



Effecten van windturbines op de fauna in Vlaanderen

Onderzoeksresultaten, discussie en aanbevelingen

Joris Everaert

INBO.R.2008.44

Auteurs:

Joris Everaert
Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) is het Vlaams onderzoeks- en kenniscentrum voor natuur en het duurzame beheer en gebruik ervan. Het INBO verricht onderzoek en levert kennis aan al wie het beleid voorbereidt, uitvoert of erin geïnteresseerd is.

Vestiging:

INBO Brussel
Kliniekstraat 25, 1070 Brussel
www.inbo.be

e-mail:

joris.everaert@inbo.be

Wijze van citeren:

Everaert J. (2008). Effecten van windturbines op de fauna in Vlaanderen. Onderzoeksresultaten, discussie en aanbevelingen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2008 (rapportnr. INBO.R.2008.44). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

D/2008/3241/354

INBO.R.2008.44

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Jurgen Tack

Foto cover:

Sterns aan het windpark Zeebrugge (Joris Everaert)



Effecten van windturbines op de fauna in Vlaanderen

Onderzoeksresultaten, discussie en aanbevelingen

Effects of wind turbines on fauna in Flanders

Study results, discussion and recommendations

Joris Everaert

INBO.R.2008.44

Voorwoord/Dankwoord

Dit rapport moet een nuttige bijdrage leveren in de kennis over mogelijke negatieve effecten van windturbines op vogels en vleermuizen, en vooral een aansteek geven tot verder gericht onderzoek naar de effecten alsook methodes om die effecten te milderen. Er is immers hieromtrent nog een groot gebrek aan voldoende kennis. Windenergie kent momenteel een exponentiële groei omwille van de nood aan hernieuwbare energie. Naast de vooropgestelde klimaat/energie doelstellingen is echter ook het behoud en herstel van natuur en landschapsecologische waarden erg belangrijk. Het is immers de bedoeling om windenergie ook effectief zo 'groen' mogelijk te houden.

De voorliggende studie werd uitgevoerd in kader van het project "Effecten van windturbines op de fauna: monitoring en adviesverlening" dat dankzij de Vlaamse overheid tot stand kwam, en waardoor de auteur contractueel verbonden werd op het INBO. Verschillende personen droegen op de één of andere manier bij tot de realisatie van de studie. Voor het aspect monitoring wil ik in het bijzonder m'n collega's Eric Stienen, Wouter Courtens, Marc Van de Walle en Nicolas Vanermen bedanken, die voor het onderzoek in Zeebrugge een waardevolle bijdrage leverden tijdens hun broedbiologisch onderzoek in de stern- en meeuwenkolonie. Voor het aspect adviesverlening binnen het betreffende project (zie Bijlage 8) zijn er tientallen personen die nuttige informatie aanbrachten om de analyses en aanbevelingen steeds zo correct mogelijk op te maken, in het bijzonder verschillende lokale ornithologen/vleermuis-specialisten, en verantwoordelijken van de lokale Natuurpunt-afdelingen en vogelwerkgroepen. Ook bijzonder dank aan m'n collega's Koen Devos, Eric Stienen en Anny Anselin voor het doornemen van een voorlopige versie van dit rapport.

Samenvatting

Vogels en vleermuizen kunnen tijdens het vliegen in aanvaring komen met windturbines, of terecht komen in de luchtverplaatsing achter turbines. Ze kunnen ook dermate verstoord worden dat gebieden met turbines gemeden worden. Op 7 windparklocaties in Vlaanderen werd daarom systematisch onderzoek verricht naar de effecten op fauna. Op nog 2 bijkomende locaties kon ook een beperkt steekproefonderzoek uitgevoerd worden. In dit rapport worden de resultaten voorgesteld, en besproken aan de hand van buitenlandse bevindingen. Hieruit worden ook aanbevelingen gegeven voor verder onderzoek en het selecteren van nieuwe windparklocaties.

Het aantal aanvaringslachtoffers in de Vlaamse windparken, met toepassing van noodzakelijke correctiefactoren, varieerde van 0 tot ongeveer 125 vogels per individuele windturbine per jaar. Er werden nog geen vleermuizen gevonden. Het gemiddeld aantal vogelslachtoffers voor de 7 windturbinelocaties (na correctie) varieerde enorm met respectievelijk 1, 3, 7, 12, 21, 26 en 42 slachtoffers per windturbine per jaar. In Nederlandse windparken, met vergelijkbare locaties en soorten, werden gelijkaardige resultaten gevonden. De meeste slachtoffers in Vlaanderen waren algemeen voorkomende lokale vogels zoals Kokmeeuw, Zilvermeeuw, Kleine Mantelmeeuw, Wilde Eend, Houtduif en Spreeuw, maar er werden ook minder algemene en kwetsbare tot bedreigde soorten gevonden waaronder Blauwe Reiger, Bergeend, Tafeleend, Smient, Wintertaling, Drieteenmeeuw, Zwartkopmeeuw, Sperwer, Slechtvalk, Torenavalk, Tureluur, Grutto, Scholekster, Strandplevier, Visdief, Grote Stern, Dwergstern, Houtsnip, Gierzwaluw en Graspieper. Voor de Visdief, Grote Stern en Dwergstern ging dit zelfs om relatief veel slachtoffers. Het groot aantal slachtoffers onder de meeuwen en sterns in de windparken te Brugge en Zeebrugge was opvallend, temeer omdat het hier vooral dagactieve vogels betreft. De oorzaak hiervoor was dagelijkse slaaptrek van meeuwen (Brugge) en voedseltrek van meeuwen en sterns nabij een broedkolonie (Zeebrugge). Het is niet duidelijk of daardoor een belangrijk effect bestaat op de lokale meeuwenpopulatie. Het groot aantal sternenslachtoffers tijdens het broedseizoen in het windpark te Zeebrugge, zorgde voor een significante negatieve impact op de internationaal belangrijke broedkolonie van Visdief, Grote Stern en Dwergstern. Een geplande vervanging van de turbines door grotere types met meer vrije vliegruimte op de hoogte waar de meeste sterns vliegen, zou het effect op deze vogels moeten verminderen in de toekomst. Verder onderzoek zal dan moeten bepalen of nog bijkomende maatregelen nodig zijn.

Op bepaalde buitenlandse locaties werden ook belangrijke aantallen aanvaringslachtoffers vastgesteld van vogels, inclusief roofvogels en diverse zeldzame soorten. Ook vleermuizen vlogen op sommige locaties met grote aantallen tegen de turbines. Of de huidige effecten ook werkelijk een significante impact kan veroorzaken op landelijke populaties van soorten, is niet helemaal duidelijk. Een significante impact op lokale en/of regionale populaties werd in enkele windparken wel vastgesteld of als mogelijk aanzien. Nader onderzoek moet hierin meer duidelijkheid brengen. Tegelijkertijd moeten echter in geval van een blijvende heel belangrijke impact (ook lokaal) doeltreffende maatregelen genomen worden. Dit kan ook het tijdelijk stilleggen van windturbines betekenen, of in extreme gevallen zelfs een ontmanteling.

Uit het onderzoek in Vlaanderen blijkt dat naast kleine ook grote moderne windturbines relatief veel vogelslachtoffers kunnen veroorzaken. Dit is op buitenlandse locaties ook vastgesteld, zelfs voor vleermuizen. Het aantal slachtoffers van meeuwen en sterns op de onderzochte Vlaamse locaties staat vooral in relatie tot het aantal aanwezige en/of overvliegende vogels. Uit de resultaten op locaties in de omgeving van waterrijke gebieden in Vlaanderen, Nederland en Frankrijk, blijkt dat het type windturbine (masthoogte en/of rotoroppervlak) gemiddeld voor alle soorten een minder belangrijke factor lijkt te zijn, hoewel er wel een trend (doch niet-significant) is naar iets meer slachtoffers bij grotere windturbines (per turbine gerekend). De berekende aanvaringskansen op rotorhoogte voor meeuwen in windparken met kleine en grote turbines in Vlaanderen, lijken deze trend te bevestigen. Factoren zoals soort, vlieghoogte, vlieggedrag, en eigenschappen van het windpark en de omgeving kunnen echter ook heel belangrijk zijn. Indien we de cijfers omzetten per megawatt geïnstalleerd vermogen, zou een windpark met grote windturbines gemiddeld minder vogelslachtoffers veroorzaken dan een windpark met een groter aantal kleine windturbines.

Natuurlijk kunnen lokale verschillen erg belangrijk zijn (bv. binnenland vs. kust). De gemiddelde resultaten mogen daarom niet zomaar veralgemeend worden.

Het verstoringsaspect kon op de meeste Vlaamse locaties niet maximaal onderzocht worden, mede omwille van het gebrek aan betrouwbare referentiesituaties (o.a. omwille van sterk veranderde omgeving in industriegebied). Wel was duidelijk dat vooral pleisterende en rustende watervogels en steltlopers buiten het broedseizoen verstoring kunnen ondervinden, en in mindere mate broedvogels. Er zijn echter heel wat verschillen per soortgroep en per locatie, en nog veel onduidelijkheden. Meeuwen en sterns ondervonden tijdens lokale voedselvluchten in het broedseizoen geen barrière-effect door windturbines, met daardoor veel vogels die de turbines dichtbij kruisten, en een relatief groot aantal aanvaringslachtoffers tot gevolg. Buiten het broedseizoen vertoonden de dagelijkse slaaptrek-bewegingen van meeuwen slechts een gedeeltelijk barrière-effect.

Een analyse van diverse buitenlandse studies bevestigt dat vooral pleisterende en rustende watervogels en steltlopers buiten het broedseizoen een belangrijke verstoring kunnen ondervinden tot zeker 500m van de turbines, in uitzonderlijke gevallen (bv. voor ganzen) tot ongeveer 600 of 800m. Hierdoor kunnen gebieden in bepaalde situaties een belangrijk deel van hun natuurwaarde verliezen. Tijdens het broedseizoen zijn de effecten wat minder voor de meeste soortgroepen, maar wel nog aanzienlijk voor bijvoorbeeld steltlopers.

In tegenstelling tot broedvogels, werd vastgesteld dat buiten het broedseizoen bij een meerderheid aan onderzochte soorten, de verstoring toeneemt met de windturbinegrootte.

Verstoring van lokale (dagelijkse) trekroutes kan optreden maar dit zal afhankelijk zijn van diverse factoren. Heel wat seizoenale trekvogels ondervinden overdag een duidelijk barrière-effect, maar de nachtelijke situatie is niet helemaal duidelijk.

Studieresultaten in het binnen- en buitenland tonen duidelijk dat windturbines onder bepaalde omstandigheden een belangrijke impact kunnen veroorzaken op vogels en vleermuizen. Cumulatieve negatieve effecten omwille van een toenemend aantal windturbines moet in rekening worden gehouden. Een groeiend aantal windturbines zorgt ook voor een extra druk bovenop de reeds bestaande bronnen van negatieve impact zoals hoogspanningslijnen, verkeer, aantasting natuurgebieden, enz. In een dichtbevolkte regio zoals Vlaanderen, kan dit de geschiktheid voor ecologische functies verder doen dalen, zoals een optimale aanwezigheid van fauna en het garanderen van regionale en internationale trekroutes.

Een goed plaatsingsbeleid rond windenergie, moet een strategische planning op regionaal, nationaal en zelfs internationaal (offshore) niveau inhouden. Op basis van informatie zoals het windaanbod, bewoning, beschermde en andere gevoelige gebieden, trekroutes enz. kan men dan komen tot een aantal geselecteerde nieuwe potentiële locaties voor windparken.

Algemeen kan worden gesteld dat de onderzoeksresultaten tot de aanbeveling leiden om nieuwe windturbineparken niet nabij belangrijke broed-, pleister-, rust- en doortrekgebieden van vogels en vleermuizen te plaatsen. Hoewel de mogelijke impact bij geplande windturbinelocaties steeds moet worden onderzocht, kan er in een niet onbelangrijk aantal gevallen een gebrek zijn aan gegevens om een betrouwbare impact-analyse te maken. Zeker in geval van een potentiële impact op de fauna in beschermde natuurgebieden en gebieden die voldoen aan de criteria om beschermd te worden, inclusief belangrijke trekroutes, moet daarom het voorzorgsprincipe gelden. Ondanks alle studies en eventuele mogelijke mitigerende maatregelen, is de locatiekeuze ("macro-siting") nog steeds de belangrijkste methode om de impact te beperken. Dit moet dan ook de eerste fase zijn bij het zoeken naar nieuwe windturbinelocaties. Afhankelijk van de functie van het gebied (bv. industriegebied vs. open onaangetast gebied) en het belang voor fauna, kan eventueel geopteerd worden voor een andere methode zoals een aanpassing van de configuratie van het windpark en overige mitigerende of compenserende maatregelen.

Er is op diverse vlakken nog een groot gebrek aan voldoende kennis inzake de effecten van windturbines op vogels en vleermuizen. Gezien de verdere expansie van windenergie, moet de kennis dringend uitgebreid worden. Dit kan het best gebeuren door onafhankelijk lange-termijn onderzoek waarbij ook specifieke aandachtspunten worden behandeld.

Abstract

Birds and bats can collide with wind turbines, or encounter the vortex wake behind the turbines. They can also become disturbed in their breeding, resting, and foraging areas, or during migration. Therefore, the impact on fauna was studied on 7 wind farm locations in Flanders (=northern part of Belgium). At 2 additional locations, a reduced random test was also performed. The study results are presented in this report and discussed with foreign results. Recommendations for further study and the selection of new wind farm locations, are also included.

The collision numbers in Flanders, with applied necessary correction factors, varied from 0 to around 125 birds per individual wind turbine per year. No bats were found. The mean number for the 7 wind farms (with correction factors) varied substantially with resp. 1, 3, 7, 12, 21, 26 and 42 birds per wind turbine per year. Wind farms in The Netherlands (comparable locations and species) had similar results.

Most of the collision fatalities in Flanders were local relatively common birds like Black-headed Gull, Herring Gull, Lesser Black-backed Gull, Mallard, Wood Pigeon and Starling, but also rarer or even endangered species were found such as Grey Heron, Common Shelduck, Common Pochard, Wigeon, Common Teal, Kittiwake, Mediterranean Gull, Eurasian Sparrowhawk, Peregrine Falcon, Kestrel, Redshank, Black-tailed Godwit, Oystercatcher, Kentish Plover, Common Tern, Sandwich Tern, Little Tern, Woodcock, Swift and Meadow Pipit. For Common Tern, Sandwich Tern and Little Tern, the number of fatalities was also high. The large number of collided gulls and terns in the Brugge and Zeebrugge wind farms was striking, all the more because these birds are largely diurnally active. This will be the result of local migration of gulls towards a large sleeping place (Brugge) and foraging flights of gulls and terns in the vicinity of a breeding colony (Zeebrugge). It is not clear whether this resulted in a significant impact on the local gull population. The large number of tern collision fatalities during the breeding season in the Zeebrugge wind farm, resulted in a significant impact on the breeding colony of Common Tern, Sandwich Tern and Little Tern. The planned repowering of the Zeebrugge turbines by larger ones with more free space at the height where most terns are flying, must result in less fatalities in the future. A study will determine if additional measures will be needed.

At some foreign wind farm locations, significant numbers of collided birds and bats are also found, including raptors and several rare species. Whether this current impact is significant for national populations, is unclear. At least in some cases, a certain or probable significant impact on local and/or regional populations has been determined. More research is needed to have better clarity on that subject. But at the same time, with a persistent very important impact (including local), effective measures must be taken. This should also include switching off the wind turbines during certain risk periods, or even in some extreme cases the dismantling of turbines.

From the research in Flanders, it was found that modern large wind turbines can also have relatively large numbers of collision fatalities among birds, just like small wind turbines. In several foreign locations, this was also the case, even for bats. The number of tern and gull collision fatalities in Flanders seems to depend largely on the number of present and/or flying birds at the wind farms. For the locations near waterbodies in Flanders, The Netherlands and France, on average for all species, the size of the wind turbine (hub height and/or rotor area) seems to be a less important factor, although there is a tendency (not significant) towards slightly more collision fatalities with larger turbines (numbers per turbine). The calculated collision chances at rotor height for gulls in wind farms with small and large turbines in Flanders seem to confirm this trend. Obviously, factors like species, flight height, flight behavior, and properties of the wind farm and surroundings, will also be very important. When the results are presented per megawatt installed capacity, a wind farm with large wind turbines would have on average less collision fatalities than a wind farm with more smaller turbines. Of course, local differences can play a very important role (for example 'inland' vs. 'coast'), therefore the results cannot simply be generalized.

The research on disturbance at the wind farm locations in Flanders was rather limited, partly due to the lack of reliable reference situations (highly changing surrounding area in industrial zones). Nevertheless, it was clear that foraging and roosting waterfowl and waders outside the breeding season, experienced some disturbance. Breeding birds had less or no clear disturbance. There are however large differences between species and locations, and still many open questions. Gulls and terns experienced no barrier effect during their local foraging flights in the breeding season, resulting in a large number of birds that crossed the turbines at close distance and consequently also more collisions. Outside the breeding season, for gulls flying towards the sleeping place, the situation was not that clear with only an indication for a partly (small) barrier effect.

An analysis of many foreign studies, confirms that certainly foraging and resting waterfowl like geese, ducks and some wader species outside the breeding season, can experience a disturbance of up to 500m from wind turbines (in some exceptional cases possibly 600-800m). Depending on the local situation, this can result in an important degradation of nature areas. Breeding birds are less disturbed, but still quite important for at least some waders.

In contrast to breeding birds, it was found that for most studied bird species outside the breeding season, the disturbance increased with wind turbine height.

Disturbance of local migration routes can happen, but this will depend on several factors. Many seasonal migrating birds do experience an important barrier effect during the day, but the situation during the night is less known.

Study results in Flanders and from foreign locations clearly show that, under certain circumstances, wind turbines can cause an important negative impact on birds and bats. Cumulative effects because of the expansive growth of wind farms, must be taken into account seriously. More wind turbines will result in extra pressure on top of the already existing sources of negative impact, like power lines, roads, disruption of nature areas, etc. In a densely populated region like Flanders, this degrades the total suitability for ecological functions such as the presence of bird and bat populations and the guarantee for regional or international migration routes.

The right policy for wind farm planning, should include a strategic planning on regional, national and certainly also for the offshore wind farms on an international scale. Based on all information like the amount of wind, residences, protected and other important nature areas and migration routes, maps for potential wind farms can be created.

In general, from the study results, it is recommended not to build new wind farms near important breeding, resting and foraging areas and local or seasonal migration routes. Although the possible impact for planned wind farms can be estimated, in an important number of cases, there can be a substantial lack of data to make a reliable assessment of the potential impact. Certainly in case of a potential impact on the fauna in nature areas that are protected or meet the criteria to be protected, including important migration corridors, the precautionary principle must be applied. Despite all studies and possible proposed mitigation measures, proper site selection ("macro-siting") is still the best and certain way to reduce the impact. So, this should be the first stage in the search for new wind farm locations. Depending on the quality of the area (for example industrial vs. open undisturbed) and the importance for fauna, other methods can be investigated like mitigation measures and/or compensation measures.

On several levels, there is still an important lack of knowledge concerning the impact of wind turbines of birds and bats. Considering the further expansion of wind energy, more research is urgently needed. This is best performed by independent long-term study in which specific points of interest are conducted.

Inhoud

Inleiding	11
1	Materiaal en methoden 13
1.1	Aanvaringsaspect.....13
1.2	Verstoringsaspect15
1.3	Statistische methodes.....19
2	Voorstelling locaties en resultaten vogelonderzoek 20
2.1	Oostdam, Zeebrugge20
2.2	Boudewijnkanaal, Brugge50
2.3	Kleine Pathoekeweg, Brugge.....65
2.4	Centrale, Schelle.....75
2.5	Rodenhuize, Gent80
2.6	Kluisendok, Gent83
2.7	De Put, Nieuwkapelle.....93
2.8	Overige locaties (steekproeven) 113
3	Globale analyse en discussie 118
3.1	Aanvaringsaspect bij vogels..... 118
3.2	Verstoringsaspect bij vogels 136
3.3	Vleermuizen 142
4	Belangrijke onderzoeksprioriteiten 144
4.1	Biologisch 144
4.2	Methodologisch..... 144
4.3	Technisch 144
5	Aanbevelingen 145
5.1	Algemeen 145
5.2	Ruimtelijke aanbevelingen voor nieuwe windpark locaties 146
5.3	Overige mitigerende maatregelen..... 155
5.4	Compenserende maatregelen..... 157
6	Bijlagen 158
7	Referenties 166

Inleiding

Tegen 2010 wil de Vlaamse regering ongeveer 25% van de elektriciteitsleveringen milieuvriendelijk opwekken uit warmtekrachtkoppeling (min. 19%) of hernieuwbare energiebronnen (min. 6%). Prognoses tonen dat tegen 2020 ongeveer 9-15% van het elektriciteitsverbruik kan opgewekt worden met hernieuwbare energiebronnen zoals windenergie (Devriendt et al. 2005).

Windturbines kunnen in bepaalde situaties een gevaar vormen voor de vliegende fauna. Vogels en vleermuizen kunnen in aanvaring komen met windturbines, of terecht komen in de luchtverplaatsing achter turbines. Ze kunnen ook dermate verstoord worden dat gebieden met turbines gemeden worden. Een samenvatting van buitenlandse onderzoeksresultaten (inclusief aanbevelingen en criteria betreffende de opmaak van milieueffectrapporten en selectiecriteria voor mogelijke windparken) is o.m. te vinden in Langston & Pullan (2003), Hötcker et al. (2006), Hötcker (2006) en Drewitt & Langston (2006).

In september 2000 verscheen de Omzendbrief EME/2000.01 van de Vlaamse Regering (Vlaamse Regering 2000) waarin een algemeen afwegingskader en randvoorwaarden voor de inplanting van windturbines in Vlaanderen worden toegelicht. Om potentiële windturbinelocaties te selecteren hebben de Organisatie Duurzame Energie Vlaanderen en de Vrije Universiteit Brussel mede op basis van de Omzendbrief ook een "Windplan Vlaanderen" opgemaakt, met ruimtelijke en windtechnische informatie (VUB & ODE-Vlaanderen 2001).

In kader van de Omzendbrief, werd binnen het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) in opdracht van de Vlaamse overheid (Vlaams Energieagentschap) een project opgestart om de nodige beleidskennis op te bouwen inzake de interacties tussen windturbines en vogels in Vlaanderen. Het onderzoek bestond oorspronkelijk uit een tweeluik: de opmaak van een beleidsondersteunende vogelatlas met bijzondere concentratiegebieden en (lokale) trekroutes enerzijds, en adviesverlening en monitoring anderzijds. De vogelatlas (Everaert et al. 2003; zie ook 5.2.1.1) is een belangrijk beleidsondersteunend instrument bij de beoordeling van mogelijke windparken, en is te consulteren op de website van het Agentschap voor Geografische Informatie Vlaanderen (AGIV). De meest actuele kaart (recente wijzigingen) is aanwezig in het INBO en zal in de toekomst normaal via een update op de website van het AGIV verschijnen.

