Figuur 23 Aantal detecties van de overige soorten in de zomer in Olen.

datum	aantal detecties per nacht
28/09/2017	48
29/09/2017	73
30/09/2017	5
1/10/2017	13
2/10/2017	14
3/10/2017	38
4/10/2017	18
5/10/2017	30

Stacked bar chart showing the number of bat detections per night (aantal detecties per nacht) from September 28, 2017, to October 5, 2017. The chart displays the distribution of detections across seven bat species.

Legend:

- ruige dwergvleermuis (Red)
- watervleermuis (Blue)
- franjestaart (Green)
- laatvlieger (Orange)
- (gewone) grootoor (Black)
- baard / brandts vleermuis (Brown)
- Myotis spec. (Grey)
- rosse vleermuis (Dark Red)

Approximate data values (aantal detecties per nacht):

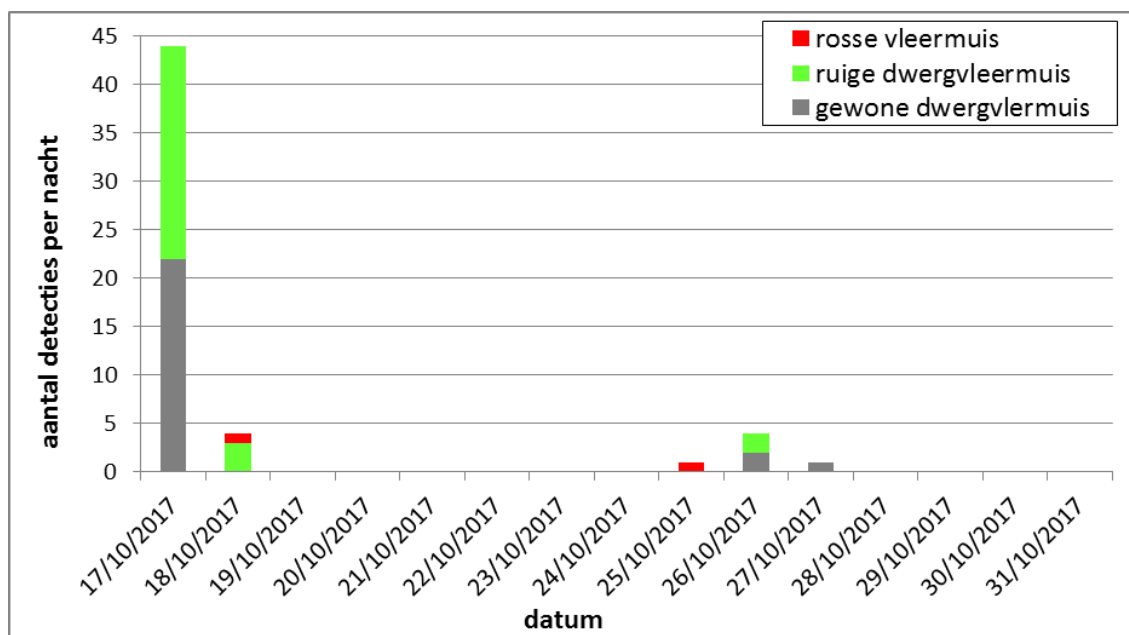
datum	ruige dwergvleermuis	watervleermuis	franjestaart	laatvlieger	(gewone) grootoor	baard / brandts vleermuis	Myotis spec.	rosse vleermuis
28/09/2017	11	2	0	1	7	0	1	4
29/09/2017	18	0	0	0	5	0	1	4
30/09/2017	7	0	1	0	2	0	0	0
1/10/2017	11	0	0	1	14	0	1	0
2/10/2017	3	0	0	1	6	1	0	0
3/10/2017	14	0	0	1	10	0	2	1
4/10/2017	0	0	0	0	8	0	0	0
5/10/2017	7	0	0	1	8	1	0	2

4.2.7 Experiment in de gondel van een windturbine in Melle

In de periode 17 oktober tot 1 november (15 nachten) werden door de INBO batdetector (SM4BAT-FS) op gondelhoogte 54 vleermuispassages gedetecteerd: 25 van de gewone dwergvleermuis, 27 van de ruige dwergvleermuis, en twee keer een rosse vleermuis. Het relatief hoge aantal in de nacht van 17 oktober is opvallend (figuur 26). Het is onduidelijk of de detecties van gewone dwergvleermuis in die nacht voornamelijk individuele doortrekkende dieren waren of misschien één of enkele lokale of doortrekkende dieren die tijdelijk in de buurt van het rotoroppervlak foerageerden. Bij enkele gewone dwergvleermuis-opnames die kort na elkaar waren (binnen de minuut) is de kans wel groot dat deze betrekking hadden op hetzelfde dier. Toch waren de meeste detecties verspreid over een groot deel van de nacht, ook van de ruige dwergvleermuis.