Sinds 2002 is het project volledig gericht op monitoring en adviesverlening inzake windturbines en fauna. Een samenvatting van de adviezen is te vinden in bijlage 8. Voorlopige resultaten van de monitoring zijn verschenen in twee rapporten (Everaert et al. 2002; Everaert 2006b) en enkele artikels (Everaert 2003a; Everaert 2006a; Everaert & Stienen 2007; Stienen et al. 2008). Dit rapport toont vooral de resultaten van het onderzoek in de periode januari 2002 tot december 2007 op 7 windturbinelocaties, inclusief beknopte eerder gepubliceerde resultaten (niet alle locaties gedurende de volledige periode) en aanvullend nog 2 locaties waar enkele steekproeven werden uitgevoerd.

In 2006 verscheen de Omzendbrief EME/2006/01-RO/2006/02 (Vlaamse Regering 2006) ter vervanging van EME/2000.01. In hoofdstuk 3.2.2. van deze nieuwe Omzendbrief staat beschreven dat voor o.a. natuurgebieden, agrarische gebieden, gebieden met een juridische bescherming volgens de specifieke wetgeving inzake natuurbehoud (zoals natuurreservaten, Vogel- en Habitatrichtlijngebieden) of de bescherming van monumenten en landschappen, geldt dat een stedenbouwkundige vergunning in principe niet kan toegekend worden omwille van de juridische onverenigbaarheid tussen de inplanting van windturbines en de gebiedsbestemming en/of juridische bescherming. Indien de inplanting van windturbines echter mogelijk is volgens de afwegingscriteria opgenomen in hoofdstuk 3.1. van de Omzendbrief (zie verder), kan deze juridische onverenigbaarheid inzake gebiedsbestemmingen opgeheven worden door wijziging van ofwel de hoofdbestemming van het gebied, ofwel door als overdruk het stedenbouwkundig voorschrift 'gebied voor windturbines' toe te voegen. Dergelijke wijziging dient echter steeds te kaderen in een planningsproces waarbij de inplanting van windturbines wordt beschouwd in functie van de gewenste ruimtelijke structuur van het gebied.

In hoofdstuk 3.1. van de Omzendbrief worden volgende randvoorwaarden en afwegingskader beschreven betreffende het aspect natuur.

“De te verwachten effecten op de fauna, in het bijzonder vogels en vleermuizen, worden in internationale publicaties als mogelijke bedreiging vernoemd en zijn dus een essentieel element in de besluitvorming bij de inplanting van windturbines. Naast de effectieve aanvaring (vogels en vleermuizen) kan verstoring optreden die, afhankelijk van de aard van de verstoring en de mate van gewenning of van uitwijkmogelijkheid, blijvend kan zijn.

Voor de belangrijke natuurgebieden, waaronder Vlaams Ecologisch Netwerk, speciale beschermingszone-habitatrichtlijn en speciale beschermingszone-vogelrichtlijn, andere gebieden met belangrijke ecologische waarden (bijvoorbeeld leefplaatsen van beschermde soorten of beschermde vegetaties) en natuureservaten dient een omgevingsanalyse uit te maken welke afstand als buffer aangewezen is. Deze afstand kan onder meer bepaald worden afhankelijk van een lokale ornithologische analyse of in het geval van een indicatie op significante negatieve effecten op een speciale beschermingszone, een algemene beschrijving of een “passende beoordeling” waarbij ook rekening wordt gehouden met de omgevingsfactoren. Ervaring leert dat het naar voren schuiven van afstandsregels t.o.v. het rotorblad niet steeds relevant is.

Bovenstaande beoordelingselementen en effecten op vlak van natuur dienen beschreven te worden in de lokalisatienota.

De nodige gegevens voor de beoordeling van het project in de natuurtoetsen van het decreet van 21 oktober 1997 betreffende het natuurbehoud en het natuurlijk milieu, zoals gewijzigd, zullen een integraal deel moeten uitmaken van de lokalisatienota:

- de algemene natuurtoets (art. 16);
- de verscherpte natuurtoets van het Vlaams Ecologisch Netwerk (art. 26bis) en
- de verscherpte natuurtoets van de speciale beschermingszone in uitvoering van de habitatrichtlijn en de vogelrichtlijn (art. 36ter) of te wel de passende beoordeling.

Artikel 16 stelt dat in het geval van een vergunningsplichtige activiteit de bevoegde overheid er zorg voor draagt dat er geen vermijdbare schade kan ontstaan door de vergunning te weigeren of door redelijkerwijze voorwaarden op te leggen om de schade te voorkomen, te beperken of te herstellen. De algemene natuurtoets gaat na of vermijdbare schade wordt veroorzaakt. Vermijdbare schade is de schade die kan vermeden worden door de activiteit op een andere wijze uit te voeren (bijvoorbeeld met andere materialen, op een andere plaats,...). Er is een sterke consensus dat de locatiekeuze voor windturbines van doorslaggevend belang is bij het vermijden van een nadelige impact op soorten. Broedgebieden, pleister- en rustgebieden en belangrijke trekroutes van beschermde, bedreigde, kwetsbare of zeldzame soorten, moeten in toepassing van het voorzorgsprincipe dan ook vermeden worden voor de inplanting van windturbines.

Artikel 26bis stelt dat een overheid geen toestemming of vergunning mag verlenen voor een activiteit die onvermijdbare en onherstelbare schade aan de natuur in het Vlaams Ecologisch Netwerk kan veroorzaken. De verscherpte natuurtoets van het VEN gaat na of onvermijdbare en onherstelbare schade wordt veroorzaakt. Onvermijdbare schade is de schade die men hoe dan ook zal veroorzaken, op welke wijze men de activiteit ook uitvoert. Schade is onherstelbaar indien ze op de plaats van beschadiging niet meer kan worden hersteld met een kwantitatief en kwalitatief gelijkaardig habitat als deze die er voor de beschadiging aanwezig was.

Art. 36ter §3 stelt dat als een activiteit (of een plan of een programma) een betekenisvolle aantasting van de natuurlijke kenmerken van een speciale beschermingszone kan veroorzaken dat deze activiteit aan een passende beoordeling moet worden onderworpen (= de verscherpte natuurtoets). De goedkeuring van de vergunning, het plan of programma kan slechts gebeuren indien de uitvoering ervan geen betekenisvolle aantasting van de natuurlijke kenmerken kan veroorzaken, eventueel door het opleggen van voorwaarden.

In dit kader zijn vragen als : Veroorzaakt het project effecten rekening houdend met de omgevingsfactoren ? Zijn deze effecten nadelig, dus wordt er schade veroorzaakt? Is deze schade vermijdbaar? Is deze schade verwaarloosbaar ? Is deze schade herstelbaar?

1 Materiaal en methoden

1.1 Aanvaringsaspect

Het systematisch zoeken naar aanvaringssslachtoffers onder de windturbines werd voor de verschillende onderzochte windturbinelocaties normaal minstens om de 14 dagen uitgevoerd, en bij uitzondering (Oostdam) tijdelijk bijna dagelijks (Tabel 1). Twee locaties werden niet-systematisch onderzocht (steekproef gedurende bepaalde periode, zie tabel 2).

Tabel 1 Overzicht van locaties waar systematisch onderzoek naar aanvaringssslachtoffers werd verricht. (*)= Niet de volledige oppervlakte binnen deze zoekcirkel kon afgezocht worden, zie correctiefactor beschikbaar zoekoppervlak. (nvt)= Niet van toepassing: geen slachtoffers gevonden waarvoor deze correctiefactor nodig is. "Mast=.. m"= masthoogte, "Tip=.. m"= hoogste punt wieken.

Table 1 Summary of locations where systematic research for collision fatalities was performed. (*)= Not the full area inside the search circle could be searched, see correction factor for available search area. (nvt)= not needed: no fatalities were found where this correction factor is necessary. "Mast=.. m"= hub height, "Tip=.. m"= highest point of blades.

	Windturbines (x MW= MW per turbine). <i>Number of wind turbines (x MW= MW per turbine</i>	Periode van het zoeken naar slachtoffers. <i>Period of the fatality search</i>	Straal van zoekcirkel rond turbine. <i>Radius of the search circle</i>	Periodiciteit van het zoeken. <i>Periodicity of the search</i>	Correctie- factor beschikbaar zoek- oppervlak. <i>Correction for available search area</i>	Correctie- factor zoek- efficiëntie. <i>Correction for search efficiency</i>	Correctie- factor predatie. <i>Correction for scavenging (predation)</i>
Oostdam, Zeebrugge	10 (x 0,2 MW) 12 (x 0,4 MW) 2-3 (x 0,6 MW) Mast=23-55m Tip=34-79m	2001-2007	50m* (70m test)	Min. 1 per 14 dagen (3-4 per week tijdens broedseizoen sterns)	1,33 – 9,09	2: voor kleine vogels (< duif) op schiereiland. 1,16: sterns schiereiland	7,14: voor kleine vogels (<duif). 1,1: voor sterns
Boudewijn- kanaal, Brugge	5 (x 0,6 MW) 9 (x 0,6 MW) Mast=55m Tip=79m	2001-2006 2002-2006	60m* (90m test)	Min. 1 per 14 dagen	1,33	2: voor kleine vogels (< duif)	4,35: voor kleine vogels (<duif)
Kleine Pathoekeweg, Brugge	7 (x 1,8 MW) Mast=85m Tip=120m	2005-2006	100m* (110m test)	Min. 1 per 14 dagen	1,84 – 7,53	2: voor kleine vogels (< duif)	4,35: voor kleine vogels (<duif)
Centrale, Schelle	3 (x 1,5 MW) Mast=58m Tip=120m	2001-2004	85m* (120m test)	Min. 1 per 14 dagen	1 – 1,89	2: voor kleine vogels (< duif)	20: voor kleine vogels (<duif)
Rodenhuize, Gent	2 (x 2 MW) Mast=80m Tip=120m	2004	100m*	Min. 1 per 14 dagen	1,77 – 2,84	nvt	nvt
Kluizendok, Gent	11 (x 2 MW) Mast=98m Tip=134m	mei 2005- april 2007	120m*	Min. 1 per 14 dagen	1,50 – 6,93	2: voor kleine vogels (< duif)	3,0: voor kleine vogels (<duif)
De Put, Nieuwkapelle	2 (x 0,8 MW) Mast=75m Tip=100m	april 2005- maart 2006	100m*	Min. 1 per 14 dagen	nvt	nvt	nvt

Tabel 2 Locaties waar beperkt onderzoek werd verricht. Zie ook uitleg bij Tabel 1.

Table 2 Locations where limited research for collision fatalities was performed (sporadic searches). See also Table 1.

	Windturbines (x MW= MW per turbine). <i>Number of wind turbines (x MW= MW per turbine</i>	Periode van het zoeken naar slachtoffers. <i>Period of the fatality search</i>	Straal van zoekcirkel rond turbine. <i>Radius of the search circle</i>	Periodiciteit van het zoeken. <i>Periodicity of the search</i>	Correctie- factor beschikbaar zoek- oppervlak. <i>Correction for available search area</i>	Correctie- factor zoek- efficiëntie. <i>Correction for search efficiency</i>	Correctie- factor predatie. <i>Correction for scavenging (predation)</i>
Zandvlietsluis, Antwerpen.	2 (x 2 MW) Mast=98m Tip=134m	febr.-okt. 2006, sporadisch	120m	1 per maand	2,43 – 3,52	nvt	nvt
A12 / Rupeltunnel, Puurs.	2 (x 2 MW) Mast=100m Tip=140m	jan.-april 2007, sporadisch	120m	1 per 2 maand	3,3 – 6,7	nvt	nvt

Enkel de zekere en waarschijnlijke aanvaringslachtoffers werden in rekening gebracht voor verdere analyse (gehalveerde vogels, met ontbrekende ledematen, diverse zware verwondingen, duidelijke indicaties van interne verwondingen – zoals bloed uit de snavel – die waarschijnlijk of zeker veroorzaakt zijn door een slag met een hard voorwerp, of gewoon het vermoeden van waarschijnlijk slachtoffer). De straal van de zoekcirkel rondom de windturbines (Tabellen 1 en 2) was normaal ongeveer hetzelfde of iets meer als de masthoogte x 1,1 (zoals in Winkelman1992a; Akershoek et al. 2005; Krijgsveld et al. 2008) tot soms de tiphogte (hoogste punt draaiende wieken) of de masthoogte x 1,2 (uitzonderlijk x1,6). Op enkele locaties werd sporadisch ook gezocht op een grotere afstand (zie “..m test” in Tabel 1).

De oppervlakte binnen de zoekcirkel kon niet aan elke windturbine volledig worden afgezocht (zie verder bij correctiefactoren). Het systematisch afzoeken van het grondoppervlak binnen de zoekcirkel (of gedeeltelijke zoekcirkel) gebeurde door binnen het onderzoeksgebied met trage pas in parallelle lijnen heen en weer te lopen. Tussen deze looplijnen werd een afstand van ongeveer 4-6m gehouden, afhankelijk van de type oppervlak (dichte begroeiing of niet).

Alle nuttige informatie (datum, mogelijke datum van aanvaring, soort, leeftijd, geslacht, afstand tot dichtstbijzijnde windturbine, toestand van de vogel) werden genoteerd, geïntegreerd in een database, en voorgesteld in een Geografisch Informatie Netwerk (ArcGIS). In sommige gevallen werd de afstand tot de dichtstbijzijnde turbine gemeten met een afstandsmeter Leica Geovid 7x42 BDA, maar in de meeste gevallen werd de afstand afgestapt.

Niet alle aanvaringslachtoffers kunnen gevonden worden; sommige vallen buiten de afzoekbare zone, of worden verwijderd door roofdieren. Het totaal aantal aanvaringslachtoffers (Tabel 3) werd berekend met correctiefactoren voor het beschikbaar zoekoppervlak, zoek efficiëntie en predatie, afgeleid van de door Winkelman (1992a) toegepaste formule.

Tabel 3 Gebruikte formule voor het berekenen van het totaal aantal (N) aanvaringslachtoffers (Na=effectief gevonden 'zekere' en 'waarschijnlijke' aanvaringslachtoffers, Cz=correctiefactor voor beschikbaar zoekoppervlak (= 100/z, waarbij z= het aandeel afgezocht oppervlak (in %) van de totale oppervlakte die normaal zou moeten afgezocht worden), Cp=correctiefactor voor predatie door roofdieren (= 100/p, waarbij p= het aandeel vogels (in %) dat niet werd verwijderd door predatoren tijdens een predatie-test, Ce=correctiefactor voor zoek efficiëntie (= 100/e, waarbij e= het aandeel vogels (in %) dat werd gevonden door de onderzoeker).

Table 3 Used formula to determine the total number (N) of collision fatalities (Na=found number of 'certain' and 'probable' collision fatalities, Cz=correction factor for search area (= 100/z, where z= the proportion searched surface (in %) of the total surface which should have to be searched), Cp=correction factor for scavenging (= 100/p, where p= the proportion of birds (in %) that were not removed by predators during a scavenging-test, Ce=correction factor for search efficiency (= 100/e, where e= the proportion of birds (in %) that were found by the investigator).

$$N = Na * Cz * Cp * Ce$$

-De correctiefactor voor beschikbaar zoekoppervlak (in vergelijking met de normale af te zoeken oppervlakte, zie zoekcirkels in verdere figuren) kon in ArcGIS met de meest recente luchtfoto's berekend worden, en werd toegepast voor alle gevonden aanvaringslachtoffers (zie Tabellen 1 en 2). Op de meeste locaties was het immers niet mogelijk om de volledige oppervlakte van de noodzakelijke zoekcirkel af te zoeken (zie ook 3.1.1.1), o.a. omwille van de ontoegankelijkheid (dicht struweel, open water, privé-terrein) of omdat de moeilijke bereikbaarheid van bepaalde zones te tijdrovend zou zijn.

-Op elke windparklocatie waar ook effectief één of meerdere kleine vogels konden vastgesteld worden als aanvaringslachtoffer, werd een correctiefactor voor predatie toegepast. Om deze factor te bepalen, werden gedurende een specifieke periode (zo dicht mogelijk bij de periode van de vastgestelde slachtoffers) binnen het beschikbare zoekoppervlak onder de turbines ad-random een aantal (min. 20) vogelkadavers als 'test-vogels' uitgelegd, zowel wilde vogels als eendagskuikens. Na de normale zoekinterval voor die specifieke locatie (minstens om de 14 dagen) kon het percentage van verdwenen kadavers bepaald worden waaruit dan de correctiefactor voor predatie werd afgeleid. Voor de locatie "Pathoekeweg, Brugge" werd de predatiefactor gebruikt die werd gevonden op de naastliggende locatie "Boudewijnkanaal, Brugge" (Tabel 1) aangezien daar geen predatieonderzoek werd verricht. De correctie voor predatie werd enkel toegepast voor kleine vogels (vleugeldiameter kleiner dan die van een duif) en specifiek voor de locatie aan de Oostdam in Zeebrugge vanaf 2004 ook voor sterns.

-Een correctiefactor van 2 (i.e. 50% van vogels werd effectief gevonden) voor zoekefficiëntie werd enkel toegepast op aanvaringslachtoffers van kleine vogels (vleugeldiameter kleiner dan die van een duif) die werden gevonden op een niet-egaal terrein met grassen en/of kleine struiken, overgenomen uit de test-resultaten beschreven in Winkelman (1992a). Voor de sterns aan de Oostdam in Zeebrugge (zie verder) werd door het relatief groot aantal aanvaringslachtoffers in augustus 2004 een lokale test uitgevoerd, waarbij een onderzoeker 28 recent in aanvaring gekomen vogels (zowel sterns als wilde vogels met gelijkaardige grootte) op een specifieke locatie op het sternenschiereiland neerlegde. Binnen de 24 uur kwam een tweede persoon (die normaal zoekt naar aanvaringslachtoffers) het terrein afzoeken. De conclusie was dat er enkel voor de sterns die op het sternenschiereiland werden vastgesteld als aanvaringslachtoffer, ook een kleine correctiefactor op zoekefficiëntie ($1,16 = 86\%$ teruggevonden) moet toegepast worden (Tabel 1).

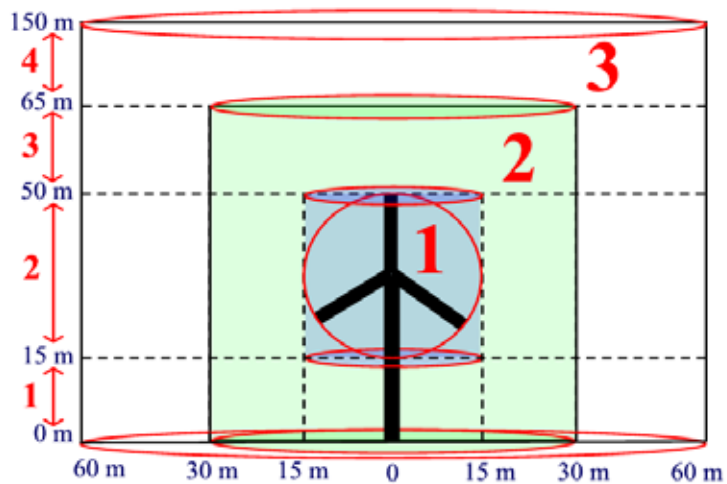
-De telgegevens van het aantal vliegbewegingen over een bepaalde (zone van) windturbine locatie, werden samen met de resultaten van het berekend aantal zekere en waarschijnlijke aanvaringslachtoffers (over dezelfde zone en periode) daar waar mogelijk ook gebruikt om een 'aanvaringskans' te berekenen.

1.2 Verstoringsaspect

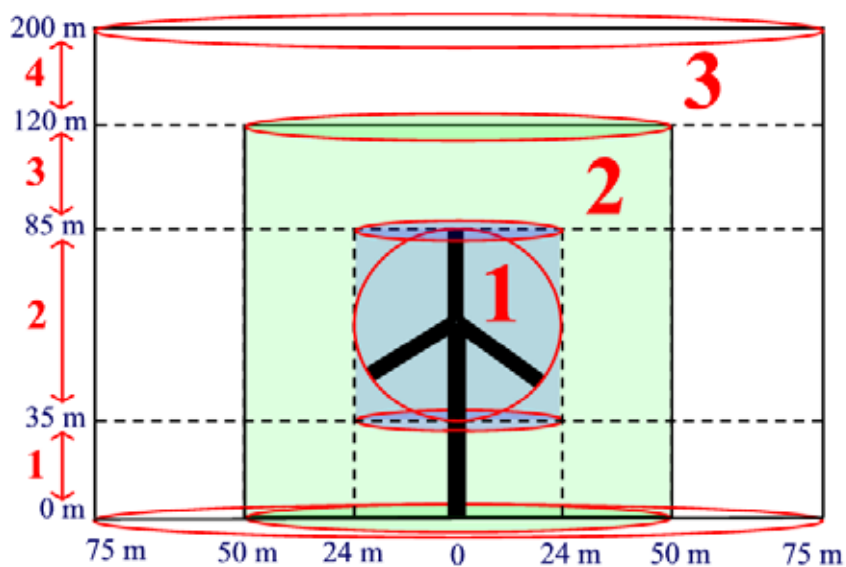
Het onderzoek naar verstoring tijdens specifieke periodes, bestond uit o.a. het bepalen van de afstand van pleisterende, rustende, broedende en overvliegende vogels tot de windturbines en indien mogelijk het vergelijken met een eventuele referentiesituatie, alsook bij overvliegende vogels de eventuele reactie op de windturbines (mogelijk barrière-effect). Bijkomende losse waarnemingen werden het gehele jaar door verzameld.

Bij elke waarneming werden op een gestandaardiseerd formulier gegevens ingevuld betreffende de soort, aantal, sector, vliegrichting, vlieghoogte, reactie, reactieafstand, reactietype, passageafstand, passagehoogte, e.d. De gebruikte ruimtelijke verdeling rond de turbines (Figuur 1-7) werd afgeleid van de door Winkelman (1992c) toegepaste verdeling (zie ook bijkomende info per onderzochte locatie).

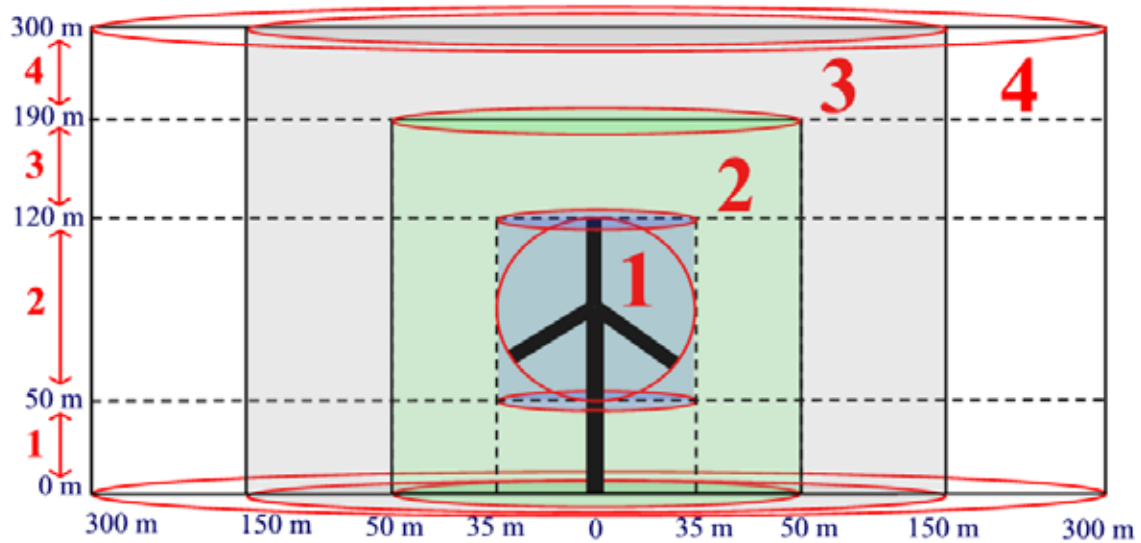
Voor het tellen van aanwezige en/of overvliegende vogels werd gebruik gemaakt van een verrekijker Swarovski 10x42 EL, telescoop Optolyth TBS-80+30x breedhoek oculair, en Generatie 3 nachtkijker ITT Night Enforcer 5000 (met standaardlens en 60-300mm).



Figuur 1 Ruimtelijke verdeling rondom de turbines (400 kW) aan de Oostelijke strekdam in Zeebrugge.
 Figure 1 Spatial distribution around the turbines (400 kW) at the eastern port breakwater in Zeebrugge.

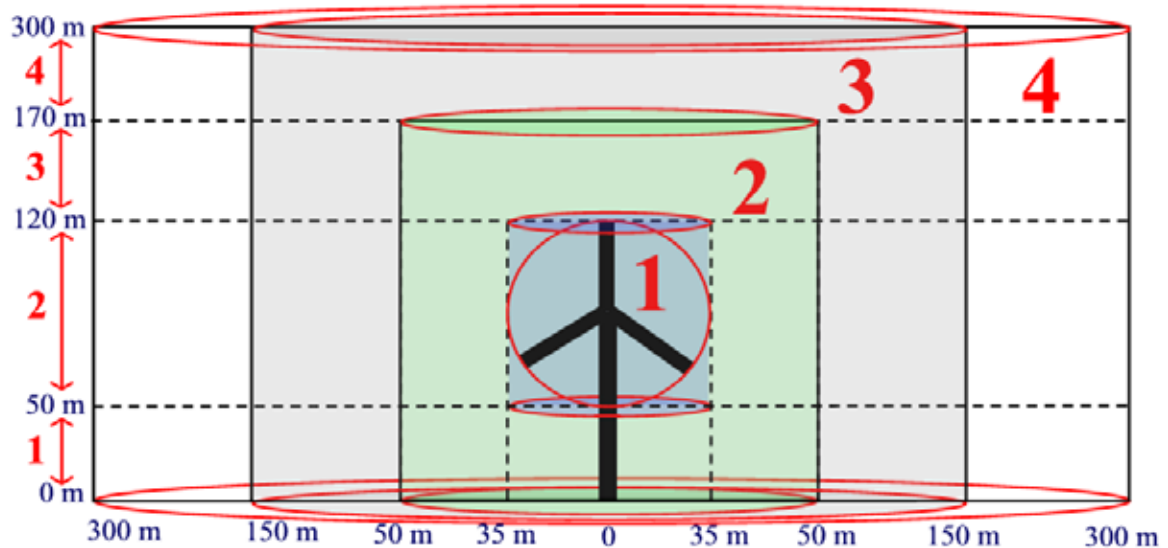


Figuur 2 Ruimtelijke verdeling rondom de turbines langs het Boudewijnkanaal in Brugge.
 Figure 2 Spatial distribution around the turbines alongside the Boudewijn-canal in Brugge.



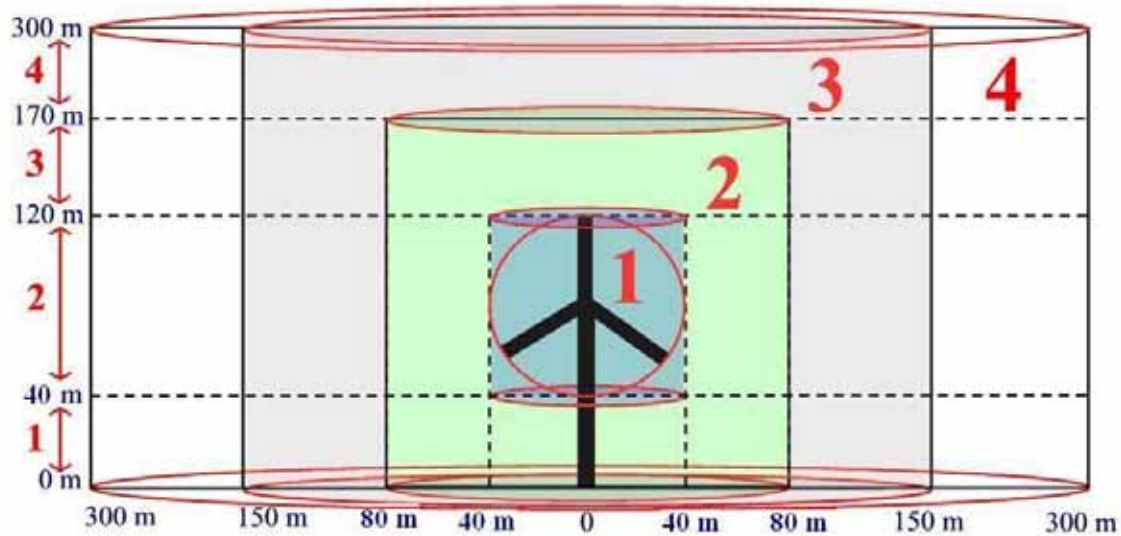
Figuur 3 Ruimtelijke verdeling rondom de turbines langs de Kleine Pathoekeweg, Sint-Pietersstraat en Korte Gotevlietstraat in Brugge.

Figure 3 Spatial distribution around the turbines alongside Kleine Pathoekeweg, Sint-Pietersstraat and Korte Gotevlietstraat in Brugge.



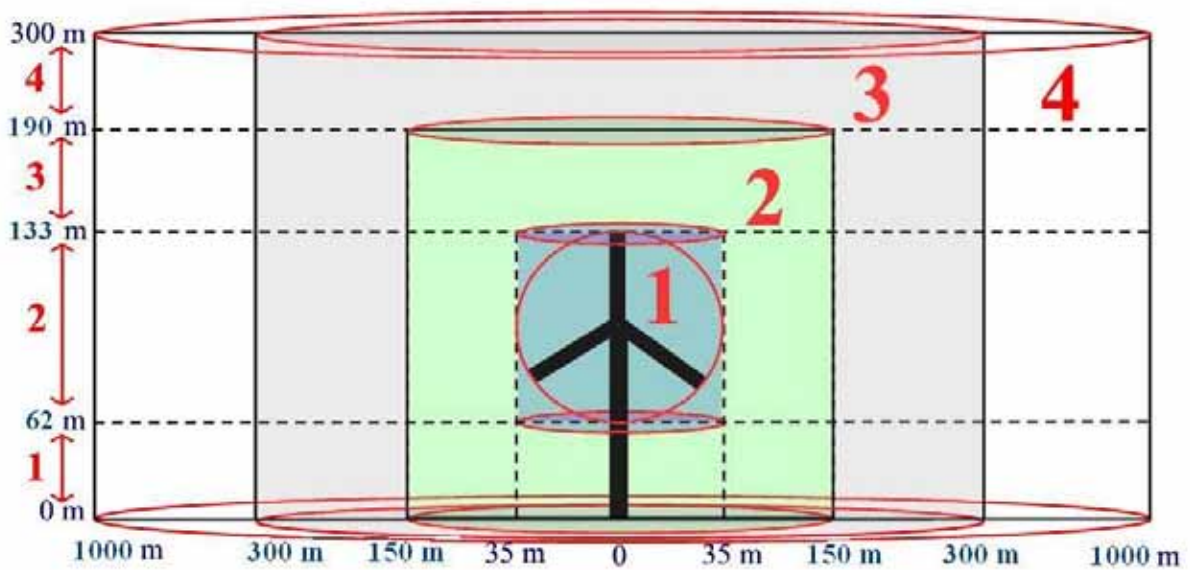
Figuur 4 Ruimtelijke verdeling rond de turbines in Schelle.

Figure 4 Spatial distribution around the turbines in Schelle.



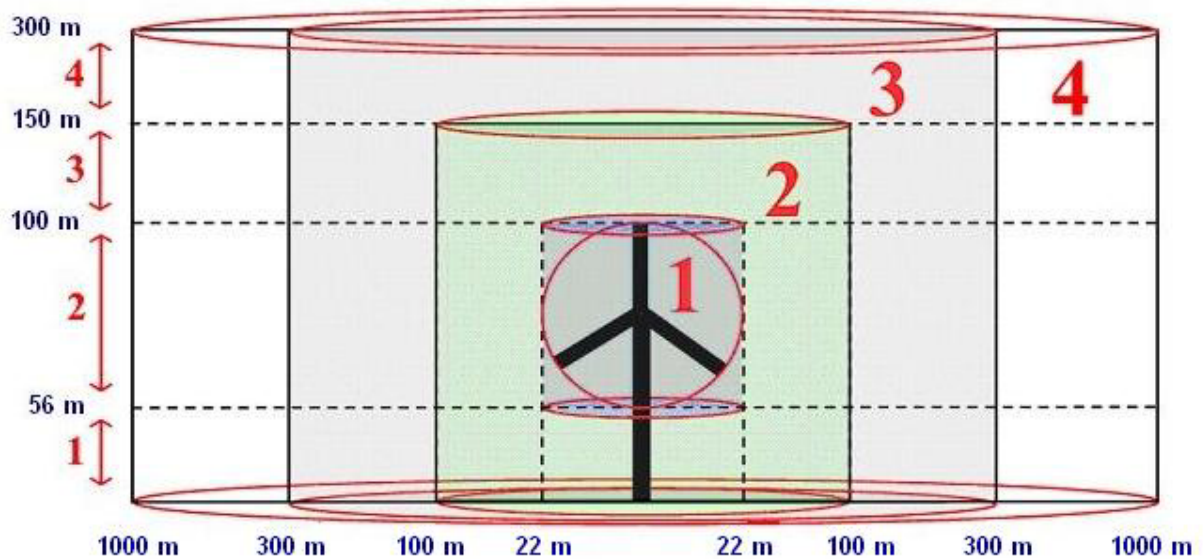
Figuur 5 Ruimtelijke verdeling rondom de turbines langs de Rodenhuijze-Electrabelcentrale in Gent.

Figure 5 Spatial distribution around the turbines at the Rodenhuijze-Electrabel power station in Ghent.



Figuur 6 Ruimtelijke verdeling rondom de turbines langs het Kluizendok in Gent.

Figure 6 Spatial distribution around the turbines alongside the Kluizen-dock in Ghent.



Figuur 7 Ruimtelijke verdeling rondom de turbines in Nieuwkapelle.

Figure 7 Spatial distribution around the turbines in Nieuwkapelle.

1.3 Statistische methodes

Naast de gewone analyses in Excel en grafische voorstellingen, werd daar waar mogelijk en waardevol ook de statistische significantie van een resultaat bepaald op basis van diverse testen. Aan de basis van van de meeste statistische analyses ligt meestal een GLM (General of Generalised Linear Model), o.a. om het verband tussen variabelen na te gaan (regressie analyses), het verschil te bepalen tussen groepen (ANOVA of Kruskal-Wallis test) en inclusief interacties tussen factoren (Factoriële ANOVA). De Chi²-test werd ook toegepast voor de vergelijking tussen waargenomen en verwachte resultaten.

Een resultaat is significant bij een "P"-waarde kleiner dan 0,05.

2 Voorstelling locaties en resultaten vogelonderzoek

2.1 Oostdam, Zeebrugge

In 1976 werd een begin gemaakt met de uitbouw van de oude haven van Zeebrugge aan de zeezijde. Hiervoor werden twee strekdammen aangelegd, die in 1989 voltooid waren. Deze dammen beschermen enerzijds de toegangsheuvel tot de Vandammesluis en omvatten anderzijds een oostelijk en westelijk havenareaal. In de hierop volgende jaren werden stelselmatig grote oppervlaktes zand en slib opgespoten, kaaimuren gebouwd en havenactiviteiten ontwikkeld om en rond diverse dokken. De uitbouw van deze voorhaven gebeurde gefaseerd, waarbij steeds nieuwe terreinen werden aangelegd en in gebruik genomen. Deze terreinen evolueerden geleidelijk aan in functie van de havenuitbouw, hierdoor veranderde het uitzicht van de terreinen regelmatig. Op die manier waren er steeds verschillende gunstige biotopen voor kustbroedvogels aanwezig op wisselende plaatsen binnen het havenareaal. Delen van terreinen die niet zijn verhard werden uitgestrekte vlaktes met een spaarzame, lage begroeiing. In de loop van de jaren '90 vestigden zich de eerste containerbedrijven in het nieuwe havengebied. Door de verschillende opspuitingen met zand en slib ontstond tussen de westelijke strekdam en de oude kademuur een voor sterns en plevieren zeer geschikt broedbiotoop. Meteen in 1985 vestigden zich hier de eerste Dwergsterns en Strandplevieren (Courstens & Stienen 2004). Dit zijn typische pioniersoorten die voor de nestbouw zijn aangewezen op laaggelegen, schaars begroeide terreinen. Met komst van enige vegetatie werd hun voorbeeld binnen enkele jaren gevolgd door Vissdief en een jaar later, toen zich ook de eerste Kokmeeuwen in de voorhaven hadden gevestigd, ook door Grote Stern (Tabellen 4 en 5). Daarna volgde de vestiging van andere meeuwensoorten (Stormmeeuw, Zwartkopmeeuw, Zilvermeeuw en Kleine Mantelmeeuw) en Bontbekplevier. Recent zijn ook broedgevallen van Geelpootmeeuw en Grote Mantelmeeuw vastgesteld. Behalve deze vogels broeden ook (al dan niet jaarlijks) vele andere soorten in de westelijke voorhaven, zoals Bergeend, Torenavalk, Scholekster, Kluut, Kievit, Kuifleeuwerik, Veldleeuwerik, Graspieper en Tapuit. De aantallen alsook de broedplaatsen van de sterns en meeuwen waren in de loop der jaren aan sterke veranderingen onderhevig. Als gevolg van ingrijpende veranderingen in de voorhaven zijn er nieuwe geschikte broedgebieden ontstaan. Tegelijk zijn bestaande gebieden verdwenen of ongeschikt geworden als gevolg van ingebruikname als bedrijventerrein, vegetatiesuccessie of veranderde verstoringsdruk. Op andere terreinen werden in samenspraak met het havenbedrijf maatregelen genomen om te voorzien in geschikte omgevingsfactoren (aanleg schelpenstroken, maaien etc.). Andere belangrijke verschuivingen waren het gevolg van het ontstaan van nieuwe broedgelegenheden nadat in 1998 het Vlaamse natuurreservaat 'Baai van Heist' werd afgesloten voor publiek en door de opspuiting van het 'sternenschiereiland' aan de oostelijke strekdam (Figuur 8).



Figuur 8 Noordelijk deel van het windpark langs de oostelijke strekdam.

Figure 8 Northern part of the wind farm alongside the eastern port breakwater.

Tabel 4 Aantal broedkoppels meeuwen in Zeebrugge en Heist. "% int." = percentage van totale biogeografische (internationale) populatie van de soort dat tot broeden komt in Zeebrugge (Stienen & Courtens 2008), met het max. in vet weergegeven.

Table 4 Number of breeding gull couples in Zeebrugge and Heist. "% int."= percentage of total biogeographical (international) population that breeds in Zeebrugge, with max. presented in bold.

Jaar	Kokmeeuw <i>Black-headed Gull</i>	Zilvermeeuw <i>Herring Gull</i>	Kleine Mantelmeeuw <i>Lesser Black-backed Gull</i>	Stormmeeuw <i>Common Gull</i>	% int. Kokmeeuw	% int. Zilvermeeuw	% int. Kleine Mantelmeeuw
1987	0	2	0	0	0,00	0,00	0,00
1988	15	5	0	0	0,00	0,00	0,00
1989	230	2	0	0	0,03	0,00	0,00
1990	350	19	0	0	0,05	0,00	0,00
1991	600	14	2	0	0,09	0,00	0,00
1992	750	22	1	1	0,11	0,01	0,00
1993	105	50	3	1	0,02	0,01	0,00
1994	250	40	14	1	0,04	0,01	0,01
1995	250	140	40	3	0,04	0,03	0,03
1996	250	265	108	6	0,04	0,06	0,07
1997	1125	380	218	7	0,17	0,09	0,15
1998	938	533	258	7	0,14	0,12	0,17
1999	645	820	552	14	0,10	0,19	0,37
2000	1880	1070	1180	21	0,28	0,25	0,79
2001	2390	1184	2695	20	0,36	0,27	1,80
2002	2127	953	3404	24	0,32	0,26	1,93
2003	2252	1479	4164	10	0,34	0,40	2,36
2004	740	1986	4515	10	0,11	0,54	2,56
2005	600	1872	4321	15	0,09	0,51	2,45
2006	844	1732	4573	5	0,13	0,88	2,49
2007	388	1315	3995	17	0,06	0,67	2,18

De Baai van Heist is tot nu toe het enige stuk Vlaams strand dat gedurende het broedseizoen is afgesloten voor publiek. Dit natuurreservaat bestaat uit een strandzone met aangrenzende slikken, schorren en primaire duinen. Vóór de afbakening van het gebied als beschermd natuurreservaat werd het als verlengde van het strand van Heist intensief bezocht door recreanten. Broedpogingen van Strandplevieren mislukten steeds als gevolg van verstoring door wandelaars, honden en badgasten. Nadat het gebied in 1998 geheel werd afgesloten voor het publiek en permanent werd bewaakt tijdens het broedseizoen, vestigden zich meteen Dwergsterns en Strandplevieren. Als gevolg van overstuiving met zand en predatie door onder meer Torenavalk, waren deze paren niet altijd even succesvol. Maximaal kwamen 83 koppels Dwergstern, 30 koppels Strandplevier en 3 koppels Bontbekplevier tot broeden in het reservaat. Het is onduidelijk of de geringe broedresultaten ertoe hebben bijgedragen, maar een feit is dat er in 2001 helemaal niet meer werd gebroed in de Baai van Heist. Een andere meer waarschijnlijke oorzaak van de achteruitgang van het aantal broedparen was de aanleg van een nieuwe en ogenschijnlijk nog geschiktere broedgelegenheid in de directe omgeving, namelijk het sternenschiereiland. In 2005-2007 werden in de Baai van Heist wel opnieuw resp. 56, 16 en 43 koppels Dwergstern vastgesteld, en enkele koppels Strandplevier en Bontbekplevier. Andere broedvogels in kleine aantallen waren o.a. Patrijs, Scholekster, Kuifleeuwerik, Graspieper, Kneu en voor het eerst in 2006 ook 1 Tapuit (Stienen 2007).

Als alternatief broedgebied voor de broedende sterns op de terreinen aan de westelijke strekdam, werden in 1999/2000 de eerste 2 ha van het 'sternenschiereiland' opgespoten langs de oostelijke strekdam, ten noorden van de LNG-terminal (het huidige Fluxys), hierbij steunend op het advies door Veen et al. (1997). In 2000/2001 was er een uitbreiding tot 5ha, in het voorjaar van 2004 had het schiereiland een grootte van ongeveer 6,5ha, en bij de start van het broedseizoen in 2005 was er een uitbreiding tot ongeveer 8,5ha. Al meteen in 2000 kwamen de eerste Dwergsterns, Strand- en Bontbekplevieren tot broeden op het schiereiland. De eerste Visdieven nestelden er in 2002, de eerste broedgevallen van Kokmeeuw werden een jaar later vastgesteld. In 2004 vestigden zich ook Grote Sterns op het schiereiland. Verder waren er ook

reeds broedgevallen van Bergeend, Scholekster, Stormmeeuw, Zwartkopmeeuw, Zilvermeeuw, Kleine Mantelmeeuw, Dougalls Stern, Holenduif, Graspieper, Witte Kwikstaart en Kneu (Courtens & Stienen 2004; Stienen 2007).

Het gebied 'Voorhaven van Zeebrugge en Baai van Heist' werd als 'Important Bird Area' opgenomen in de IBA 2000-inventaris, een in opdracht van het Directoraat-Generaal Milieu van de Europese Unie opgestelde inventaris van gebieden die van groot belang zijn voor het behoud van de vogelstand in de Europese Gemeenschap. Het genoemde gebied werd daarin opgenomen omdat het voor de populaties Visdief, Grote Stern en Dwergstern voldoet aan een ornithologisch criterium van de C-categorie (C2). Deze categorie werd ontwikkeld om na te gaan of een gebied behoort tot de naar aantal en oppervlakte meest geschikte gebieden voor de instandhouding van één of meerdere van de in artikel 4.1 of 4.2 van de Vogelrichtlijn bedoelde vogelsoorten. Het C2-criterium wil zeggen dat in het gebied regelmatig minstens 1% voorkomt van de biogeografische of EU-populatie van een soort van bijlage I van de Vogelrichtlijn, en dat het gebied volgens de IBA 2000-inventaris behoort tot de naar aantal en oppervlakte meest geschikte gebieden voor de instandhouding van de genoemde vogelsoorten en bijgevolg op grond van artikel 4.1 van de Vogelrichtlijn moet worden aangewezen als speciale beschermingszone (Courtens & Stienen 2004).

Op 22 juli 2005 werd de speciale beschermingszone (Vogelrichtlijngebied) "Kustbroedvogels te Zeebrugge-Heist" vastgesteld bij Besluit van de Vlaamse regering (Vlaamse regering 2005). Het gebied bestaat uit een groot gedeelte van het open water tussen de westelijke en oostelijke strekdam te Zeebrugge, het sternenschiereiland langs de oostelijke strekdam, en het natuurreservaat de Baai van Heist te Knokke-Heist. De Baai van Heist is tevens Habitatrictlijngebied en Vlaams Natuurreservaat en ligt bijgevolg ook in het Vlaams Ecologisch Netwerk (VEN). Het bestaande windpark te Zeebrugge (Figuur 8-10) grenst aan dit nieuwe Vogelrichtlijngebied (vlak naast het sternenschiereiland en open water langs de oostelijke strekdam, en op ongeveer 700m van het natuurreservaat de Baai van Heist).