Het draaien van de wieken zorgt voor ultrasoon geluid dat vaak als valse detecties (ruisopnames) wordt opgenomen door batdetectors in de gondel van windturbines. Ook hier was dit het geval, met in totaal over de 15 nachten 6488 ruisopnames.

De andere automatische batdetector (Batcorder) die voor continue monitoring in de gondel ook metingen uitvoerde, had in de periode 17 oktober tot 1 november geen detectie van vleermuizen (Opstaele, 2018). Dit wijst erop dat de SM4BAT-FS detector die gebruikt werd voor het INBO onderzoek een betere detectiecapaciteit heeft dan de Batcorder, althans toch met de standaardinstellingen. De gevoeligheid kan immers aangepast worden, met bij een hogere gevoeligheid wel meer valse opnames tot gevolg.



Figuur 26 Aantal detecties van vleermuizen op hoogte van de gondel aan een windturbine in Melle.

5 DISCUSSIE

5.1 GEVONDEN SLACHTOFFERS

Het gevonden aantal vleermuisslachtoffers tijdens de testcase, was minder dan men zou verwachten op basis van gemiddelde aantallen beschreven in de literatuur, zeker voor locaties in een landschap met een theoretisch hoger risico (zie deel 1).

De gevonden aantallen moeten echter worden beschouwd als een minimum dat vrijwel zeker in werkelijkheid aanzienlijk hoger kan liggen. We moeten immers rekening houden met het feit dat er heel wat beperkingen waren bij het onderzoek (zie 3.2). Zo kon er bijvoorbeeld niet dagelijks gezocht worden waardoor sommige slachtoffers misschien al opgegeten en/of verwijderd waren door aaseters. Er is in het kader van de testcase ook geen inschatting gemaakt van het werkelijk aantal slachtoffers, met toepassing van correctiefactoren voor zoekefficiëntie en verwijdering door aaseters. Doorgaans is het werkelijke aantal hierdoor een veelvoud van het gevonden aantal (Rodrigues *et al.*, 2014). Mede omwille van het relatief klein aantal gevonden slachtoffers werd ook geen correctie toegepast voor het beschikbaar zoekoppervlak.

Bovendien zorgt bijvoorbeeld het gebruik van getrainde honden voor een significant groter aantal gevonden slachtoffers dan bij een standaard zoekactie door mensen (Mathews *et al.*, 2013; Rodrigues *et al.*, 2014; Barrientos *et al.*, 2018; EUROBATS, 2019). Bijvoorbeeld; in een windpark waar gerichte experimenten naar zoekefficiëntie werden uitgevoerd, vonden getrainde honden 96% van de vleermuizen, terwijl de standaard zoekpersonen slechts 6% van de vleermuizen vonden (Smallwood *et al.*, 2020a). Daarom werd op het INBO ondertussen gestart met een testproject om in de toekomst getrainde honden in te zetten (Everaert, 2019). Dit testproject kadert in een groter project, in samenwerking met Odisee Hogeschool en vzw Teamsters, waarbij verschillende honden van vrijwilligers worden getraind voor het zoeken naar bepaalde moeilijk waarneembare soorten waaronder vleermuizen (Thomaes *et al.*, 2016). De training is nu afgerond (foto 14) en twee honden kunnen in de komende jaren beperkt worden ingezet voor onderzoek naar vleermuisslachtoffers onder turbines (Everaert, 2019).



Foto 14. Training van twee honden aan een windturbine in Gent in 2019 (Foto: Joris Everaert).

de noodzaak om de mogelijke impact steeds lokaal voldoende in detail te beoordelen, zoals ook al beschreven in de aanbevelingen van de INBO leidraad.

Verder is het ook nuttig om in een update van de INBO leidraad meer gedetailleerde aanbevelingen te geven over de inrichting en het beheer van de vegetatie onder en langs windturbines, specifiek om de kans op sterfte te verminderen door de vegetatie minder aantrekkelijk te maken voor vleermuizen, en/of in relatief open gebieden meer aantrekkelijke vegetatie (als geleiding) te voorzien op grotere afstand van de turbines.

Tabel 6 Risico-inschatting van alle locaties waar vleermuis slachtoffers zijn gevonden in 2017 (details, zie 4.1) mede op basis van landschappelijke kenmerken.

Risico-klasse	Risico-evaluatie van de locaties waar slachtoffers zijn gevonden
0	Er werd een gewone dwergvleermuis gevonden in de zomer. In de risicoatlas zijn geen waterplassen en grotere waterlopen, of bossen en groepen bomen (incl. rijen van bomen of hoge struiken) met een oppervlakte van meer dan 0,5 ha aangeduid binnen de 200 m. Toch kan er in werkelijkheid een hoger risico zijn. Binnen de 100 m loopt een brede beek waarlangs ruig gras en verspreide kleine struiken staan. Hoewel het in principe mogelijk is dat de gewone dwergvleermuis deze structuur niet volgde en meer over het open landschap kwam aangevlogen, kan de nabije structuur een bepalende factor geweest zijn.
0	Er werd een gewone dwergvleermuis gevonden in de zomer en het najaar. In de risicoatlas zijn geen waterplassen en grotere waterlopen, of bossen en groepen bomen (incl. rijen van bomen of hoge struiken) met een oppervlakte van meer dan 0,5 ha aangeduid binnen de 200 m. Toch kan er in werkelijkheid een hoger risico zijn. Binnen de 100 m ligt een laagstamboomgaard met ook een tussenliggende kleine beek. Hoewel het in principe mogelijk is dat de vleermuizen deze structuur niet volgden en meer over het open landschap kwamen aangevlogen, kan de nabije structuur mogelijk een bepalende factor geweest zijn. Een deel van het terrein rond de turbinemast is braakliggend met wat ruige vegetatie zoals kruiden. Mogelijk zijn er daardoor meer insecten en worden hierdoor ook vleermuizen aangetrokken.
1	Er werd een gewone en ruige dwergvleermuis gevonden op dezelfde dag in het najaar. In de risicoatlas is een kleine waterplas met moerasvegetatie en een groepje bomen aangeduid als risicozone op een minimumafstand van 110 m, vandaar de risicoklasse 1. In werkelijkheid is er misschien een hoger risico. Binnen de 100 m is een dubbele rij van hoge bomen (ca. 25 m hoog) gesitueerd die niet als risicozone werd aangeduid in de risicoatlas. Mogelijk gebruiken vleermuizen de bomenrij als vliegroute en/of foerageergebied. Een deel van het terrein rond de turbinemast heeft een vegetatie met grassen en kruiden (beheer voor vlinders). Mogelijk zijn er daardoor meer insecten en worden ook vleermuizen aangetrokken.
2	Er werd een ruige dwergvleermuis gevonden in het najaar. In de risicoatlas is een klein jong bosje met hoge struiken (ca. 5-10 m hoog) en een paar oudere bomen (ca. 25 m hoog) naast de windturbine gesitueerd op een minimumafstand van enkele meters, vandaar de risicoklasse 2. Een deel van het terrein rond de turbinemast heeft een vegetatie met grassen en kruiden (beheer voor vlinders). Mogelijk zijn er daardoor meer insecten en worden ook vleermuizen aangetrokken.
3	Er werd een gewone dwergvleermuis gevonden in het najaar. In de risicoatlas is een park met oud loofbos gesitueerd op een minimumafstand van 15 m, vandaar de risicoklasse 3 op basis van de richtlijnen van Everaert (2015) om deze risicoklasse lokaal te bepalen.

5.2 VLEERMUISACTIVITEIT

De vleermuisactiviteit lijkt globaal gezien in relatie te staan met de theoretische risicoklassen van de INBO risicoatlas, behalve voor de gewone dwergvleermuis tijdens de zomer op de locatie met risicoklasse 0. Het gemiddeld aantal detecties was het hoogst bij de turbines van risicoklasse 2 en 3, en het aantal verschillende soorten was het hoogst bij de turbine van klasse 3. Door de grote verschillen per nacht is de standaarddeviatie vaak bijzonder groot waardoor het moeilijk is om betrouwbare conclusies te trekken.

In Melle was de gemiddelde vleermuisactiviteit van gewone dwergvleermuis duidelijk hoger dan men zou verwachten in vergelijking met de andere locaties met hogere risicoklasse, vooral in de zomer. Per nacht zijn er wel vrij grote variaties te zien in de activiteit met ook enkele opvallende uitschieters, in het bijzonder ook tijdens het najaar. Voor de relatief hoge activiteit is er een mogelijke verklaring. Hoewel de locatie in Melle een open landschap heeft, is er binnen de 50 m een dubbele rij van regelmatig in bolvorm geschoren rode beuk struiken, alsook een paar zeer jonge nog kleine bomen in combinatie met ruig grasland (zie foto 2 in 3.3). Dit is onvoldoende om op basis van de huidig toegepaste criteria als mogelijke of zekere risicozone te worden aangeduid in de INBO risicoatlas. Maar wanneer bijvoorbeeld een kolonie van gewone dwergvleermuis in de nabije bewoning huist, kunnen deze kleine landschapselementen zeker relatief veel gebruikt worden.

Nog een opvallende vaststelling was de relatief hoge vleermuisactiviteit op de locatie met risicoklasse 2 langs het Albertkanaal in Oevel tijdens het najaar. Een waarschijnlijke verklaring ligt ook bij het type landschap. We kunnen verwachten dat het Albertkanaal en de naastliggende lijnvormige groenstrook een relatief belangrijke corridor is voor (trekkende) vleermuizen.