In de Instandhoudingsdoelstellingen (deel V) van het vastgestelde Vogelrichtlijngebied werd o.m. het volgende beschreven: "Om aan de instandhoudingsdoelstellingen voor dit SBZ-V te voldoen, dient op elk moment 22ha kwalitatief hoogstaand en geschikt bevonden broedgebied voor de in punt III betrokken soorten van bijlage IV van het Decreet Natuurbehoud aanwezig te zijn. Deze instandhoudingsdoelstellingen moeten bekeken worden in samenhang met deze voor het aansluitende gebied op het federale grondgebied, waarvan de federale overheid de aanwijzing voor dezelfde soorten voorbereidt. Gezien het dynamische karakter van het milieu waarin de aangemelde soorten voorkomen en de dynamische aard van de soorten zelf, kan in de toekomst worden gedacht aan het voorzien van andere broedlocaties, dit op voorwaarde dat deze broedlocatie voldoet aan alle gestelde eisen en geschikt wordt bevonden... Verder dient voor het waarborgen van de optimale kwaliteit van het broedbiotoop van de sterns ook aandacht te worden besteed aan het behoud van dynamiek en gunstige successiestadia, opvolging en voorkomen van predatie, het beperken van effecten van windturbines (zie verder), het voorkomen van wezenlijke verstoring en het verzekeren van de kwaliteit van de rust- en balts- en foeragegebieden". Betreffende de problematiek van het grote aantal aanvaringslachtoffers van sterns ter hoogte van het sternenschiereiland, door de windturbines op de oostelijke strekdam (zie verder), werd in de instandhoudingsdoelstellingen van het Vogelrichtlijngebied het volgende vermeld (Vlaamse regering 2005): "In samenspraak met de uitbater van het turbinepark dient ernaar te worden gestreefd de situatie in de toekomst te optimaliseren, waarbij een win-win-situatie het uitgangspunt is (hoger energierendement met minder aanvaringslachtoffers)."

Naast de instandhoudingsdoelstellingen van het betreffende Vogelrichtlijngebied, blijft uiteraard de algemene wetgeving betreffende natuurbehoud van kracht. Zo heeft het Agentschap voor Natuur en Bos een verantwoordelijkheid als beheerder van het sternenschiereiland in Zeebrugge. Deze verantwoordelijkheid is wettelijk voorgeschreven in art. 36ter § 1. en § 2. van het Decreet betreffende het natuurbehoud en het natuurlijk milieu van 21 oktober 1997, - hierna het Decreet Natuurbehoud genoemd - gewijzigd op 19 juli 2002:

"Art. 36ter § 1. De administratieve overheid neemt, binnen haar bevoegdheden, in de speciale beschermingszones, ongeacht de bestemming van het gebied, de nodige instandhoudingsmaatregelen die steeds dienen te beantwoorden aan de ecologische vereisten van de typen habitats vermeld in bijlage I van dit decreet en de soorten vermeld in de bijlagen II, III en IV van dit decreet. Art. 36ter § 2. De administratieve overheid neemt, binnen haar

bevoegdheden, ongeacht de bestemming van het betrokken gebied, tevens alle nodige maatregelen om a) elke verslechtering van de natuurkwaliteit en het natuurlijk milieu van de habitats van bijlage I van dit decreet en van de habitats van de soorten vermeld in de bijlagen II, III en IV van dit decreet in een speciale beschermingszone te vermijden; b) elke betekenisvolle verstering van een soort vermeld in de bijlagen II, III of IV van dit decreet in een speciale beschermingszone te vermijden.” (Vlaamse regering 2002)

Naast deze wetgeving blijft ook het Koninklijk Besluit van 9 september 1981 betreffende de bescherming van vogels in het Vlaams Gewest van toepassing. Bovendien is de algemeen geldende zorgplicht volgens art. 14 van het Decreet natuurbehoud van toepassing.

Door het ontbreken van andere alternatieve locaties (op korte termijn) voor het verdwijnen van geschikte broedgebieden dicht bij de westelijke strekdam, kwam het sternenschiereiland aan de oostelijke strekdam met toekomstige verdere uitbreiding ervan als voorlopig beste oplossing naar voor (Courstens & Stienen 2004). Sinds 2004 komen er in vergelijking met de voorgaande jaren veel meer sterns tot broeden op het sternenschiereiland. Dit is een rechtstreeks gevolg van de uitbreiding van dit schiereiland (tot 8,5ha in 2005) en het ongeschikt raken van de broedgebieden in het westelijke voorhavengebied. In de toekomst zou het schiereiland nog tot ongeveer 22ha uitgebreid worden (zie “uitbreiding schiereiland” in Figuur 10). De sternenkolonie heeft een internationaal belang (Tabellen 5 en 6).

Tabel 5 Aantal broedkoppels sterns in Zeebrugge en Heist. “% int.” = percentage van totale biogeografische (internationale) populatie dat tot broeden komt in Zeebrugge (Stienen & Courstens 2008) met het max. in vet weergegeven.

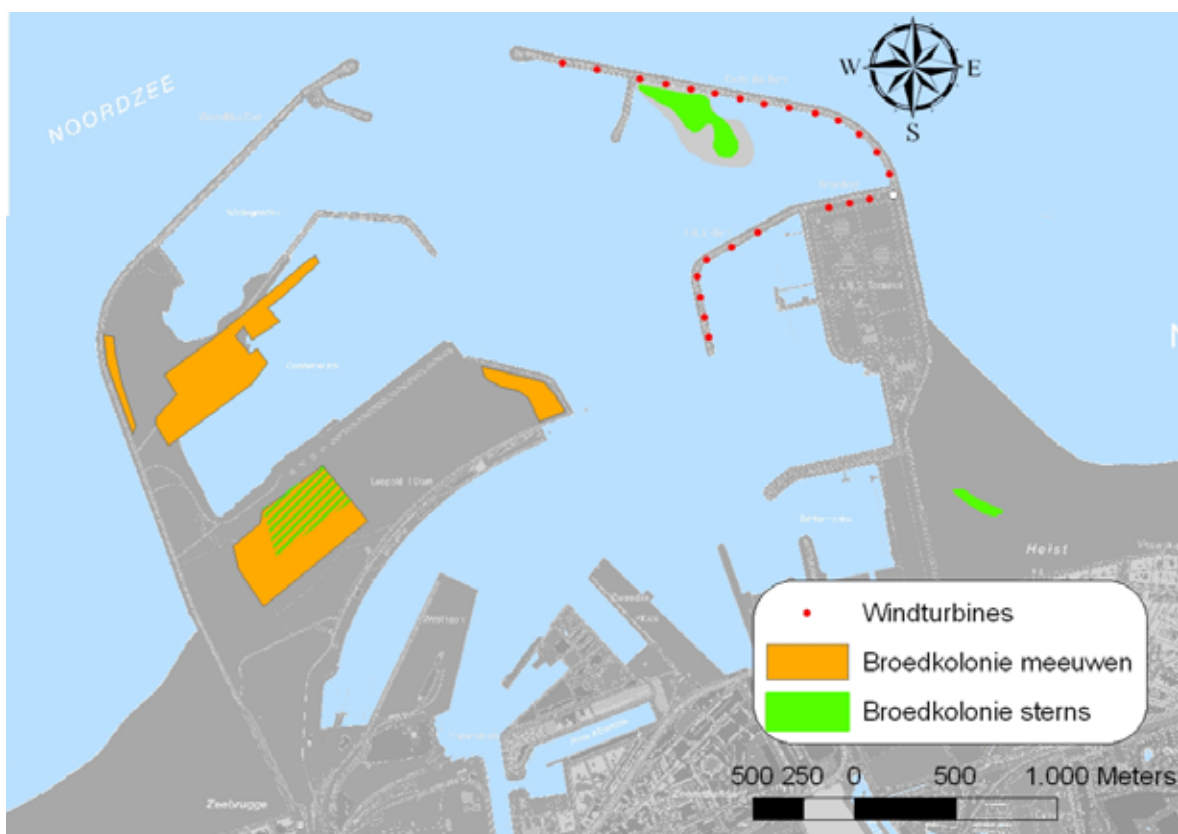
Table 5 Number of breeding tern couples in Zeebrugge. “% int.”= percentage of total biogeographical (international) population that breeds in Zeebrugge, with the max. presented in bold.

Jaar	Dwergstern <i>Little Tern</i>	Grote Stern <i>Sandwich Tern</i>	Visdief <i>Common Tern</i>	% int. Dwergstern	% int. Grote Stern	% int. Visdief
1985	1	0	0	0,01	0,00	0,00
1986	8	0	0	0,07	0,00	0,00
1987	24	0	50	0,21	0,00	0,08
1988	53	1	100	0,47	0,00	0,17
1989	65	250	650	0,57	0,50	1,08
1990	47	300	650	0,41	0,60	1,08
1991	134	950	650	1,18	1,90	1,08
1992	87	1100	300	0,77	2,20	0,50
1993	93	1650	416	0,82	3,30	0,69
1994	228	800	400	2,01	1,60	0,67
1995	276	250	1000	2,44	0,50	1,67
1996	251	670	1735	2,21	1,34	2,89
1997	425	425	1728	3,75	0,85	2,88
1998	317	73	1845	2,80	0,15	3,08
1999	212	720	1950	1,87	1,44	3,25
2000	224	1550	2260	1,98	3,10	3,77
2001	184	920	2260	1,62	1,84	3,77
2002	145	47	2446	1,28	0,08	3,86
2003	152	823	2535	1,34	1,45	4,00
2004	172	4067	3052	1,52	7,18	4,82
2005	69	2538	1847	0,61	4,48	2,92
2006	101	2062	2206	0,62	3,64	3,48
2007	121	1127	2791	0,74	1,99	4,41

Tabel 6 Aantal broedkoppels sterns op het sternenschiereiland langs de oostelijke strekdam (= 'Na') en het totale aantal in Zeebrugge inclusief de gebieden langs de westelijke strekdam en in de Baai van Heist (= 'N'). '% N1' betreft het percentage van de biogeografische populatie van de soort dat tot broeden komt in Zeebrugge, en '% N2' betreft het percentage van de Belgische populatie die tot broeden komt in Zeebrugge (Stienen 2007 ; Wetlands International 2002, 2006).

Table 6 Number of breeding pairs of terns on the peninsula along the eastern port breakwater (= 'Na') and the total number in Zeebrugge including nearby areas in the western port and Heist (= 'N'). '% N1' is the percentage of the biogeographical population of the species that breeds in Zeebrugge, and '% N2' is the percentage of the Belgian population that breeds in Zeebrugge.

Jaar Year	Dwergstern <i>Little Tern</i>				Visdief <i>Common Tern</i>				Grote Stern <i>Sandwich Tern</i>			
	Na	N	% N1	% N2	Na	N	% N1	% N2	Na	N	% N1	% N2
2001	126	184	1,62	100	-	2260	3,77	91	-	920	1,84	100
2002	70	145	1,28	100	12	2446	3,86	99	-	46	0,08	100
2003	150	152	1,34	88	257	2535	4,00	95	-	823	1,45	100
2004	138	172	1,52	98	1832	3052	4,82	90	4067	4067	7,18	100
2005	11	69	0,61	100	1475	1847	2,92	74	2538	2538	4,48	100
2006	84	101	0,62	100	2043	2206	3,48	±77	2062	2062	3,64	100
2007	78	121	0,74	100	2791	2794	4,41	±92	1127	1127	1,99	100



Figuur 9 Haven van Zeebrugge, locaties broedende sterns en meeuwen (links= westelijke strekdam; rechts oostelijke strekdam en Baai van Heist). Sinds 2007 broeden nagenoeg alle sterns op het sternenschiereiland langs de oostelijke strekdam (nabij windturbines).

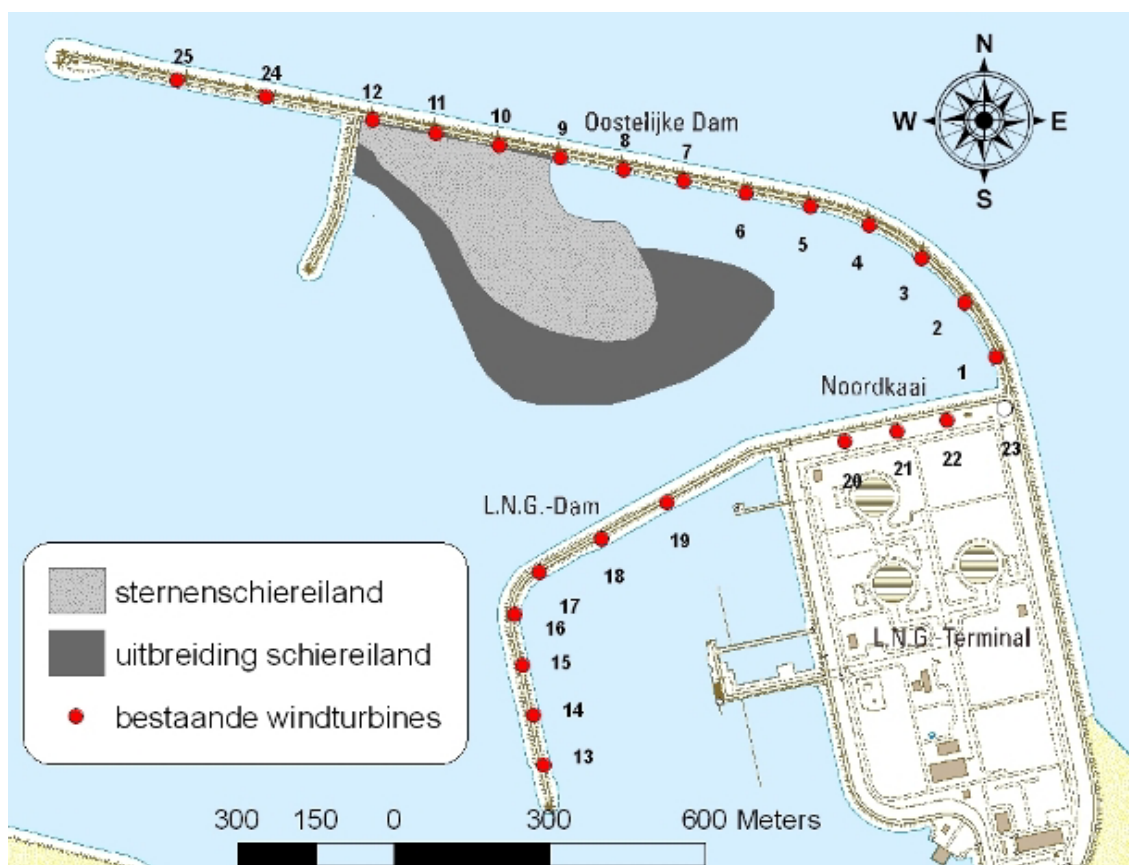
Figure 9 Port of Zeebrugge, locations of breeding terns ('broedkolonie sterns') and gulls ('broedkolonie meeuwen'). On the left is the western port breakwater, on the right the eastern port breakwater (and Bay of Heist). Since 2007, nearly all terns are breeding on the tern peninsula at the eastern port breakwater (near the wind turbines).

De windturbines aan de oostelijke strekdam (Tabel 7), operationeel in 2001-2006, hebben de volgende kenmerken (met gemiddelde tussenafstand van 125m):

Tabel 7 Gegevens van het windpark aan de oostelijke strekdam (zie ook figuur 10).

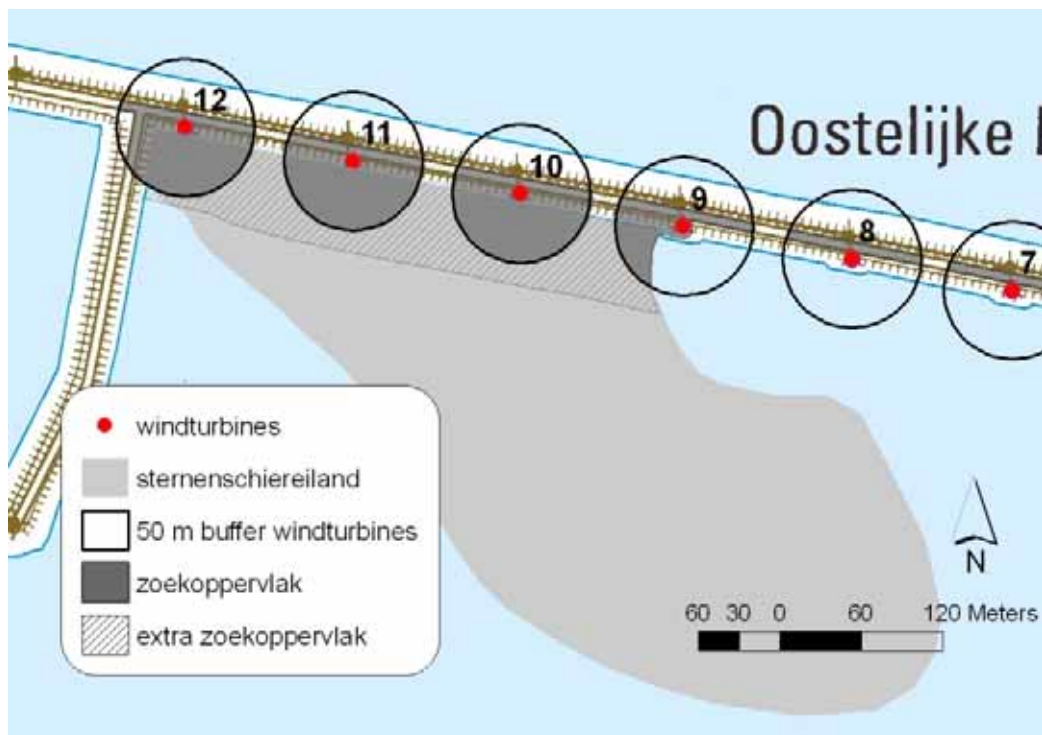
Table 7 Data of the wind farm at the eastern port breakwater (see also figure 10).

Aantal windturbines <i>Number of turbines</i>	Locatie <i>Location</i>	Masthoogte <i>Hub (mast) height</i>	Rotordiameter <i>Rotor diameter</i>
12 (400 kW each)	Oostelijke strekdam: turbine nr. 1-12 (Figuur 10)	34m	34m
10 (200 kW each)	LNG-dam + Noordkaai: turbine nr. 13-22 (Figuur 10)	23m	22,5m
1 (600 kW), active till august 2004	Oostelijke punt Noordkaai: turbine nr. 23 (Figuur 10)	55m	48m
2 (600 kW each), active since 2004	Noordelijk punt oostelijke strekdam: Turbine nr. 24-25 (Figuur 10)	55m	48m



Figuur 10 Windpark in de voorhaven van Zeebrugge (situatie 2001-2006, windturbine 23 is sinds augustus 2004 niet operationeel wegens een wiekbreek en werd niet hersteld, windturbines 24 en 25 zijn operationeel sinds 2004).

Figure 10 Wind farm and tern colony on the eastern port breakwater in Zeebrugge. 'Oostelijke Dam' with 14 sea directed turbines. 'Noordkaai' and 'LNG-Dam' with 11 land directed turbines (situation 2001-2006, turbine 23 is not operational since August 2004 because of rotor blade failure and was not restored, turbines 24 and 25 are operational since 2004).



Figuur 11 Gedeelte van het windpark langs het sternenschiereiland.

Figure 11 Part of the wind farm near the peninsula for breeding terns, with the normal 50 meter search radius and extra search search area.

Specifieke bijkomende informatie over Materiaal en Methode:

Tijdens 2 volledige dagen (inclusief avond- en ochtendschemering) in juni 2004 en 2005 (telkens 17 uur) met gelijkaardige weersomstandigheden (droog met W-ZW wind 2-4 Bft), werd het aantal sterns geteld vliegend vanuit de broedkolonie op het sternenschiereiland richting zee en terug, daarbij de oostelijke havendam met de rij windturbines kruisend in de zone van windturbines nr. 7 tot 12 over een afstand van ongeveer 720m (Figuur 11).

Er werd hierbij geteld vanop de oostelijke strekdam afwisselend op de 2 uiteinden van de zone (afhankelijk van de lichtinval). De sterns die boven de kolonie (sternenschiereiland) vlogen werden niet meegeteld, enkel de vogels die de denkbeeldige lijn van de rij windturbines doorkruisten of op minder van 30m van de windturbines rondvlogen.

De gegevens (gemiddelde aantallen) van deze vliegbewegingen werden geëxtrapoleerd voor de hele maand en vergeleken met het aantal aanvaringslachtoffers in resp. juni 2004 en juni 2005. Op die manier was het mogelijk om een aanvaringskans te berekenen ter hoogte van de windturbines langs het sternenschiereiland. Om eventuele nachtelijke verplaatsingen van de sterns te onderzoeken, werden in juni 2004 en juli 2005 nog 2 nachtobservaties uitgevoerd met een Generatie 3 nachtkijker 'ITT Night Enforcer 5000' (standaardlens en 60-300mm), maar er werden geen nachtluchten opgemerkt.

2.1.1 Resultaten

2.1.1.1 Aanvaringsaspect

2.1.1.1.1 Mortaliteit

De gedetailleerde resultaten uit het onderzoeksjaar 2001 werden reeds gepubliceerd in Everaert et al. 2002). De onderstaande gegevens tonen de resultaten in de periode 2002-2006, inclusief samenvatting van het aanvaringsaspect in 2001.

Het aantal aanvaringssslachtoffers aan de huidige windturbines was gemiddeld ongeveer 500 vogels per jaar (456-547), met het grootste aantal (70-90%) aan de 400 kW windturbines langs de oostelijke strekdam (Tabel 8-14; Figuur 18-25). Er werden het gehele jaar door meeuwenslachtoffers gevonden, met een lichte piek in de zomerperiode. Het ging vooral om de meest algemene soorten waaronder Zilvermeeuw, Kleine Mantelmeeuwen en Kokmeeuw, maar ook Grote Mantelmeeuw, Stormmeeuw en Drieteenmeeuw werden sinds 2001 vastgesteld. Gedurende de lente en zomerperiode ging het voornamelijk om plaatselijke meeuwen en sterns uit de naastliggende broedgebieden langs de westelijke strekdam (vooral meeuwen) en op het sternenschiereiland aan de oostelijke strekdam (sterns), en in de andere periodes om overwinterende en doortrekkende vogels. In 2001 kwam een Slechtvalk in aanvaring met één van de windturbines langs de oostelijke strekdam, en in 2004 werd ook een Strandplevier (broedvogel op sternenschiereiland) als zeker aanvaringssslachtoffer vastgesteld. Andere soorten die eenmalig of in relatief kleine aantallen in aanvaring kwamen zijn o.a. Bergeend, Scholekster, Tureluur, Steenloper, Houtsnip, Meerkoet, Waterhoen, duif (spec.), Gierzwaluw, Zanglijster, Koperwiek, Graspieper, Witte Kwikstaart, Roodborst, Spreeuw en Goudhaan (zie volledige lijst in Bijlage 1-7, en Everaert et al. 2002; Everaert 2003a; Everaert & Stienen 2007). De afstand waarop de aanvaringssslachtoffers werden vastgesteld varieerde van 0 tot ongeveer 100m tot de dichtstbijzijnde windturbine (Figuur 16). Hierbij dient wel opgemerkt dat een groot deel van de noodzakelijke oppervlakte niet kon worden afgezocht.