Op de locatie langs het Albertkanaal in Oevel was er tijdens de zomer ook een opmerkelijke tijdelijke activiteit van een foeragerende zeldzame bosvleermuis, met name vooral in de nacht van 15 augustus. Tijdens deze nacht was er ook een piek in de activiteit van gewone dwergvleermuis. Naast de ligging langs het kanaal (als geleidend landschapselement) kan het verharde oppervlak rond de turbine aantrekkelijk zijn voor sommige vleermuizen. Het is gekend dat soorten zoals bosvleermuis soms boven bepaalde kale oppervlakken naar insecten zoeken omdat deze oppervlakken overdag sterk opwarmen en daardoor meer insecten aantrekken (zie 4.2.2).

Omdat er niet gelijktijdig kon gemeten worden op de vier meetlocaties kunnen verschillen in vleermuisactiviteit deels afhankelijk zijn van het verschil in de meetperiode en weersomstandigheden. Vergelijking van de resultaten tussen de locaties moet dus met de nodige voorzichtigheid gebeuren. Door de vaak grote verschillen in vleermuisactiviteit per nacht is het sowieso moeilijk om sluitende conclusies te trekken.

De complexiteit in de onderzoeksresultaten rond vleermuisactiviteit en risico's op sterfte (en mogelijke verstoring) is alleszins een gekend probleem. Heel lokale factoren kunnen een invloed hebben, waardoor een uitgebreide lokale analyse van het mogelijke risico van geplande windturbines steeds aangewezen is (Rodrigues *et al.*, 2014; Gaultier *et al.*, 2020). Uit onderzoek met warmtebeeldcamera's naar het gedrag van vleermuizen (zie ook 5.3) blijkt dat een hogere activiteit van vleermuizen ter hoogte van het rotorvlak van windturbines effectief

zorgt voor meer slachtoffers, maar ook dat er nog onvoldoende gekend is over alle factoren die een invloed kunnen hebben op de aanvaringskans (Smallwood & Bell, 2020b).

Op basis van de resultaten van deze testcase en kennis van buitenlands onderzoek is het alleszins duidelijk dat metingen met automatische batdetectors op rotorhoogte (in/op de gondel), bij voorkeur in combinatie met warmtebeeldcamera- en nachtkijkeronderzoek, erg belangrijk zijn om het effect van bestaande windturbines op vleermuizen grondig te onderzoeken (zie ook 5.3). De vleermuisactiviteit op rotorhoogte is immers doorgaans het beste gerelateerd aan het aantal slachtoffers. Indien technisch mogelijk, zouden bij het vooronderzoek voor geplande windturbines daarom ook batdetectormetingen op hoogte moeten verricht worden aan structuren die het meest vergelijkbaar zijn met windturbines, zoals hoge windmeetmasten (Rodrigues *et al.*, 2014; Gaultier *et al.*, 2020). Vleermuisactiviteit op grondniveau kan wel een indicatie geven van de risico's op sterfte, maar zelfs met de toepassing van correctiefactoren (bepaalde soorten komen minder voor op grotere hoogtes, zie Everaert (2015)) blijkt de relatie tussen activiteit op grondniveau en sterfte vaak relatief zwak (Collins & Jones, 2009; van der Vliet, 2019; Gaultier *et al.*, 2020; Solick *et al.*, 2020). Toch zijn er ook studies die voor bepaalde risicosoorten – met name rosse vleermuis en ruige dwergvleermuis – wel een positieve correlatie vinden tussen vleermuisactiviteit op grondniveau en rotorhoogte (Brinkmann *et al.*, 2011; Rodrigues *et al.*, 2014). Er zijn dus nog veel kennisleemtes. Ook over de aanbeveling om tijdens vooronderzoek windmeetmasten te gebruiken, bestaat discussie over de vraag of het gedrag van vleermuizen wel gelijkaardig zou zijn als bij een windturbine. In dit kader zijn er nog maar een paar studies uitgevoerd op boom-bewonende vleermuizen in de VS. Uitgebreid onderzoek naar de risicosoorten in Europa is aangewezen (Gaultier *et al.*, 2020).

In ieder geval is het gekend dat de vleermuisactiviteit per nacht sterk kan verschillen omwille van de weersomstandigheden (Rodrigues *et al.*, 2014; Everaert, 2015). Dit biedt mogelijkheden om windturbines in risicogebieden tijdelijk stil te leggen op de momenten dat de hoogste activiteit kan verwacht worden, en vooral ook om deze systemen verder te optimaliseren mede op basis van post-monitoring.

5.3 VERDERE AANDACHTSPUNTEN VOOR ADVIES EN GERICHT ONDERZOEK

Voor een komende update van de huidige INBO leidraad (Everaert, 2015) en bijhorende risicoatlassen voor vogels en vleermuizen, zijn in deel 5.1 en 5.2 al enkele aandachtspunten en aanbevelingen geformuleerd. De risicoatlas vleermuizen kan in de toekomst best geoptimaliseerd worden, eventueel op een bepaald niveau ook met actuele verspreidingsgegevens ondanks het feit dat die niet voldoende gebieds-dekkend zijn op niveau Vlaanderen. Een risicoatlas zal echter nooit voldoende zijn om de impact van geplande windparken volwaardig te kunnen inschatten, mede omdat voor de opmaak van een atlas op niveau Vlaanderen nooit met alle mogelijke lokale factoren kan rekening gehouden worden. Een lokale analyse zal steeds noodzakelijk blijven, zeker om de aanwezigheid en activiteit van vleermuizen te onderzoeken.

De huidige kennisleemtes over de effecten van windturbines op vleermuizen zijn ook merkbaar in de post-evaluatie van effectstudies voor geplande windparken. Bij de post-monitoring van 46 windparken in Groot-Brittannië, stelde men bijvoorbeeld vast dat de eerder opgemaakte effectanalyses de werkelijke effecten onvoldoende correct hadden ingeschat. In veel gevallen was er een onderschatting van het risico (Lintott *et al.*, 2016). Bepaalde onderzoekers wijzen er

daarom op dat er (voorlopig) beter meer aandacht gaat naar post-monitoring waarbij op basis daarvan de toepassing (of aanpassingen) van milderende maatregelen op basis van een stilstandsysteem dan kunnen beoordeeld worden (Voigt *et al.*, 2015; Gaultier *et al.*, 2020).

Ook de vaststelling dat batdetectormetingen op grondniveau technische beperkingen hebben om vleermuizen te detecteren die vaak ook op grotere hoogtes vliegen, is een belangrijk aandachtspunt bij het correct voorspellen van mogelijke effecten. Enkele voorbeelden kunnen deze problematiek verduidelijken:

- Bosvleermuizen die met een gps-zender werden voorzien in Limburg, vlogen tot op grote afstand van hun verblijfplaats ook regelmatig op hoogtes van 100 m en meer (mediaan van 150 tot 400 m), met uitschieters van meer dan 1000 m, waardoor deze nooit kunnen gedetecteerd worden vanaf grondniveau (Janssen *et al.*, 2019).
- Rosse vleermuizen die met een gps-zender werden voorzien in Duitsland, vlogen tot op grote afstand van hun verblijfplaats ook vaak op hoogtes van 100 m en meer, met uitschieters van ca. 260 m. In vergelijking met de mannetjes vlogen de vrouwtjes vaak hoger. De vleermuizen werden tijdens het onderzoek ook soms vastgesteld in nabije windparken (Roeleke *et al.*, 2016).

Maar ook bij de monitoring met batdetectors in de gondel van windturbines (foto 15) zijn er technische uitdagingen. De huidige batdetectorsystemen kunnen niet alle vleermuizen detecteren in en rond het volledige rotorvlak van windturbines (EUROBATS, 2019). Dit ligt aan het feit dat de detectie van de ultrasone geluiden van vleermuizen, beperkingen heeft qua afstand, afhankelijk van de gebruikte frequentie van de vleermuis, de luchtvochtigheid en temperatuur. Soorten die relatief lage frequenties gebruiken (bv. rosse vleermuis rond 20 kHz) worden bijvoorbeeld op grotere afstand gedetecteerd dan soorten met hogere frequenties (bv. ruige en gewone dwergvleermuis rond 35 tot 50 kHz)³. Monitoringsystemen moeten hier meer rekening mee houden, bv. door het gebruik van meerdere detectors per turbine.



Foto 15. Voorbeeld van automatische batdetector (links), en weergave van de kleine opening voor de microfoon van een automatische batdetector in de gondel van een windturbine (rechts).

Op basis van recente studies en aanbevelingen blijkt dat in combinatie met batdetectoronderzoek in de gondel van windturbines, ook de inzet van warmtebeeldcamera's en nachtkijkers aangewezen is om de kennisleemtes rond het gedrag van vleermuizen verder weg te werken (Huzzen *et al.*, 2019; Gaultier *et al.*, 2020; Smallwood & Bell, 2020b). Ook met innovatief radaronderzoek kan getracht worden om het gedrag te onderzoeken. Dit alles is

³ Zie o.a. <http://www.bioacousticstechnology.de/nacelle-monitoring-of-bats-at-wind-turbines>

belangrijk om de effecten van geplande windturbines ook beter in te schatten en de aanbevelingen rond milderende maatregelen te optimaliseren. Met warmtebeeldcamera's kunnen vleermuizen rond windturbines alleszins goed in beeld worden gebracht (foto 16).