Figuur 12 Dwergstern

Figure 12 Little Tern



Figuur 13 Visdief

Figure 13 Common Tern



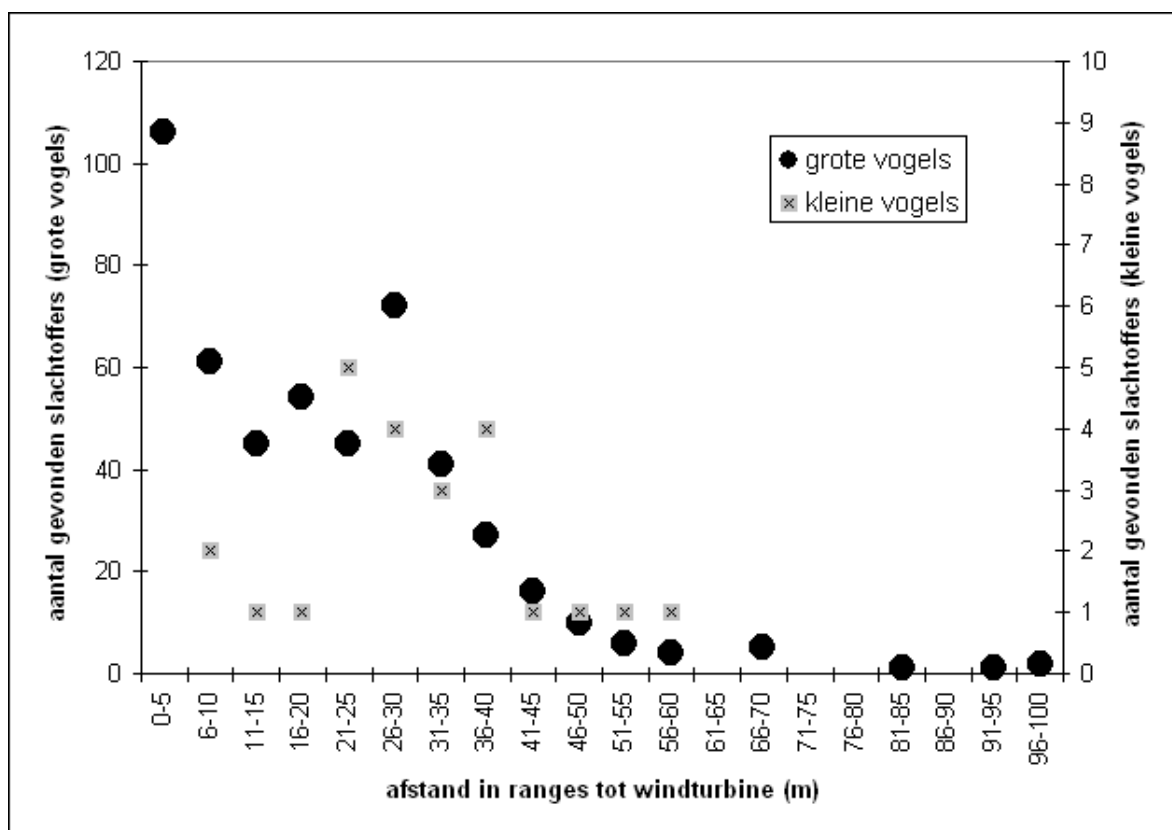
Figuur 14 Grote Stern

Figure 14 Sandwich Tern



Figuur 15 Zilvermeeuw

Figure 15 Herring Gull



Figuur 16 Afstand tot de windturbines waarop de effectief gevonden aanvaringslachtoffers in de periode 2001-2006 werden vastgesteld. Niet de volledige oppervlakte binnen de zoekcirkel kon afgezocht worden (zie correctiefactor beschikbaar zoekoppervlak).

Figure 16 Distance to the wind turbines where the found collision fatalities ('grote vogels'= large birds, 'kleine vogels'= small birds) in the period 2001-2006 were recorded. Not the whole area within the search circle could be searched (see correction factor available search area).

Tabel 8 Aantal aanvaringslachtoffers aan de windturbines te Zeebrugge in 2001, met het gemiddeld aantal per windturbine per jaar. Het 'effectief gevonden' aantal, zonder correctie voor beschikbaar zoekoppervlak, zoek efficiëntie en predatie, is tussen haakjes weergegeven.

Table 8 Number of collision fatalities from the wind farm at the eastern port breakwater in Zeebrugge in 2001, with the mean number per turbine per year (gulls + other large birds, terns, and small birds). The 'found' numbers without correction factors are presented between brackets.

Windturbines	Meeuwen + overige grote vogels <i>Gulls + other large birds</i>	Sterns <i>Terns</i>	Kleine vogels <i>Small birds</i>	Totaal <i>Total</i>	Aantal per windturbine per jaar <i>Number / turbine / year</i>
oostelijke strekdam, n=12	174,6 + 9,1 (26 + 1)	26,5 (4)	254,5 (5)	464,7 (44)	38,7
LNG-dam & Noordkaai, n=11	63,7 (18)	1,8 (1)	0,0	65,5 (19)	6,0
Totaal, n=23	238,3 + 9,1 (44 + 1)	28,3 (5)	254,5 (5)	530,2 (55)	23,1

Tabel 9 Idem als tabel 8, voor jaar 2002.

Table 9 Idem as table 8, for year 2002.

Windturbines	Meeuwen + overige grote vogels <i>Gulls + other large birds</i>	Sterns <i>Terns</i>	Kleine vogels <i>Small birds</i>	Totaal <i>Total</i>	Aantal per windturbine per jaar <i>Number / turbine / year</i>
oostelijke strekdam, n=12	275,7 + 4,6 (38 + 1)	13 (3)	153 (3)	446,3 (44)	37,2
LNG-dam & Noordkaai, n=11	78,9 + 9,1 (12 + 1)	12,7 (3)	0,0	100,7 (16)	9,2
Totaal, n=23	354,6 + 13,7 (50 + 2)	25,7 (6)	153 (3)	547,0 (61)	23,8

Tabel 10 Idem als tabel 8, voor jaar 2003.

Table 10 Idem as table 8, for year 2003.

Windturbines	Meeuwen + overige grote vogels <i>Gulls + other large birds</i>	Sterns <i>Terns</i>	Kleine vogels <i>Small birds</i>	Totaal <i>Total</i>	Aantal per windturbine per jaar <i>Number / turbine / year</i>
oostelijke strekdam, n=12	234,3 (35)	50,7 (11)	134 (3)	419,0 (49)	34,9
LNG-dam & Noordkaai, n=11	41,9 + 9,1 (14 + 1)	1,3 (1)	0,0	52,3 (16)	4,8
Totaal, n=23	276,2 + 9,1 (49 + 1)	52 (12)	134 (3)	471,3 (65)	20,5

Tabel 11 Idem als tabel 8, voor jaar 2004. *Wind turbine 23 was niet meer operationeel vanaf augustus 2004 omwille van wiekbreuk en werd niet meer hersteld.

Table 11 Idem as table 8, for year 2004. *Wind turbine 23 was not operational since August 2004 because of rotor blade failure and was not restored.

Windturbines	Meeuwen + overige grote vogels <i>Gulls + other large birds</i>	Sterns <i>Terns</i>	Kleine vogels <i>Small birds</i>	Totaal <i>Total</i>	Aantal per windturbine per jaar <i>Number / turbine / year</i>
oostelijke strekdam, n=14	195,2 + 9,1 (54 + 1)	156,8 (48)	136,7 (5)	497,8 (108)	35,6
LNG-dam & Noordkaai, n=11*	31,9 (12)	11,5 (2)	0,0	43,4 (14)	3,9
Totaal, n=25	227,1 + 9,1 (66 + 1)	168,3 (50)	136,7 (5)	541,2 (122)	21,7

Tabel 12 Idem als tabel 11, voor jaar 2005.

Table 12 Idem as table 11, for year 2005.

	Meeuwen + overige grote vogels <i>Gulls + other large birds</i>	Sterns <i>Terns</i>	Kleine vogels <i>Small birds</i>	Totaal <i>Total</i>	Aantal per windturbine per jaar <i>Number / turbine / year</i>
oostelijke strekdam, n=14	138,7 + 1,7 (37 + 1)	150,9 (51)	95,3 (3)	386,7 (92)	27,6
LNG-dam & Noordkaai, n=10*	62,5 (12)	10,0 (1)	0,0	72,5 (13)	7,3
Totaal, n=24	201,3 + 1,7 (49 + 1)	160,9 (52)	95,3 (3)	459,2 (105)	19,1

Tabel 13 Idem als tabel 11, voor jaar 2006.

Table 13 Idem as table 11, for year 2006.

	Meeuwen + overige grote vogels <i>Gulls + other large birds</i>	Sterns <i>Terns</i>	Kleine vogels <i>Small birds</i>	Totaal <i>Total</i>	Aantal per windturbine per jaar <i>Number / turbine / year</i>
oostelijke strekdam, n=14	102,3 + 10,8 (34 + 2)	176,9 (67)	229 (5)	519,0 (108)	37,1
LNG-dam & Noordkaai, n=10*	8,0 (6)	0,0	0,0	8,0 (6)	0,8
Totaal, n=24	110,3 + 10,8 (40 + 2)	176,9 (67)	229 (5)	527,0 (114)	22,0

Tabel 14 Idem als tabel 11, voor jaar 2007. *Tijdens het volledige broedseizoen 2007 was windturbine 11 niet operationeel, alsook windturbines 8 en 24 vanaf midden mei. Het aantal aanvaringslachtoffers bij volledige operationeiteit zal dus meer geweest zijn (zie verder bij detail sterns).

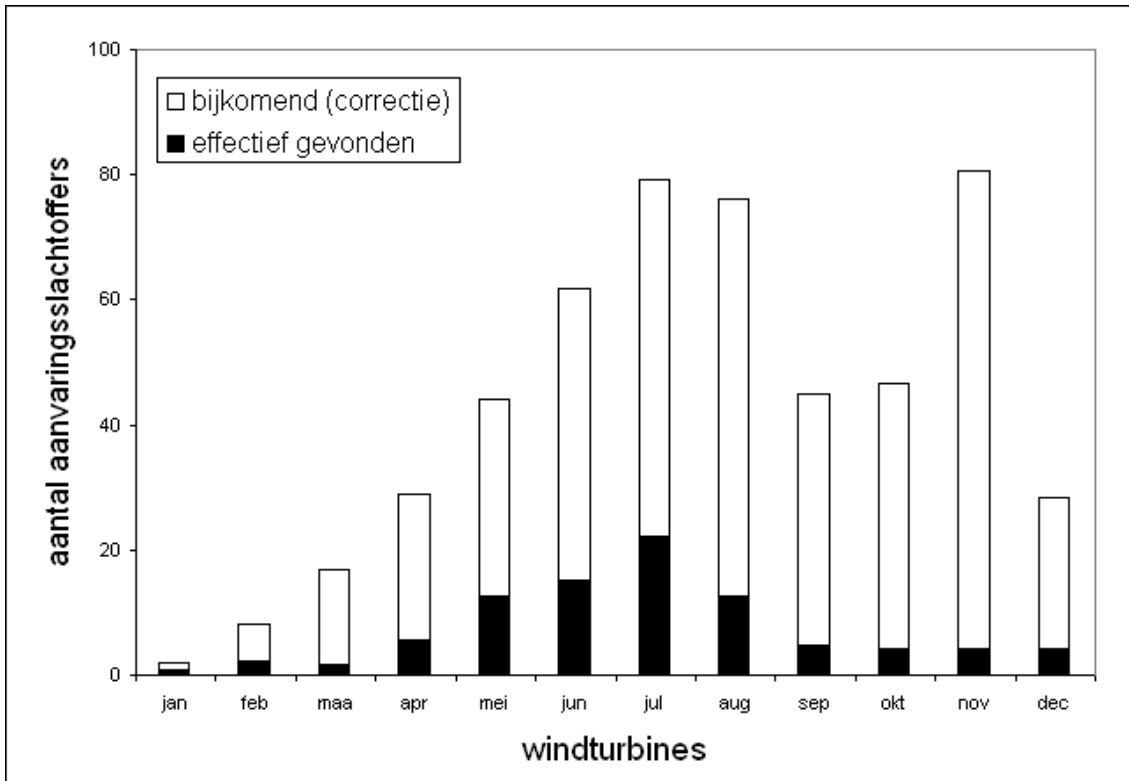
Table 14 Idem as table 11, for year 2007. *During the breeding season, turbine 11 was not operational, and also turbines 8 and 24 since the middle of May. The number of fatalities would have been higher with full operationality (see Table 16).

	Meeuwen + overige grote vogels <i>Gulls + other large birds</i>	Sterns <i>Terns</i>	Kleine vogels <i>Small birds</i>	Totaal <i>Total</i>	Aantal per windturbine per jaar <i>Number / turbine / year</i>
oostelijke strekdam, n=14*	215,9 (35)	132,9 (34)	100,3 (3)	449,1 (72)	32,1*
LNG-dam & Noordkaai, n=10*	5,4 + 1,3 (4 + 1)	0,0	0,0	6,7 (5)	0,7*
Totaal, n=24*	221,2 + 1,3 (39 + 1)	132,9 (34)	100,3 (3)	455,7 (77)	19,0*



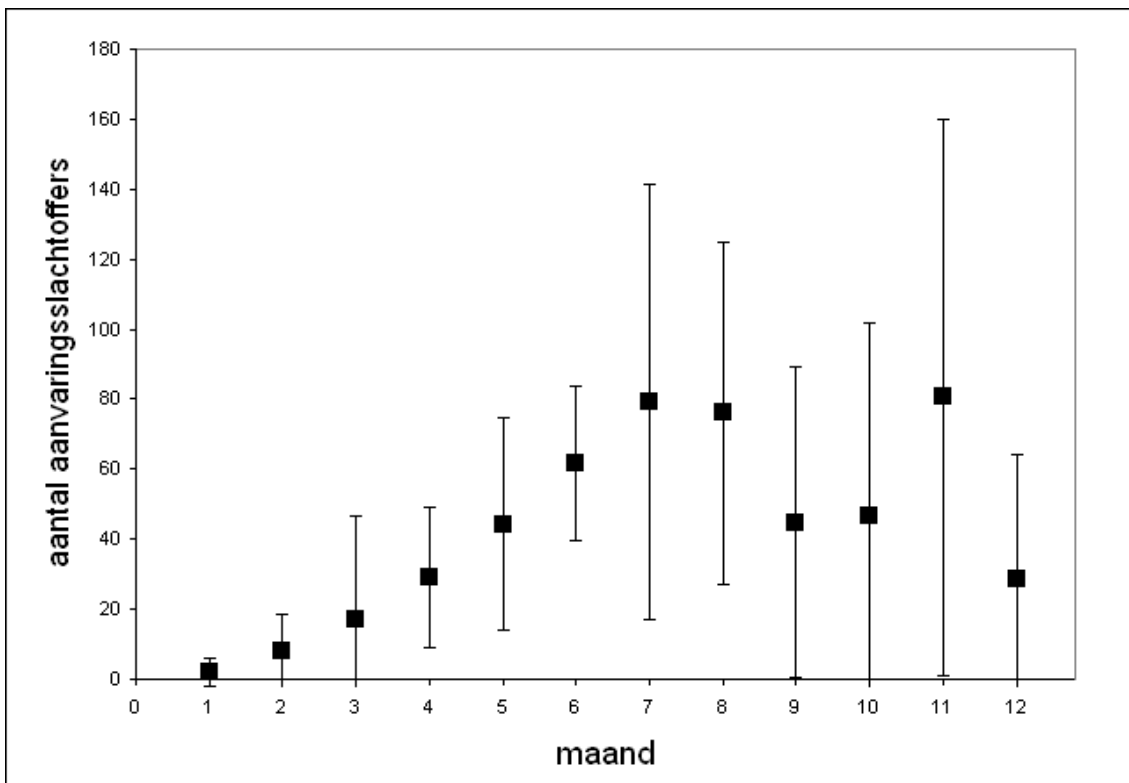
Figuur 17 Rondvliegende sterns boven de sternkolonie, en aanvaringslachtoffer Visdief.

Figure 17 Flying terns above the breeding colony, and collided Common Tern.



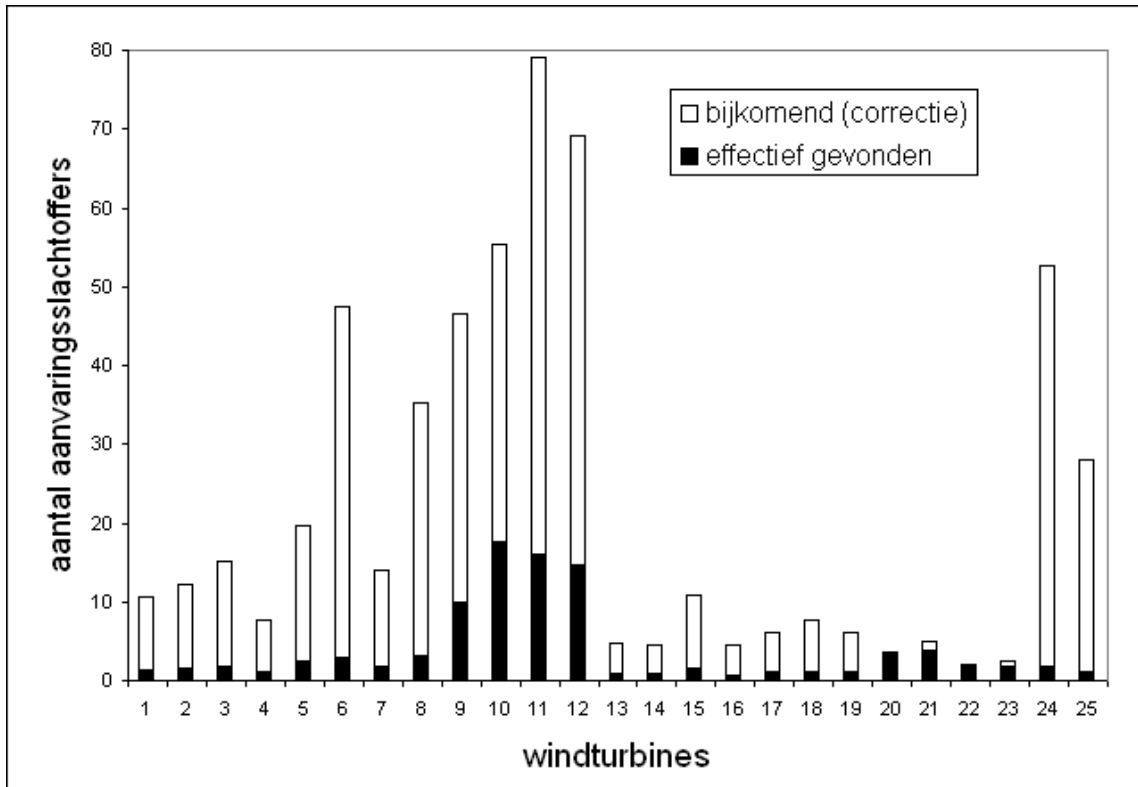
Figuur 18 Maandverdeling van het gemiddeld aantal aanvaringslachtoffers (alle vogels) in de periode 2001-2006 (gevonden, en totaal na correctie).

Figure 18 Monthly distribution of the mean number of collision fatalities (all birds) in the period 2001-2006 (effectively found, and the total number after correction).



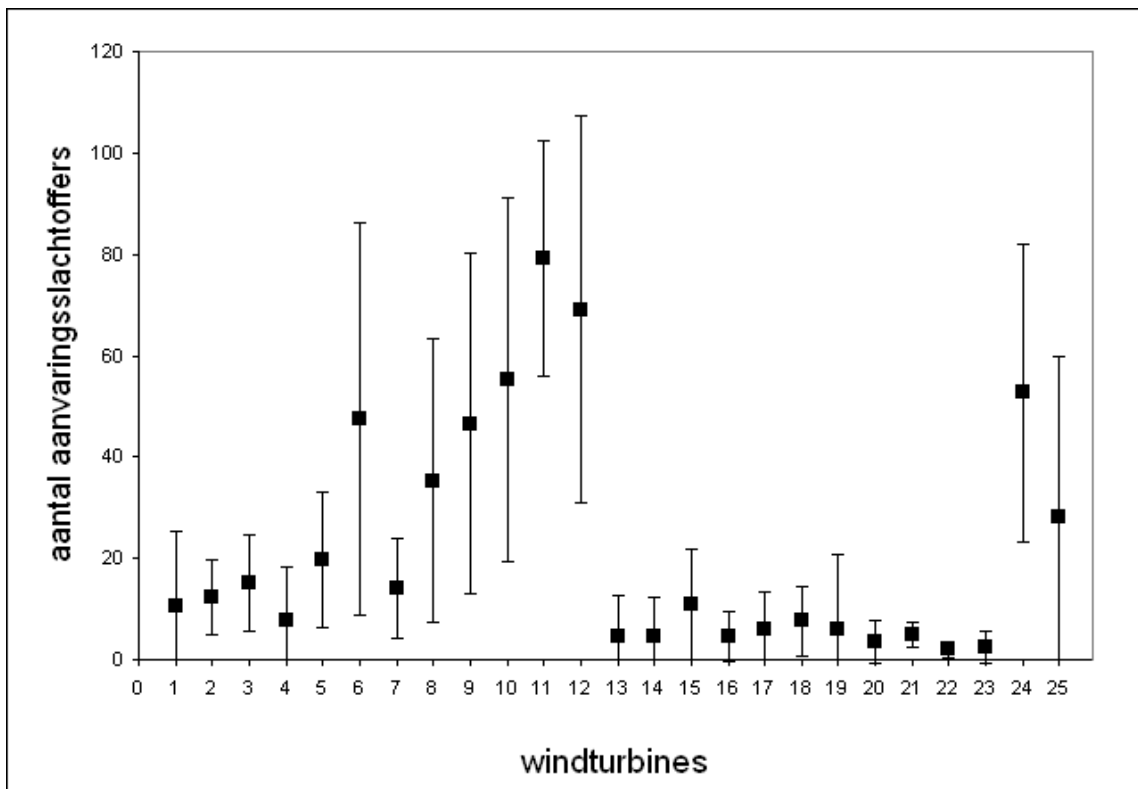
Figuur 19 Idem als figuur 18, met standaarddeviatie.