Eén van de redenen waarom de risico's voor vleermuizen vaak niet voldoende correct kunnen ingeschat worden, is het effect van aantrekking eenmaal er windturbines aanwezig zijn. Vleermuizen blijken in sommige omstandigheden en omwille van verschillende mogelijke redenen aangetrokken te worden door windturbines. Dit werd door de auteur ook toevallig vastgesteld bij enkele windturbines in Vlaanderen, gebruik makend van een warmtebeeldcamera in de nacht van 1 op 2 augustus 2019⁴. Er zijn verschillende mogelijke oorzaken die echter nog verder moeten onderzocht worden:

- Mede op basis van warmtebeeldcamera's op windturbines (onderzoek naar micro-gedrag kortbij, foto 16) lijkt het erop dat vleermuizen de turbineconstructie soms (verkeerdelijk) als een hoge boom aanzien om in de luchtstromingen benedenwinds ervan te foerageren en/of om de constructie te proberen gebruiken als slaapplek of locatie voor sociaal gedrag (Kunz *et al.*, 2007; Cryan, 2008; Cryan *et al.*, 2014). Een studie met gps-gezenderde rosse vleermuizen in Duitsland vond ook dat vooral vrouwtjes soms dichtbij windturbines kwamen en vaak op rotorhoogte vlogen (Roeleke *et al.*, 2016).
- Vleermuizen worden aangetrokken door insecten die op de turbineconstructie in relatief grote aantallen aanwezig zijn. De oorzaak hiervan zou o.m. de kleur (wit) zijn en de warmte van de turbine (Rydell *et al.*, 2010b; Long *et al.*, 2011; Rydell *et al.*, 2016; Foo *et al.*, 2017)
- Vleermuizen lijken het gladde oppervlak van windturbines (mast en wieken) te aanzien als water. Met warmtebeeldcamera's en nachtkijkers werd opgemerkt dat vleermuizen op de verticale mast van windturbines drinkgedrag vertoonden (McAlexander, 2013; Hale & Bennett, 2018) net zoals ook al werd vastgesteld dat vleermuizen gladde oppervlaktes kunnen aanzien als water (Greif & Siemers, 2010; Russo *et al.*, 2012). Tegelijk kan het gladde oppervlak van windturbines ook ervoor zorgen dat vleermuizen insecten op dit oppervlak (zoals ook op wateroppervlakken en bladeren van bomen) beter kunnen detecteren en vangen en bijgevolg ook hierdoor extra worden aangetrokken naar deze oppervlakten en vangstpogingen uitvoeren. Met deze bevindingen werd een onderzoeksproject opgestart om na te gaan of het minder glad maken van windturbinemasten een goeie milderende maatregel is om het aantal vleermuisslachtoffers te beperken. Dit onderzoek is nog lopende en is in verschillende fases van experimentele vliegproeven tot windturbines in het veld (Bennett *et al.*, 2018; Hale & Bennett, 2018).

⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=b0PBFo6Cq0c>

6 REFERENCES

- Barré K., Le Viol I., Bas Y., Julliard R. & Kerbiriou C. (2018). Estimating habitat loss due to wind turbine avoidance by bats: Implications for European siting guidance. *Biological Conservation* 226: 205-214.
- Barrientos R., Martins R.C., Ascensão F., D'Amico M., Moreira F. & Borda-de-Água L. (2018). A review of searcher efficiency and carcass persistence in infrastructure driven mortality assessment studies. *Biological Conservation* 222: 146-153.
- Behr O., Brinkmann R., Hochradel K., Mages J., Korner-Nievergelt F., Niermann I., Reich M., Simon R., Weber N., Nagy M. (2017). Mitigating Bat Mortality with Turbine-Specific Curtailment Algorithms: A Model Based Approach. In 'Wind Energy and Wildlife Interactions' (pp. 135-160).
- Behr O., Brinkmann R., Hochradel K., Mages J., Korner-Nievergelt F., Reinhard H., Simon R., Stiller F., Weber N. & Nagy M. (2018). Bestimmung des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen in der Planungspraxis - Endbericht des Forschungsvorhabens gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Förderkennzeichen 0327638E). O. Behr et al. Erlangen / Freiburg / Ettiswil.
- Bennett V. et al. (red) (2018). Texturizing Wind Turbine Towers to Reduce Bat Mortality. Final technical report. Texas Christian University. Project nr. DE-EE0007033 supported by the Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy (EERE).
- Birdlife Europe (2011). Meeting Europe's Renewable Energy Targets in Harmony with Nature (eds. Scrase I. and Gove B.). The RSPB, Sandy, UK.
- Bitar K., Vervecken P., Goovaerts J. & Pals A. (2020). Slachtoffertelling op de Rechterscheldeoever in de omgeving van de Antwerpse haven (oktober 2019 – september 2020). Mieco-effect bv. Rapport 20 oktober 2020.
- Boonman M., Limpens H., La Haye M., van der Valk M. & Hartman J.C. (2013). Protocollen vleermuisonderzoek bij windturbines. Rapport 2013.28, Zoogdiervereniging & Bureau Waardenburg. Nederland.
- Brinkmann R., Behr O., Niermann I. & Reich M. (red.). (2011). Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduction des Kollisionsrisikos von Fledermäuse an Onshore-Windkraftanlagen. Umwelt und Raum, Band 4. Cuvillier Verlag, Göttingen.
- Collins J. & Jones G. (2009). Differences in bat activity in relation to bat detector height: implications for bat surveys at proposed windfarm sites. *Acta Chiropterologica* 11(2): 343-350.
- Cryan, P.M. (2008). Mating behavior as a possible cause of bat fatalities at wind turbines. *Journal of Wildlife Management* 72(3): 845-849.
- Cryan P.M., Gorresen P.M., Hein C.D., Schirmacher M.R., Diehl R.H., Huso M.M., Hayman D.T.S., Fricker P.D., Bonaccorso F.J., Johnson D.H., Heist K. & Dalton D.C. (2014). Behavior of bats at wind turbines. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 111: 15126–15131.
- Dietz C., von Helvesen O. & Nill D. (2011). Vleermuizen. Alle soorten van Europa en Noordwest-Afrika. De Fontein Tirion Uitgevers B.V., Utrecht.
- Dürr T. (2020). Fledermausverluste an Windenergieanlagen / bat fatalities at windturbines in Europe. Dokumentation aus der zentralen Datenbank der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesamt für Umwelt Brandenburg.

- EDF Luminus (2018). Monitoring aanvaringsslachtoffers 2016-2017, windturbine Oevel. Verslag voor het Agentchap voor Natuur en Bos.
- EUROBATS (2019). Report of the Intersessional Working Group on Wind Turbines and Bat Populations, 24th Meeting of the Advisory Committee Skopje, North Macedonia, 1-3 April 2019. Doc.EUROBATS.AC24.5.Rev.1.
- Europese Commissie (2020). Guidance document on wind energy developments and EU nature legislation. Commission notice C(2020) 7730 final. 18.11.2020, Brussels.
- Everaert J. & Stienen E. (2007). Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium). Significant effect on breeding tern colony due to collisions. *Biodiversity and Conservation* 16: 3345-3359.
- Everaert J. (2008). Effecten van windturbines op de fauna in Vlaanderen: onderzoeksresultaten, discussie en aanbevelingen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, 2008(44).
- Everaert J. (2014). Collision risk and micro-avoidance rates of birds with wind turbines in Flanders. *Bird Study* 61: 220-230.
- Everaert J. (2015). Effecten van windturbines op vogels en vleermuizen in Vlaanderen. Leidraad voor risicoanalyse en monitoring. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, rapport INBO.R.2015.6498022.
- Everaert J. (2017). Dealing with uncertainties in bird and bat population impact assessments for individually planned wind farms. Presentation at the Conference on Wind energy and Wildlife impacts (CWW), 6-8 September 2017, Estoril, Portugal.
- Everaert J. (2019). Training dogs to search for collision fatalities of bats in wind farms in Flanders. Poster presentation, Symposium on bat migrations, 8-9 November 2019, Oostende & Brugge. Flanders Marine Institute (VLIZ), the Royal Belgian Institute of Natural Sciences (RBINS) and the Bats Working Group of Natuurpunt Study.
- Foo C.F, Bennett V.J., Hale A.M., Korstian J.M., Schildt A.J. & Williams D.A. (2017). Increasing evidence that bats actively forage at wind turbines. *PeerJ* 5: e3985.
- Frick W.F., Baerwald E.F., Pollock J.F., Barclay R.M.R., Szymanski J.A., Weller T.J., Russell A.L., Loeb S.C., Medellin R.A. & McGuire L.P. (2017). Fatalities at wind turbines may threaten population viability of a migratory bat. *Biological Conservation* 209: 172-177.
- Gaultier S.P., Blomberg A.S., Ijäs A., Vasko V., Vesterinen E.J., Brommer J.E. & Lilley T.M. (2020). Bats and Wind Farms: The Role and Importance of the Baltic Sea Countries in the European Context of Power Transition and Biodiversity Conservation. *Environmental Science & Technology* 54(17): 10385-10398.
- Goovaerts J. & Pals A. (2020). Correctiefactoronderzoek slachtoffertelling Haveneiland RSO. Miec-effect bv. Rapport 20 november 2020.
- Greif S. & Siemers B.M. (2010). Innate recognition of water bodies in echolocating bats. *Nature Communications* 1: Article 107.
- Gyselings R., Spanoghe G., Hessel K., Mertens W., Vandevoorde, B., Van den Bergh E. (2011). Monitoring van het Linkerscheldeoevergebied in uitvoering van de resolutie van het Vlaams Parlement van 20 februari 2002: resultaten van het achtste jaar. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, INBO.R.2011.5.
- Hale A. & Bennett V. (2018). Texturizing wind turbine towers to reduce bat mortality. Project nr. DE-EE0007033. Presentation, NWCC Research Webinar, 12 March 2018.