Figure 19 Idem as figure 18, with standard deviation.



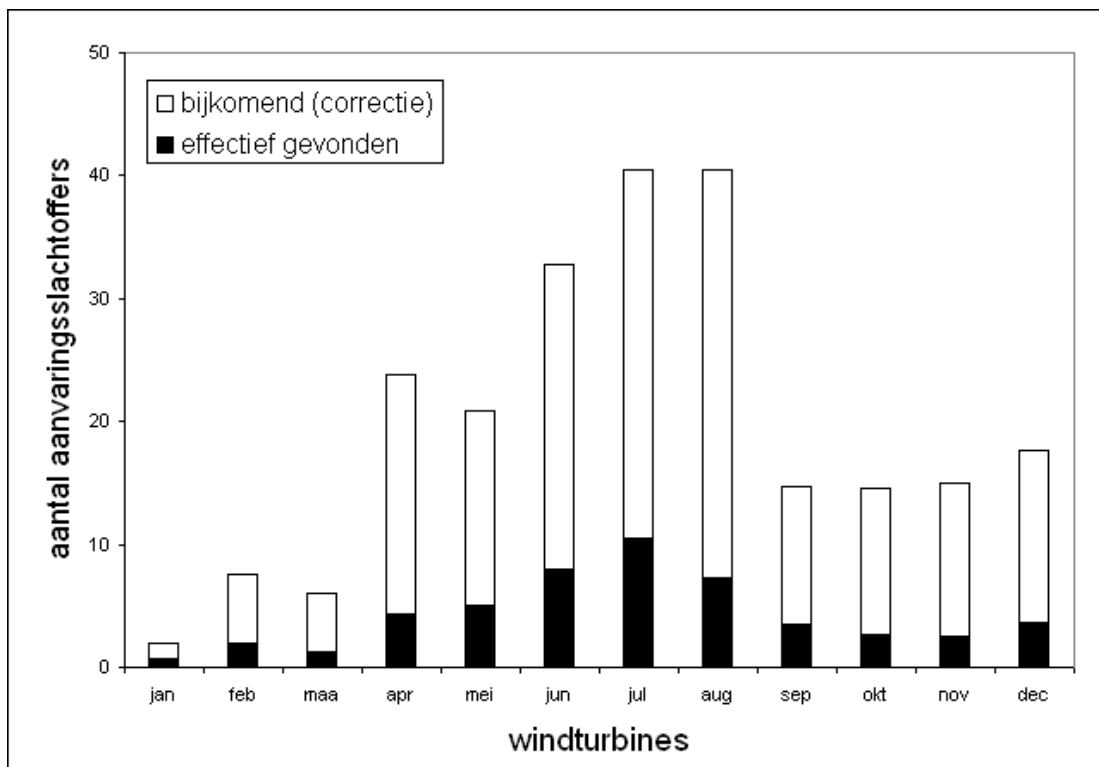
Figuur 20 Gemiddeld jaarlijks aantal aanvaringslachtoffers (alle vogels) in de periode 2001-2006 per windturbine (gevonden, en totaal na correctie).

Figure 20 Mean number of collision fatalities per year (all birds) in the period 2001-2006 per wind turbine (effectively found, and the total number after correction).



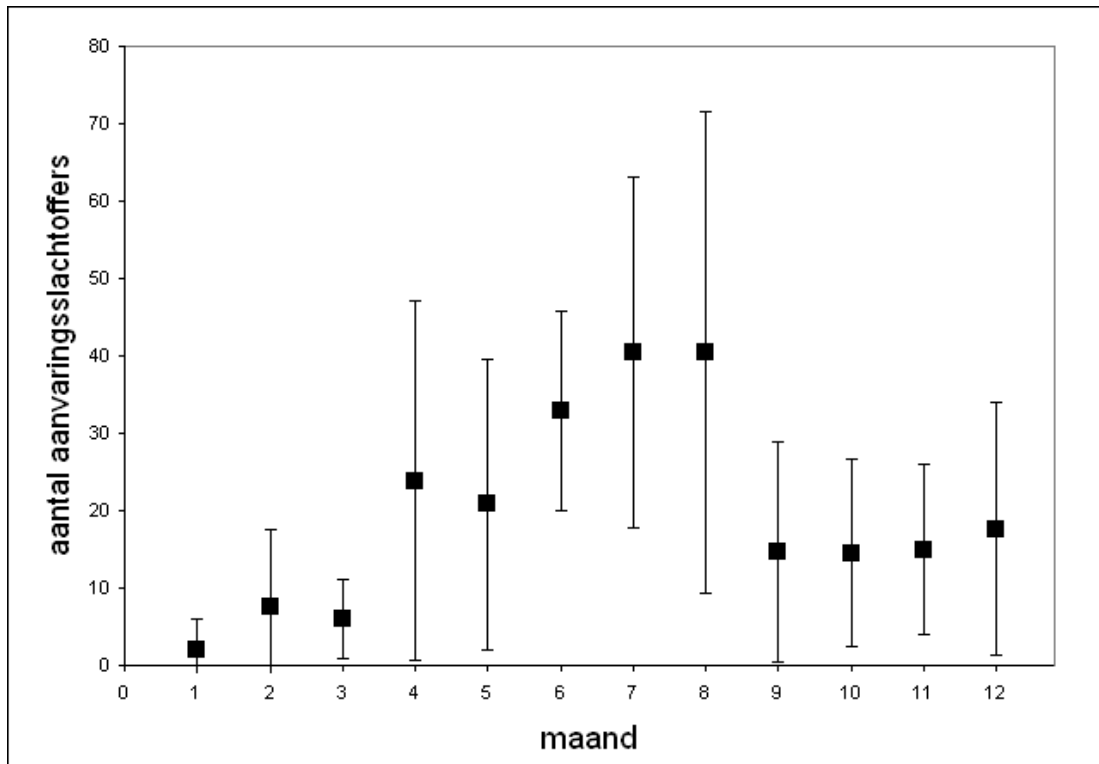
Figuur 21 Idem als figuur 20, met standaarddeviatie.

Figure 21 Idem as figure 20, with standard deviation.



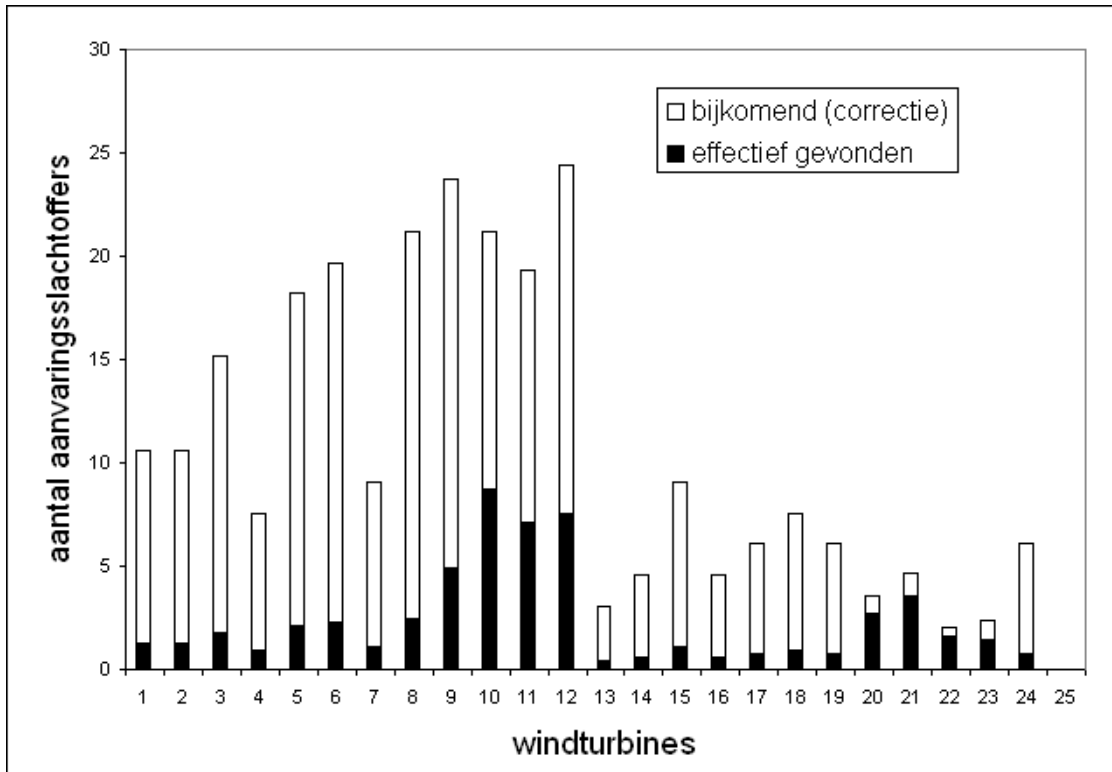
Figuur 22 Maandverdeling van het gemiddeld aantal aanvaringslachtoffers van meeuwen in de periode 2001-2006 (gevonden, en totaal na correctie).

Figure 22 Monthly distribution of the mean number collision fatalities of gulls in the period 2001-2006 (effectively found, and the total number after correction).



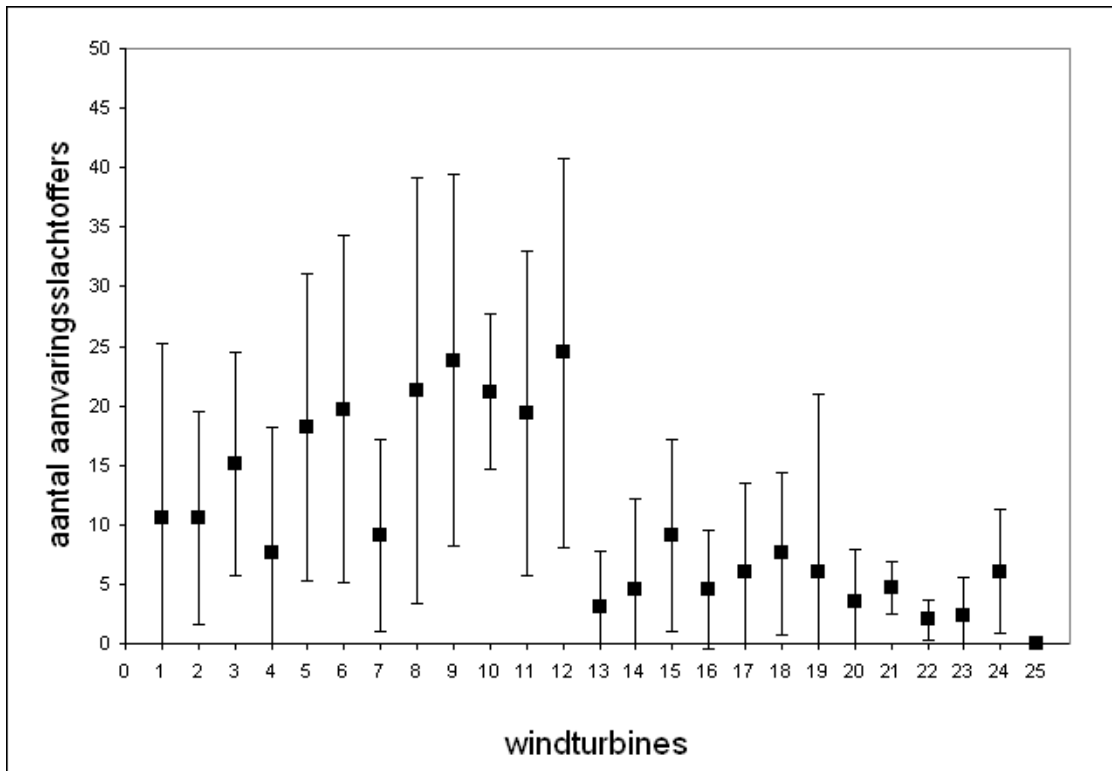
Figuur 23 Idem als figuur 22, met standaarddeviatie.

Figure 23 Idem as figure 22, with standard deviation.



Figuur 24 Gemiddeld jaarlijks aantal aanvaringslachtoffers van meeuwen in de periode 2001-2006 per windturbine (gevonden, en totaal na correctie).

Figure 24 Mean number collision fatalities per year of gulls in the period 2001-2006 per wind turbine (effectively found, and the total number after correction).



Figuur 25 Idem als figuur 24, met standaarddeviatie.

Figure 25 Idem as figure 24, with standard deviation.

Door het grotere aantal broedende sterns sinds 2004, kwamen in vergelijking met de vorige jaren ter hoogte van de oostelijke strekdam met de windturbines ook veel meer voedselvluchten naar zee en terug (meer dan 25.000 per dag in de piekperiode), vooral ter hoogte van het sternenschiereiland en de windturbines met nummers 7-12 (Tabel 15, zie ook Everaert et al. 2002; Everaert & Stienen 2006+2007). Als gevolg van de toename in het aantal broedende sterns op het schiereiland en de daarbijhorende toename van het aantal dagelijkse voedselvluchten, is de mortaliteit door aanvaring met windturbines sinds 2004 sterk toegenomen, vooral aan de windturbines met nummers 9-12 langs het sternenschiereiland (Tabel 16, 17 & Figuur 26-37). De overgrote meerderheid betreft adulte vogels, met uitzondering van 4 gevonden juveniele Visdieven (8 met correctie) in 2006. De periode waarin aanvaringslachtoffers vallen, lag in de maanden april tot augustus, met een piek gedurende ongeveer 3 maanden.

Tabel 15 Dagelijks aantal voedselvluchten van adulte sterns die de lijn windturbines in de zone van turbines nr. 7-12 kruisen of bijna kruisen (naar zee en terug), gedurende de dagperiode in juni 2004 en 2005. Gemiddeld aantal van 2 teldagen van telkens 17 u. "16-50 m"= rotorhoogte (wieken) van de bestaande windturbines.

Table 15 Daily number of foraging flights of Little Tern, Common Tern and Sandwich Tern crossing or almost crossing the line of wind turbines in the zone of turbines 7 to 12 on the eastern port breakwater during the day in June 2004 and 2005. Mean number of 2 days of 17 hours each. 16-50 m= rotor height of the wind turbines.

Hoogte Height	Dwergstern <i>Little Tern</i>		Visdief <i>Common Tern</i>		Grote Stern <i>Sandwich Tern</i>	
	juni 2004	juni 2005	juni 2004	juni 2005	juni 2004	juni 2005
0-15 m	1508 (86%)	130 (35%)	9548 (92%)	3062 (72%)	14090 (92%)	10724 (87%)
16-50 m	216 (12%)	240 (64%)	650 (7%)	1154 (27%)	942 (6%)	1596 (13%)
> 50m (max.80 m)	25 (2%)	5 (1%)	65 (1%)	12 (1%)	205 (2%)	14 (0%)
Alle hoogtes	1749	375	10263	4228	15237	12334

Tabel 16 Aantal aanvaringssslachtoffers van sterns onder de windturbines langs de oostelijke strekdam, tijdens het broedseizoen. Met uitzondering van 4 juveniele Visdieven (8 gecorrigeerd) in 2006, betrof het om adulte vogels. Gecorrigeerd aantal = gecorrigeerd voor beschikbaar zoekoppervlak, zoekefficiëntie en predatie. In 2001-2003 werd geen correctiefactor toegepast voor zoekefficiëntie en predatie, maar de correctie voor zoekoppervlak was in vergelijking met 2004-2006 wel groter, o.m. omdat er in het broedseizoen minder goed (sneller) werd gezocht op het schiereiland zelf. Meer info over correctiefactoren, zie Everaert & Stienen (2007).

* Tijdens het volledige broedseizoen 2007 was windturbine 11 niet operationeel, alsook windturbines 8 en 24 vanaf midden mei. Het bijkomend aantal aanvaringssslachtoffers bij volledige operationaliteit zou gemiddeld ongeveer 35 (± 18) sterns geweest zijn (vooral Visdief) aangezien de voedseltrekroute quasi gelijk bleef als in 2004-2006 met mogelijk wel iets meer vliegbewegingen thv. turbine 7 en 8 (35=gemiddelde van turbine 11 en (gedeeltelijk) turbine 8 in periode 2004-2006 met standaarddeviatie ongeveer 18 (14+4)). Rekening houdend met het feit dat er in 2007 ongeveer 1000 koppels Visdieven meer aanwezig waren dan het gemiddelde van de periode 2004-2006, kunnen we op basis van figuur 36 en 37 (relatie aantal broedkoppels en slachtoffers) berekenen dat er mogelijk tot ongeveer 190 sterns in aanvaring zouden gekomen zijn indien alle turbines operationeel waren.

Table 16 Number of collision fatalities of terns at the wind turbines alongside the eastern port breakwater, Zeebrugge, during the breeding season (found number, and total number after correction for available search area, search efficiency, and scavenging). With exception of 4 juvenile Common Terns (8 corrected) in 2006, all birds were adults. In 2001, 2002 and 2003, no correction for search efficiency and scavenging was used, but the correction for available search area was larger than the one used in 2004 and 2005 because of the fact that during the breeding season of 2001, 2002 and 2003, not all necessary search-areas on the peninsula (breeding area) were searched completely (see Everaert & Stienen 2007). * During the breeding season 2007, wind turbine 11 was not operational, and also turbines 8 and 24 since the middle of May. The additional number of tern collision fatalities with full operationality of the turbines would have been 35 (± 18) on average (mainly Common Tern) because the local migration route was almost the same as in 2004-2006 with possibly a little more flights at turbine 7 and 8 (35= mean of turbine 11 and part of turbine 8 in the period 2004-2006 with Standard Deviation of 18 (14+4)). Taking into account the fact that in 2007 there were about 1000 Common Terns more than on average between 2004 and 2006, and with the information in Figure 36 and 37 (relation between number of breeding birds and collision fatalities), we can calculate that about 190 terns would have collided with full operationality of the turbines.

Jaar	Gevonden aantal aanvaringssslachtoffers <i>Found number of collision fatalities</i>				Aantal aanvaringssslachtoffers, gecorrigeerd <i>Total number of collision fatalities (+ correction)</i>			
	Dwergstern <i>Little Tern</i>	Visdief <i>Common Tern</i>	Grote Stern <i>Sandwich Tern</i>	Totaal	Dwergstern <i>Little Tern</i>	Visdief <i>Common Tern</i>	Grote Stern <i>Sandwich Tern</i>	Totaal
2001	2	3	0	5	8	20	0	28
2002	2	4	0	6	9	15	0	24
2003	3	6	0	9	10	32	0	42
2004	3	35	12	50	5	109	54	168
2005	1	41	10	52	2	129	30	161
2006	1	63	3	67	4	164	9	177
2007	2*	30*	2*	34*	12*	114*	7*	133*

Op populatieniveau (sternenschiereiland, Tabel 17) betekende het aantal aanvaringslachtoffers in 2004-2006 een extra jaarlijkse mortaliteit van 1,8% tot 6,7% voor de Dwergstern, 3,0% tot 4,4% voor de Visdief, en 0,2% tot 0,7% voor de Grote Stern, of voor alle sterns samen 1,4% tot 2,0% (1,2% tot 1,9% op totale populatie Zeebrugge en Heist).

Tabel 17 Impact van het aantal adulte aanvaringslachtoffers op de broedpopulatie sterns in 2004-2006 (sternenschiereiland oostelijke strekdam, en totaal voor Zeebrugge).
* Inclusief niet-broedvogels, aanwezig tijdens het broedseizoen.

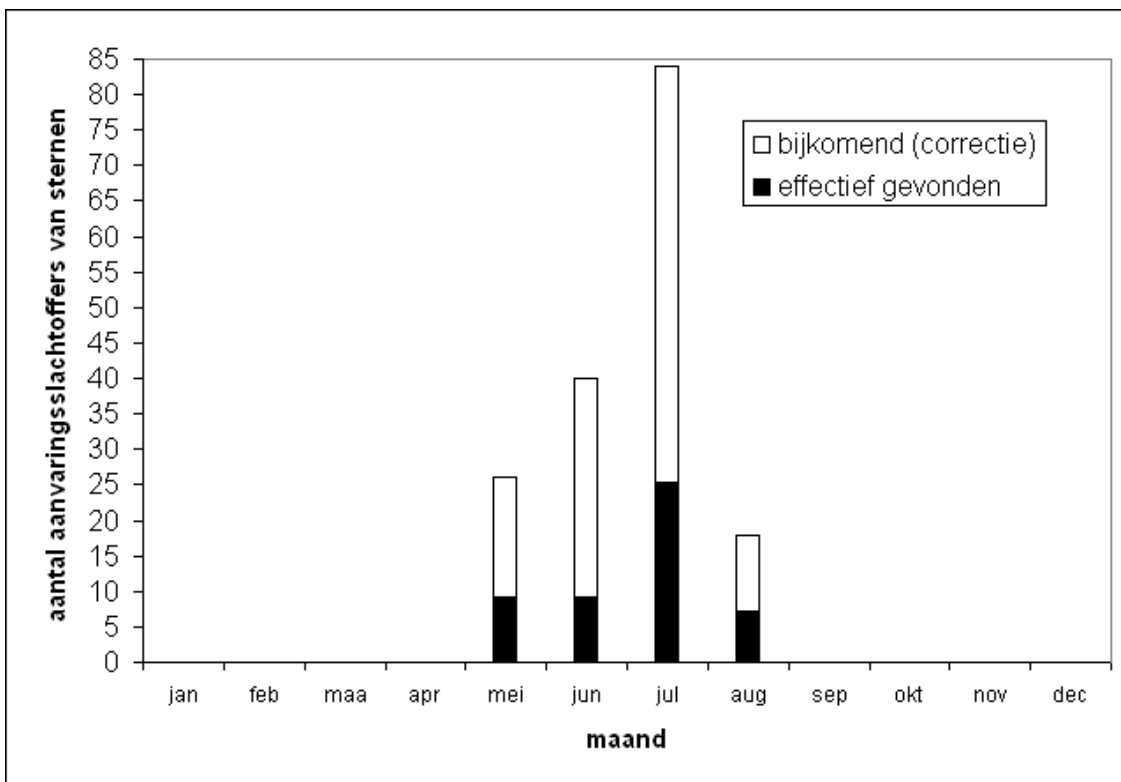
Table 17 Impact of the number of wind turbine fatalities (adults) of of Little Tern, Common Tern and Sandwich Tern, on the breeding population of terns in 2004-2006. Collision fatalities in % of the breeding population at the eastern port breakwater (A), of the total breeding population in Zeebrugge (B), and of the total breeding population in Flanders (C).