- Haskoning DHV (2018). Monitoringsresultaten windturbineproject Olen. Finaal rapport in opdracht van Engie-Electrabel. Haskoning DHV Belgium.
- Hötter H., Thomsen K.M. & Köster H. (2006). Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.
- Huzzen B., Hale A. & Bennett V. (2019). An effective survey method for studying volant species activity and behavior at tall structures. *PeerJ* 8: e8438.
- Janssen R., Delbroek R., Evens R., Gerards F., Kranstauber B., van Grinsven A., Voskamp P. & Dekeukeleire D. (2019). Moving far and moving high - GPS tracking of female Leisler's bats in Belgium. Poster presentation, Symposium on bat migrations, 8-9 November 2019, Oostende & Brugge. Flanders Marine Institute (VLIZ), the Royal Belgian Institute of Natural Sciences (RBINS) and the Bats Working Group of Natuurpunt Study.
- Kunz T.H., Arnett E.B., Erickson W.P., Hoar A.R., Johnson G.D., Larkin R.P., Strickland M.D., Thresher R.W. & Tuttle M.D. (2007). Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5(6): 315-324.
- Kusch J., Weber C., Idelberger S. & Koob T. (2004). Foraging habitat preferences of bats in relation to food supply and spatial vegetation structures in a western European low mountain range forest. *Folia Zoologica* 53: 113-128.
- Lehnert L.S., Kramer-Schadt S., Schönborn S., Lindecke O., Niermann I. & Voigt C. (2014). Wind farm facilities in Germany kill Noctule Bats from near and far. *PLOS ONE* 9(8): e103106.
- Lintott P.R., Richardson S.M., Hosken D.J., Fensome S.A. & Mathews F. (2016). Ecological Impact Assessments fail to reduce risk of bat casualties at wind farms. *Current Biology* 26(21): R1135-R1136.
- Long C.V., Flint J.A., Lepper P.A. (2011). Insect Attraction to Wind Turbines: Does Colour Play a Role? *European Journal of Wildlife Research* 57(2): 323-331.
- Maes D., Baert K., Boers K., Casaer J., Criel D., Crevecoeur L., Dekeukeleire D., Gouw J., Gyselings R., Haelters J., Herman D., Herremans M., Huysentruyt F., Lefebvre J., Lefevre A., Onkelinx T., Stuyck J., Thomaes A., Van Den Berge K., Vandendriessche B., Verbeylen G. & Vercayie D. (2014). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. De IUCN Rode Lijst van de zoogdieren in Vlaanderen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, INBO.R.2014.1828211.
- Mathews F., Swindells M., Goodhead R., August T.A., Hardman P., Linton D.M. & Hosken D.J. (2013). Effectiveness of search dogs compared with human observers in locating bat carcasses at wind-turbine sites: A blinded randomized trial. *Wildlife Society Bulletin* 37: 34-40.
- McAlexander A. (2013). Evidence that bats perceive wind turbine surfaces to be water. MS Thesis, Texas Christian University, Fort Worth, TX, USA.
- Millon L., Julien J.-F., Julliard R. & Kerbiriou C. (2015). Bat activity in intensively farmed landscapes with wind turbines and offset measures. *Ecological Engineering* 75: 250-257.
- Millon L., Colin C., Brescia F. & Kerbiriou C. (2018). Wind turbines impact bat activity, leading to high losses of habitat use in a biodiversity hotspot. *Ecological Engineering* 112: 51-54.
- Opstaele B. (2018). Vleermuizenmonitoring op 3 windturbines te Melle – 2016 – 2017. Rapport 11 september 2018, Greenspot, in opdracht van Sweco Belgium.
- Rodrigues L., Bach L., Dubourg-Savage M.-J., Karapandža B., Kovač D., Kervyn T., Dekker J., Kepel A., Bach P., Collins J., Harbusch C., Park K., Micevski B. & Minderman J. (2014). Guidelines for consideration of bats in wind farm projects – revision 2014. EUROBATS Publication Series No.6. UNEP EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany.

- ////////////////////////////////////

- ////////////////////////////////////