	Dwergstern (adult) <i>Little Tern</i>			Visdief (adult) <i>Common Tern</i>			Grote Stern (adult) <i>Sandwich Tern</i>		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
Aantal aanwezige sterns op sternenschiereiland (oosterlijke strekdam) <i>Number of present adult terns on the peninsula at the eastern port breakwater</i>	276	22 + ca.8*	168	3664	2950	4086	8134	5076	4124
Aantal aanwezige sterns in heel Zeebrugge (incl. Westdam & Heist) <i>Number of present adult terns in Zeebrugge (incl. western port area and Heist)</i>	344	138	202	6104	3494	4412	8134	5076	4124
Aantal aanwezige sterns in heel Vlaanderen <i>Number of present adult terns in Flanders</i>	350	138	202	6500	4900	4700	8134	5076	4124
Aantal aanvaringslachtoffers <i>Number of collision fatalities</i>	5	2	4	109	129	156	54	30	9
Aanvaringslachtoffers in % van de populatie op het sternenschiereiland (A) <i>Collision fatalities in % of the population at the peninsula</i>	1,8%	6,7%	2,4%	3,0%	4,4%	3,8%	0,7%	0,6%	0,2%
Aanvaringslachtoffers in % van de totale populatie te Zeebrugge (B) <i>Collision fatalities in % of the total population of Zeebrugge</i>	1,5%	1,5%	2,0%	1,8%	3,7%	3,5%	0,7%	0,6%	0,2%
Aanvaringslachtoffers in % van de totale populatie in Vlaanderen (C) <i>Collision fatalities in % of the total population in Flanders</i>	1,4%	1,5%	2,0%	1,7%	2,6%	2,7%	0,7%	0,6%	0,2%

Onderzoek op 64 gevonden aanvaringslachtoffers van de Visdief in de periode 2005-2007, bracht ook aan het licht dat 64% daarvan mannetjes waren. Tijdens de periode van het broeden en kleine pulli (15 mei-15 juni) waren dit zelfs 78% mannetjes. Dit significant grotere aandeel mannetjes (Chi² test, P<0,01) zou vooral het gevolg zijn van in die periode de mannetjes meer voedselvluchten uitvoeren (Stienen et al. 2008).

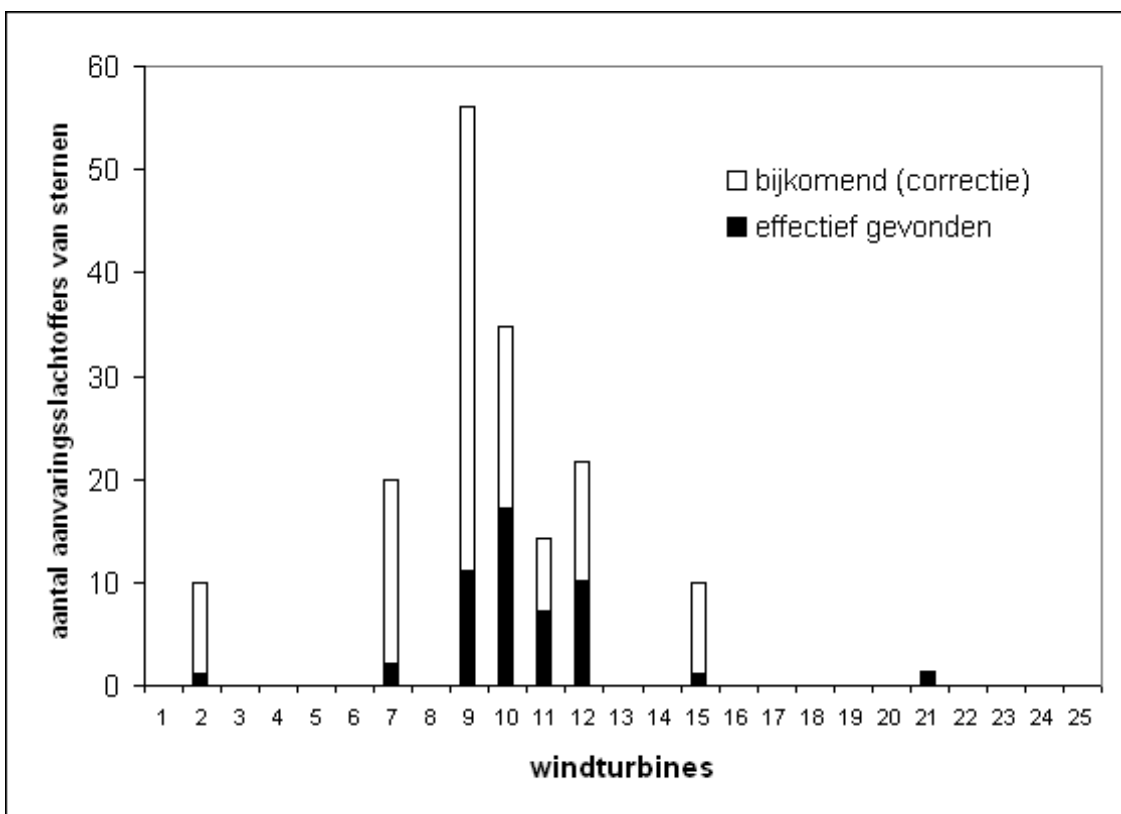
Het aantal slachtoffers onder de adulte vogels heeft natuurlijk ook een effect op het broedsucces. We kunnen aannemen dat het broedsel waarvan 1 van beide oudervogels in aanvaring komt met de turbines, verloren gaat. Met de gegevens van het broedsucces in de kolonie (systematisch onderzoek in enkele afgebakende zones) kunnen we het aantal jongen berekenen die het niet overleefden omwille van het verlies van een oudervogel. In het broedseizoen 2004, 2005 en 2006 was het broedsucces van Visdief resp. 0,7 , 0,6 en 0,8 jongen en van Grote Stern resp. 0,7 , 0,2 en 0,3 jongen. Met de gegevens van het aantal adulte aanvaringslachtoffers (Tabel 17) berekenen we dat in 2004, 2005 en 2006 resp. ongeveer 76, 77 en 125 jonge Visdieven en 38, 6 en 3 jonge Grote Stern het nest niet overleefden omwille van het verlies van één van de oudervogels.

Het gemiddeld broedsucces voor de hele kolonie hangt uiteraard af van verschillende factoren zoals voedselaanbod op zee, weersomstandigheden, predatie door roofdieren, enz. Zeker voor Grote Stern bestaat een duidelijke sterke relatie met voedselaanbod op zee (Vanaverbeke et al. 2007).



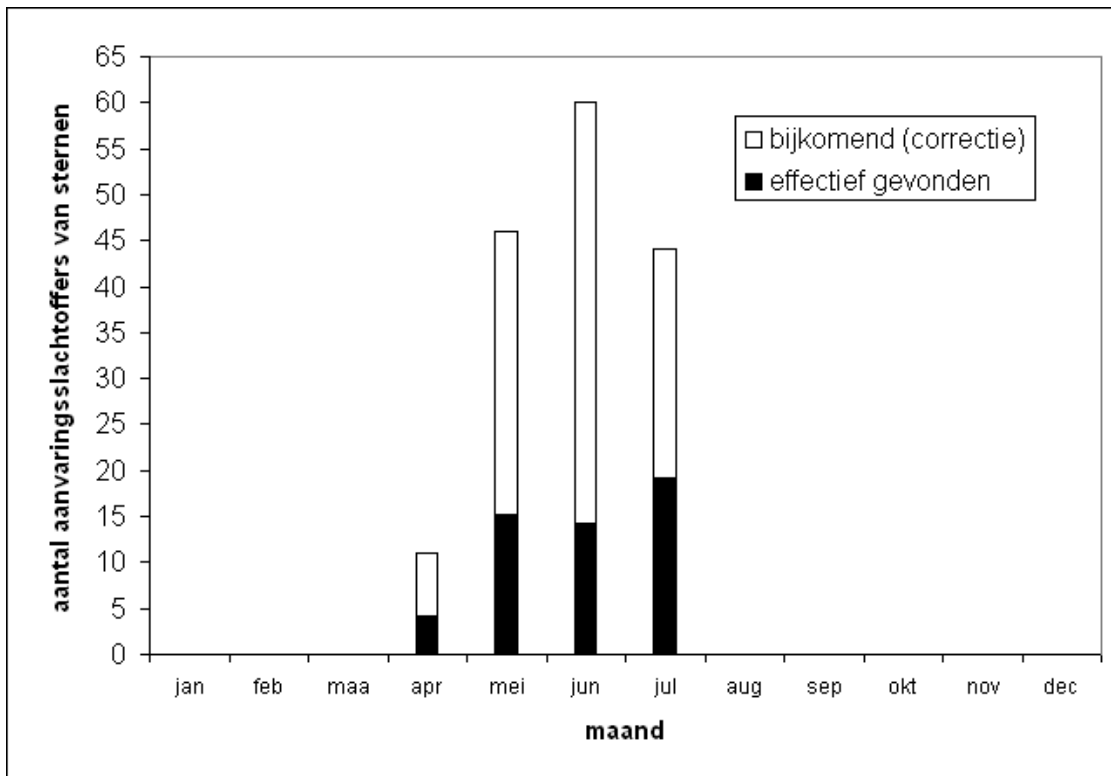
Figuur 26 Maandverdeling van het aantal aanvaringslachtoffers van sternes in 2004 (gevonden, en totaal na correctie).

Figure 26 Monthly distribution of the number collision fatalities of terns in 2004 (effectively found, and the total number after correction).



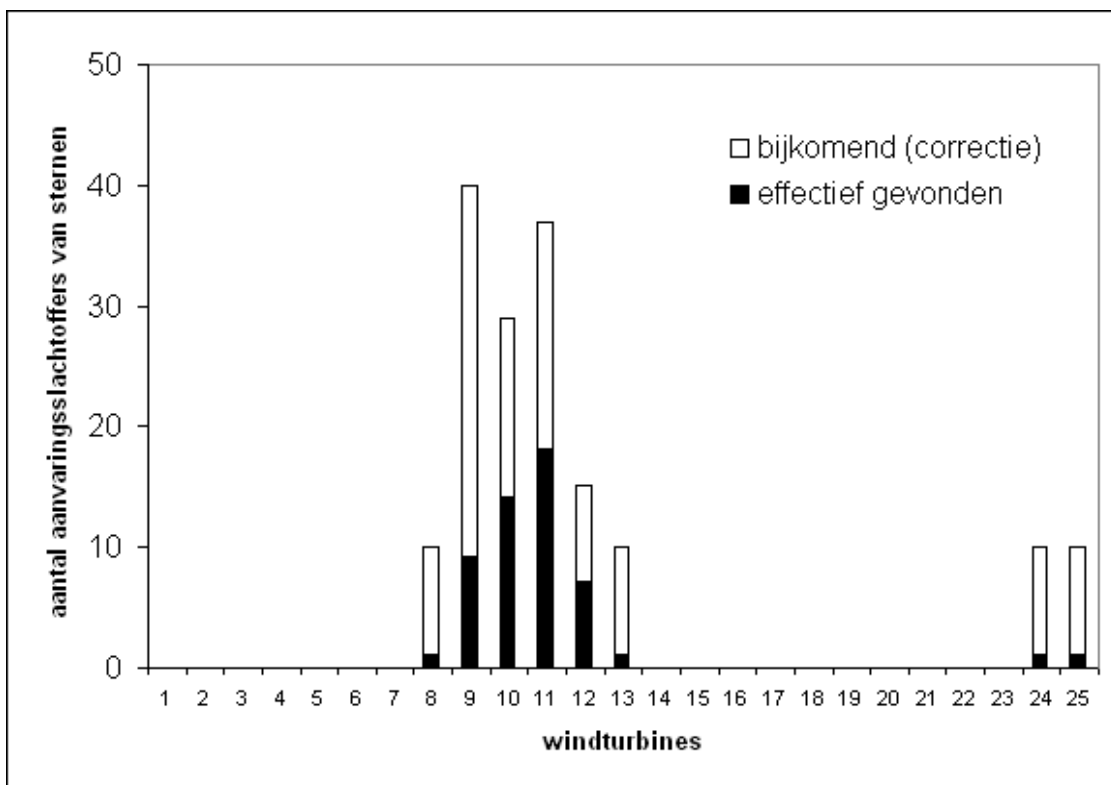
Figuur 27 Aantal aanvaringslachtoffers van sternes in 2004 per windturbine (gevonden, en totaal na correctie).

Figure 27 Number collision fatalities of terns in 2004 per wind turbine (effectively found, and the total number after correction).



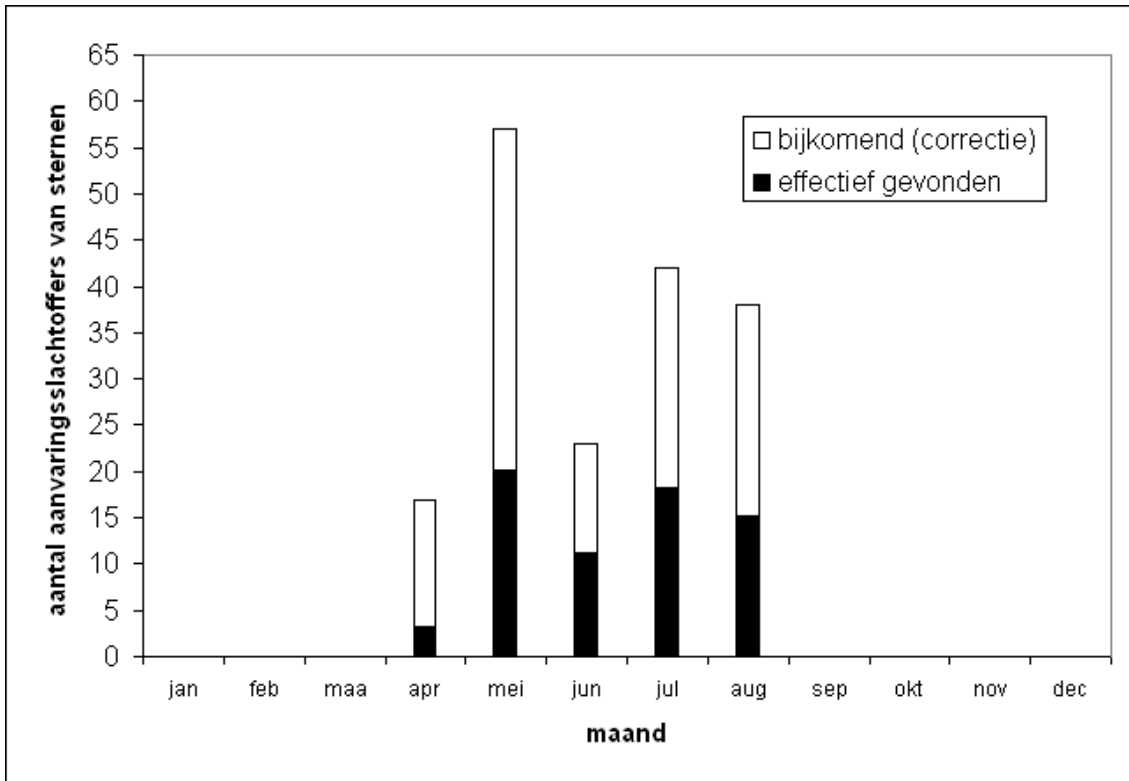
Figuur 28 Maandverdeling van het aantal aanvaringslachtoffers van sterns in 2005 (gevonden, en totaal na correctie).

Figure 28 Monthly distribution of the number collision fatalities of terns in 2005 (effectively found, and the total number after correction).



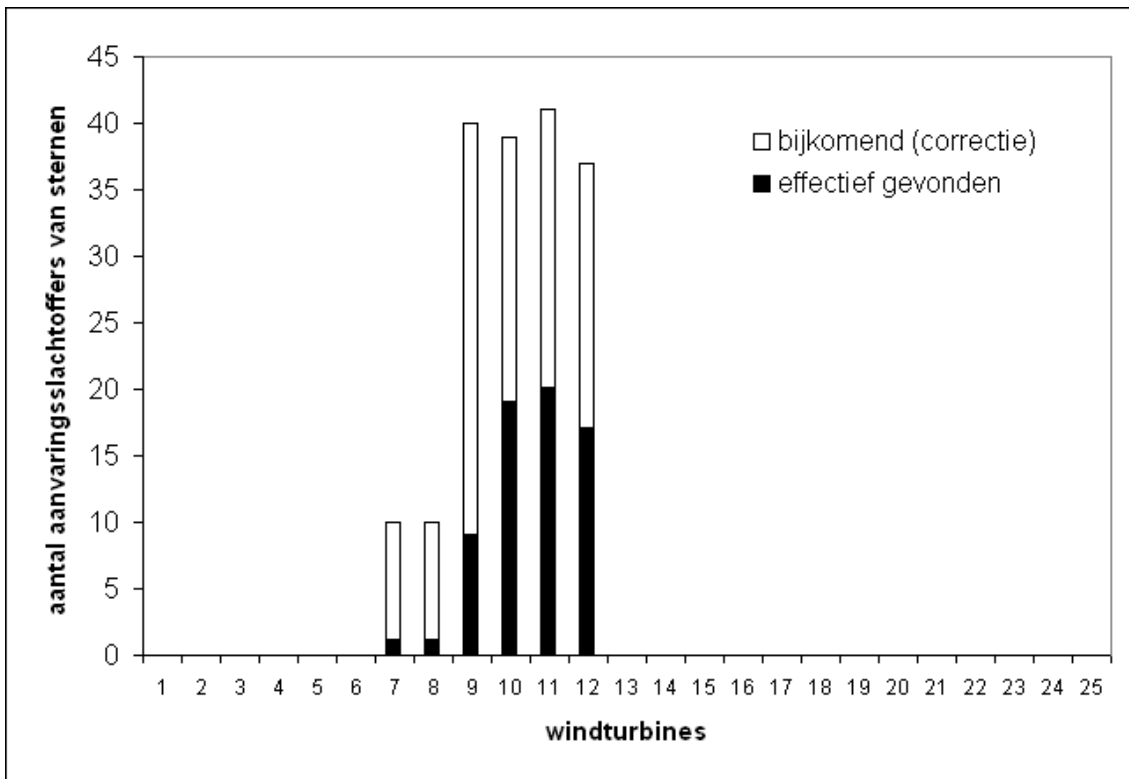
Figuur 29 Aantal aanvaringslachtoffers van sterns in 2005 per windturbine (gevonden, en totaal na correctie).

Figure 29 Number collision fatalities of terns in 2005 per wind turbine (effectively found, and the total number after correction).



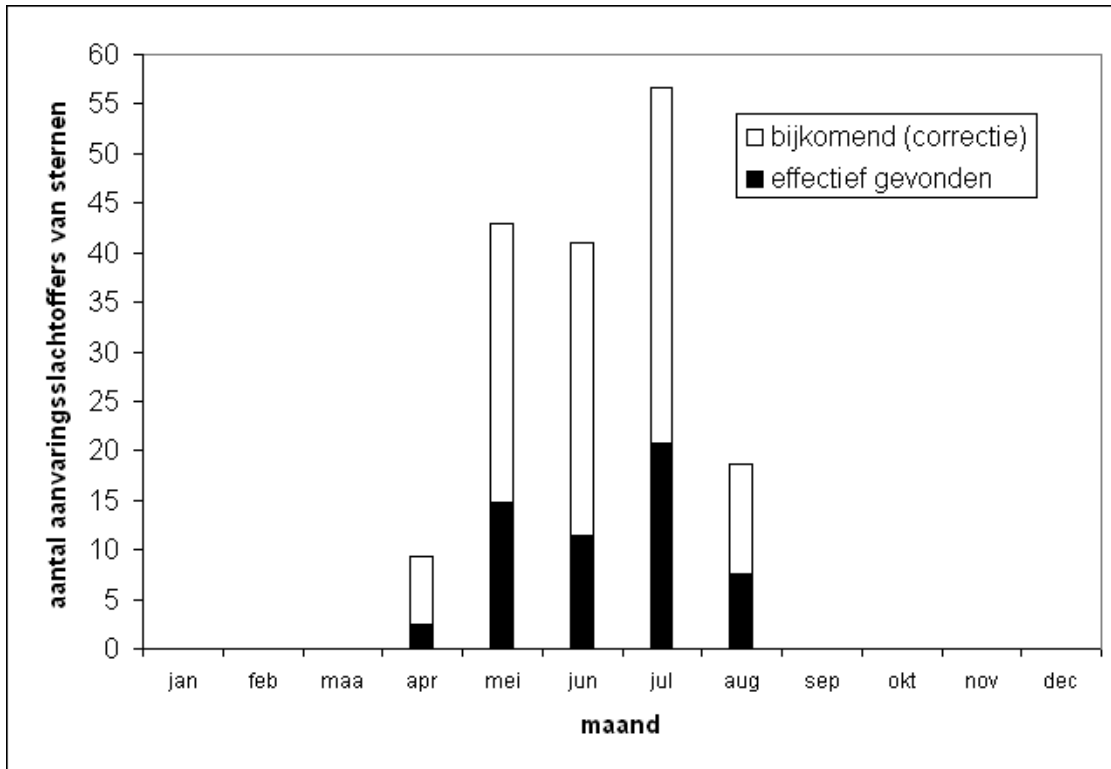
Figuur 30 Maandverdeling van het aantal aanvaringslachtoffers van sterns in 2006 (gevonden, en totaal na correctie).

Figure 30 Monthly distribution of the number collision fatalities of terns in 2006 (effectively found, and the total number after correction).



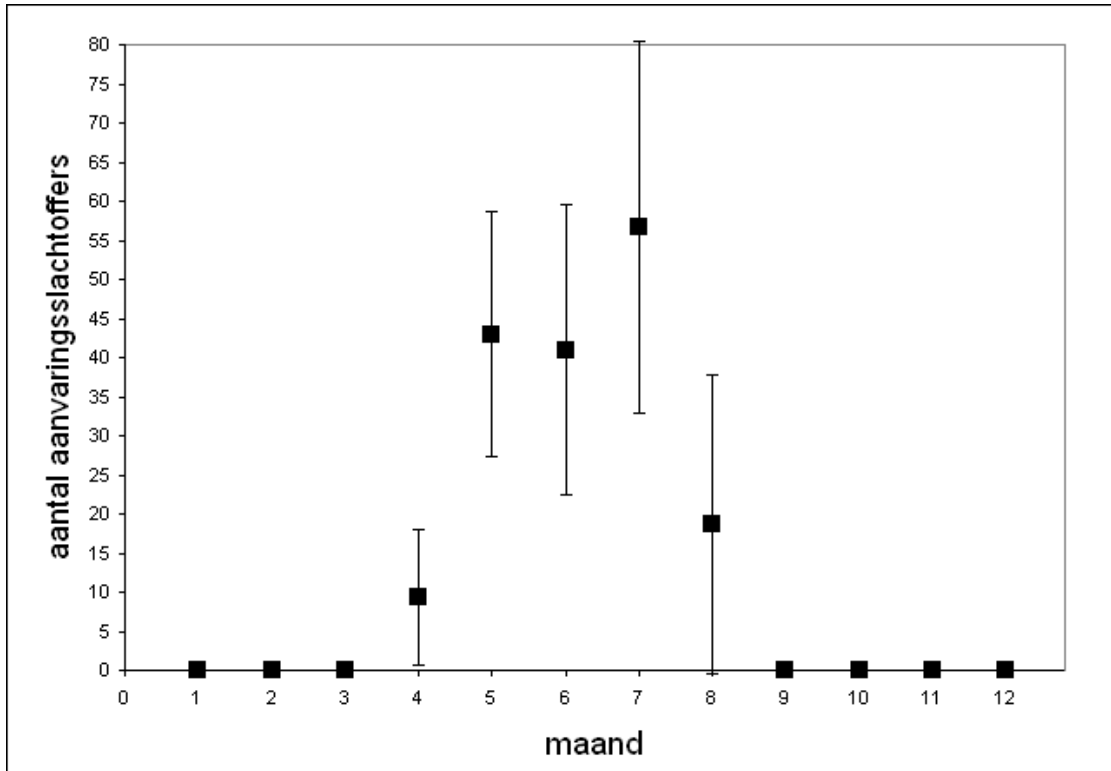
Figuur 31 Aantal aanvaringslachtoffers van sterns in 2006 per windturbine (gevonden, en totaal na correctie).

Figure 31 Number collision fatalities of terns in 2006 per wind turbine (effectively found, and the total number after correction).



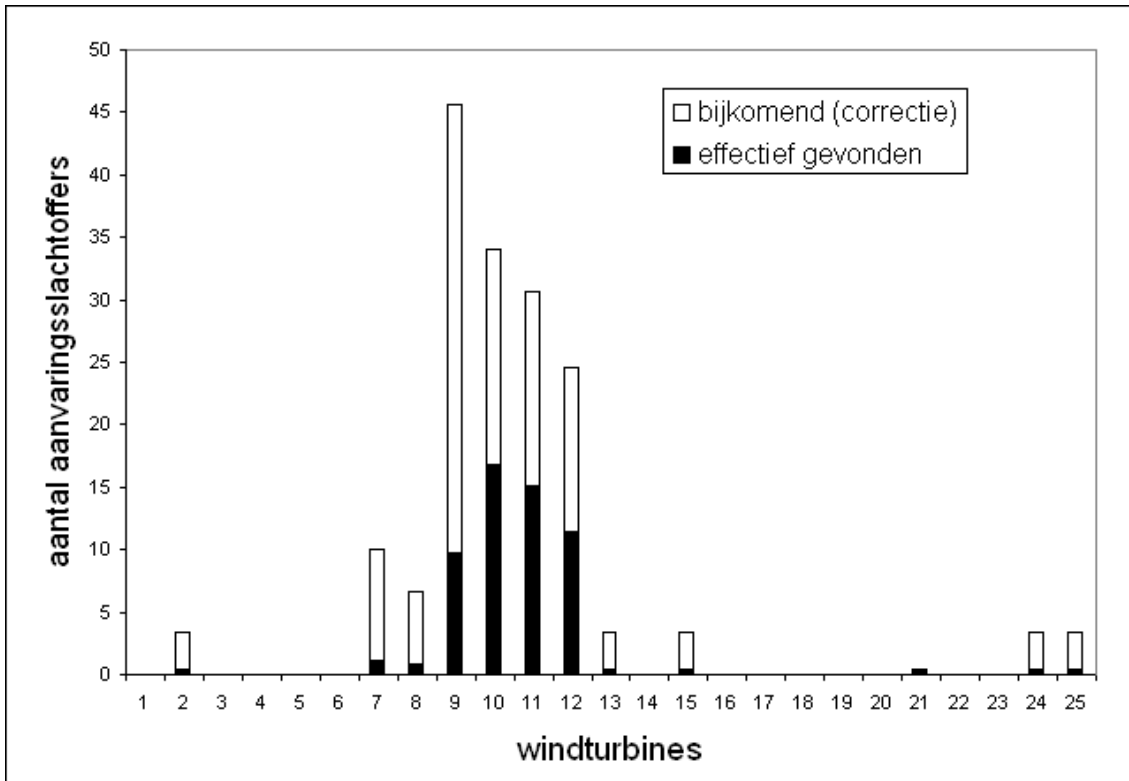
Figuur 32 Maandverdeling van het gemiddeld aantal aanvaringslachtoffers van sternes in de periode 2004-2006 (gevonden, en totaal na correctie).

Figure 32 Monthly distribution of the mean number collision fatalities of terns in the period 2004-2006 (effectively found, and the total number after correction).



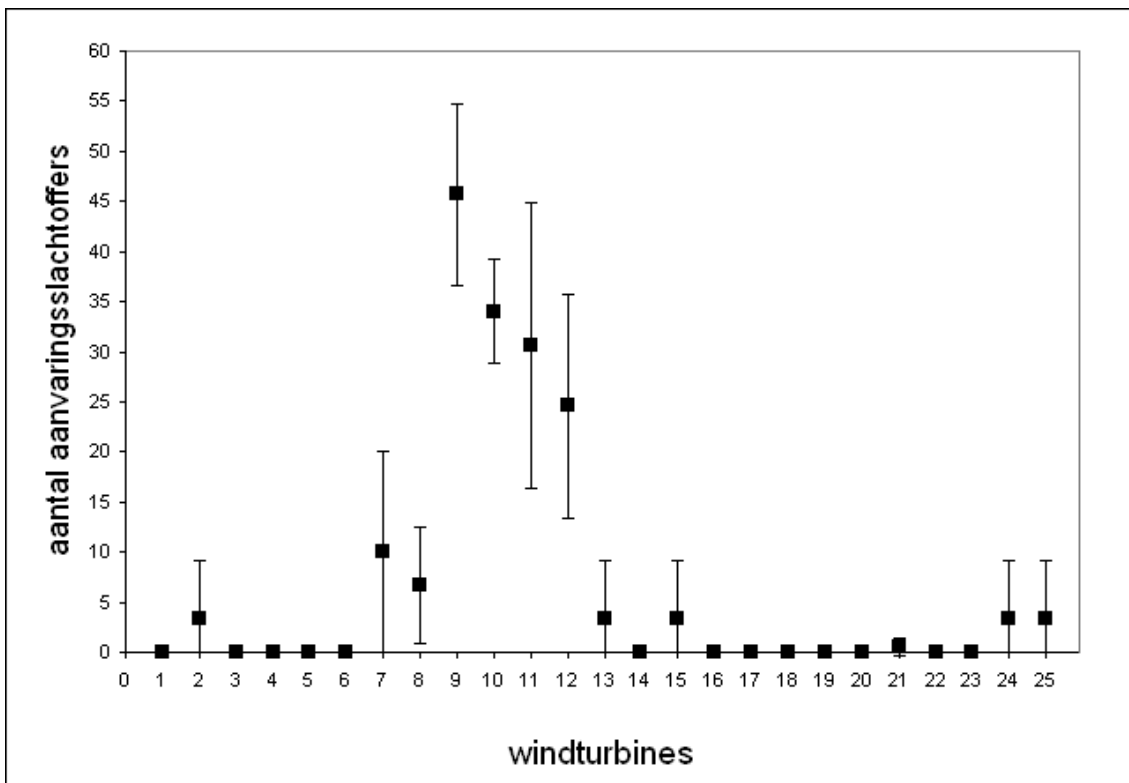
Figuur 33 Idem als figuur 32, met standaarddeviatie.

Figure 33 Idem as figure 32, with standard deviation.



Figuur 34 Gemiddeld jaarlijks aantal aanvaringslachtoffers van sterns in de periode 2004-2006 per windturbine (gevonden, en totaal na correctie).

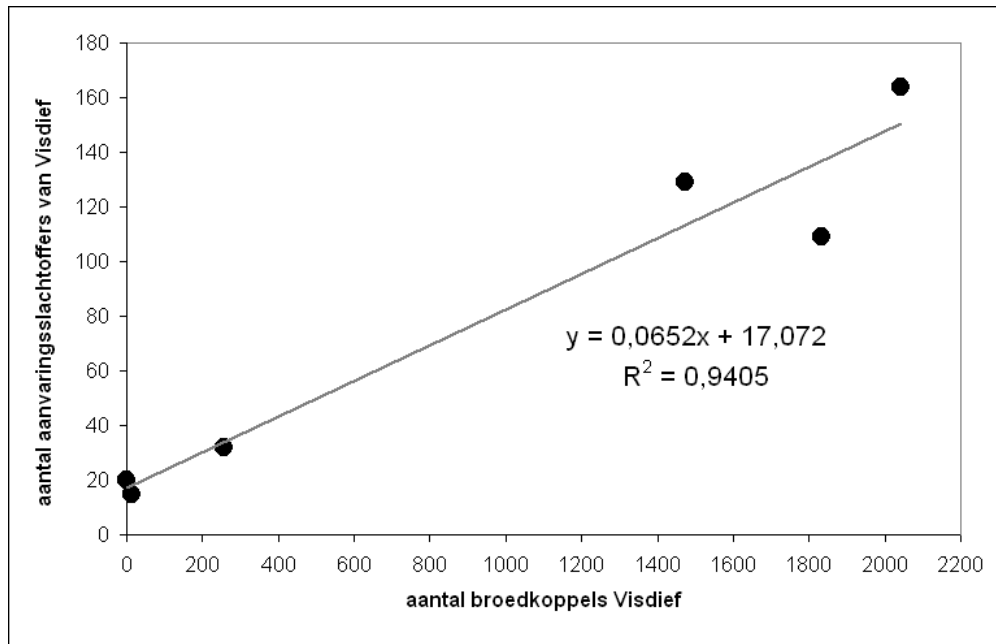
Figure 34 Mean number collision fatalities per year of terns in the period 2004-2006 per wind turbine (effectively found, and the total number after correction).



Figuur 35 Idem als figure 34, met standaarddeviatie.

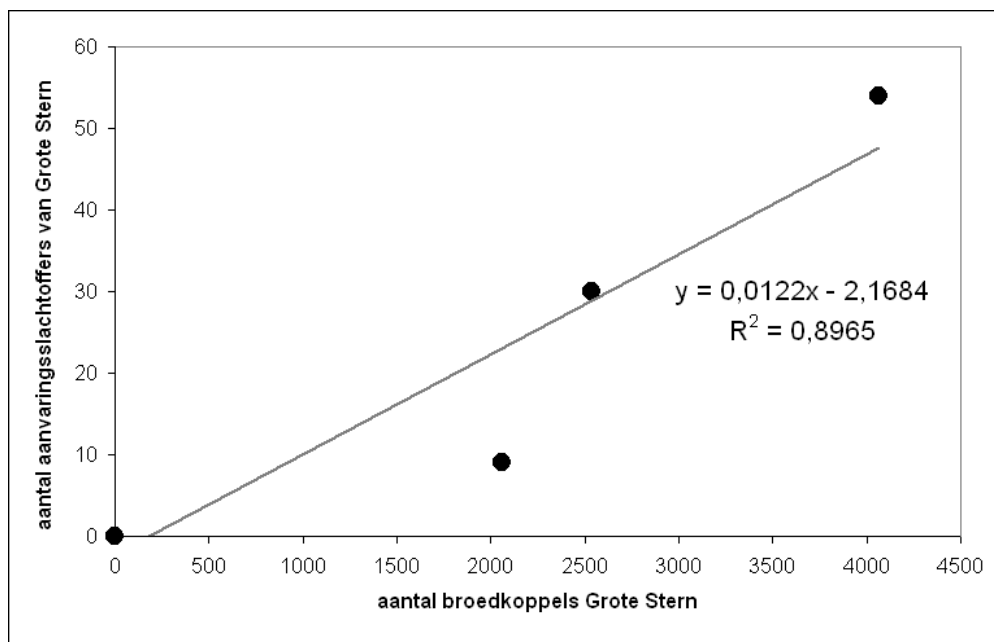
Figure 35 Idem as figure 34, with standard deviation.

Een significante relatie werd gevonden tussen het aantal broedkoppels en het aantal aanvaringslachtoffers ($P < 0.01$ voor Visdief en Grote Stern; Figuren 36 en 37).



Figuur 36 Relatie tussen het aantal broedkoppels Visdief op het sternenschiereiland en het aantal aanvaringslachtoffers van Visdief in 2001-2006 (lineaire regressie: $R^2=0,94$; significante relatie $P < 0,01$). In 2001-2003 (links in figuur) kwamen de meeste Visdieven tot broeden langs de westelijke havendam (zie ook Tabel 6). Meer informatie, zie Everaert & Stienen (2007).

Figure 36 Relationship between the number of Common Tern pairs in the breeding colony at the tern peninsula, and the number of collision fatalities in the years 2001-2006 (linear regression: $R^2=0.94$; significant relationship $P < 0.01$). In 2001-2003 (on the left in the figure) most Common Terns were breeding in the western port area (see Table 6).



Figuur 37 Relatie tussen het aantal broedkoppels Grote Stern op het sternenschiereiland en het aantal aanvaringslachtoffers van Grote Stern in 2003-2006 (lineaire regressie: $R^2=0,90$; significante relatie $P < 0,01$). In 2001-2003 waren geen broedende Grote Sterns aanwezig op het sternenschiereiland, maar wel aan de westelijke havendam. Meer informatie, zie Everaert & Stienen (2007).

Figure 37 Relationship between the number of Sandwich Tern pairs in the breeding colony at the tern peninsula, and the number of collision fatalities in the years 2003-2006 ($R^2=0.90$; significant relationship $P < 0.01$). In 2001-2003, no Sandwich Terns were breeding at the peninsula, only in the western port area (see Table 6).

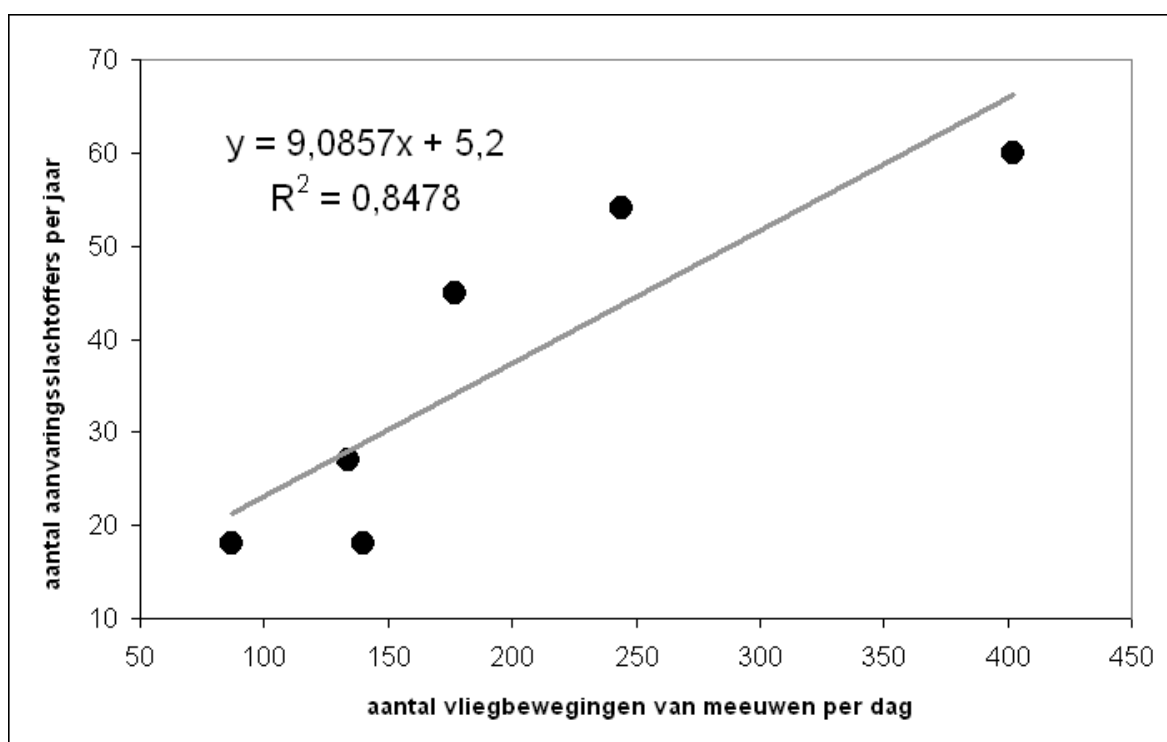
2.1.1.1.2 Aanvaringskans

De resultaten uit 2000 en 2001 zijn reeds beschreven in Everaert et al. (2002) en Everaert (2006). Een samenvatting staat in tabel 18. Een significante relatie ($P < 0,05$) tussen aantal vliegbewegingen van meeuwen en het aantal slachtoffers, werd ook vastgesteld (Figuur 38).

Tabel 18 Berekende aanvaringskansen van vogels aan de Oostdam te Zeebrugge, op basis van de geschatte aantallen slachtoffers en het aantal overvliegende vogels die 1 lijn windturbines kruisten. Ca. 98% van "alle hoogtes"= op "windturbinehoogte".

Table 18 Calculated collision probability for gulls, Common Tern, Little Tern and Song Thrush at the eastern port breakwater in Zeebrugge for the day+night and night situation at all heights and at rotor-height, on the basis of the number of collision fatalities, and the number of birds crossing 1 line of wind turbines. Ca. 98% of birds at "all heights"= at turbine height (0-50m).

	dag + nacht alle hoogtes <i>day + night all heights</i>	dag + nacht rotorhoogte <i>day + night rotor height</i>	nacht alle hoogtes <i>night all heights</i>	nacht rotorhoogte <i>night rotor height</i>
Grote meeuwen <i>large gulls</i> (sept. 2001)	1 / 3700 (=0,027%)	1 / 2100 (=0,048%)	1 / 1900 (=0,053%)	1 / 1000 (=0,100%)
Visdief <i>Common Tern</i> (sept. 2001)	1 / 3000 (=0,033%)	1 / 600 (=0,167%)	?	?
Dwergstern <i>Little Tern</i> (juni 2001)	1 / 27000 (=0,004%)	1 / 12000 (=0,008%)	?	?
Zanglijster <i>Song Thrush</i> (sept. 2001)	?	?	1 / 1800 (=0,056%)	?



Figuur 38 Significante relatie tussen dagelijks aantal vliegbewegingen van grote meeuwen per turbinesector (6 sectoren) over de oostelijke strekdam (gem. broedseizoen 2001 en najaar 2001) en aantal meeuwslachtoffers per sector (4+3+4+4+4+4 turbines) in die periode (lineaire regressie $R^2=0,85$. $P < 0,05$).

Figure 38 Significant relationship between the daily number of flights of large gulls crossing a sector (6) of wind turbines at the eastern port breakwater (mean of breeding season 2001 and autumn 2001) and the number of gull collision fatalities.

Tijdens 4 (2+2) volledige teldagen in juni 2004 en 2005 (om het aantal overvliegende sterns te bepalen die de lijn met windturbines kruisen) en 1 bijkomende volledige dag in juli 2006, werden 8 aanvaringen effectief gezien (5 Visdieven en 3 Grote Sterns). Daaruit kunnen we berekenen dat voor de situatie van die teldagen (helder weer, geen regen, matige wind) minstens 1,6 sterns in aanvaring kwamen op 1 dag. Bijkomend werden tijdens kortere observaties in 2004 en 2005 nog 3 Visdieven en 2 Grote Sterns in aanvaring zien komen met de turbines. Als men 1,6 (minstens) per dag zou extrapoleren voor 1 volledige broedperiode met piek in activiteit gedurende ca. 3 maanden (gemiddeld mei-juli), bekomen we minstens 147 aanvaringssslachtoffers van sterns, wat ongeveer overeenkomt met de berekende aantallen na toepassing van correctiefactoren (Tabel 16).

De gemiddelde windrichting overdag (Dumon 2006) van het ingeschatte moment van aanvaring werd opgevraagd voor 48 vers gevonden aanvaringssslachtoffers van sterns tussen mei en augustus 2005, waarvan kon worden bepaald dat de vogels maximum 24 u eerder in aanvaring kwamen aan de turbines langs het sternschiereiland (turbines nr. 8-12). Er werd daaruit berekend dat 44 (91,7%) van deze slachtoffers in aanvaring kwamen tijdens NNW tot ONO of ZZO tot WZW wind, en 4 (8,3%) met ONO tot ZZO of WZW tot NNW wind. In de periode mei-augustus 2005, waren er 68,5% dagperiodes van 10 min met NNW tot ONO of ZZO tot WZW wind en 31,5% dagperiodes met ONO tot ZZO of WZW tot NNW wind (Dumon 2006). Een significant verschil werd gevonden tussen het vastgestelde aantal aanvaringssslachtoffers in de 2 opgesplitste windrichtingen (44 versus 4) en het verwachte aantal (33 versus 15) gebaseerd op het totaal aantal (48) en de windrichtingen tussen mei en augustus (Chi² test, P < 0,001). We kunnen daaruit besluiten dat de kans op aanvaring groter was bij NNW tot ONO of ZZO tot WZW wind. Bij dergelijke windrichtingen staan de wieken van de turbines loodrecht op de vliegrouete van de sterns (richting zee en terug) waarbij dus minder vrije vliegruimte is voor de sterns.

De berekende aanvaringskansen in 2004 en 2005 (op basis van aantal overvliegende vogels en aantal aanvaringssslachtoffers) voor Visdief thv. de 400 kW windturbines was 0,110-0,118% voor vliegbewegingen op rotorhoogte en 0,007-0,030% voor alle vliegbewegingen. De Grote Stern had een iets lagere aanvaringskans van 0,046-0,088% voor vliegbewegingen op rotorhoogte en 0,005-0,006% voor alle vliegbewegingen (Tabel 19). Ongeveer 98-99% van alle vliegbewegingen waren op turbinehoogte (=0-50m).

Tabel 19 Berekende aanvaringskans voor Visdief en Grote Stern in juni 2004 en 2005. Berekend op basis van het aantal aanvaringssslachtoffers (berekend na correctie) aan de windturbines nr. 7-12 (grenzend aan het sternschiereiland) in juni, en het aantal dagelijkse vliegbewegingen over de oostelijke strekdam (voedselvluchten naar zee en terug, gedurende de dag + ochtend- en avondschemering) die de lijn met windturbines nr. 7-12 kruisten, in straal van 60m rond de turbines (120m=tussenruimte van lijnopstelling), geëxtrapoleerd van gemiddelde aantal vliegbewegingen tijdens 2 volledige dagen in juni (zie ook tabel 15).

Table 19 Collision probability for Common Tern and Sandwich Tern in June 2004 and 2005. Calculated from the corrected number of collision fatalities on wind turbines 7 to 12 (near Tern peninsula) in June, and the number of diurnal flights crossing the line of wind turbines nr. 7-12 at the eastern port breakwater in June, within 60m range around the turbines (120m=space between the turbines in line), extrapolated from the mean number of flights during 2 days in June, during the day including dawn and dusk (see also table 15).

	Aanvaringskans voor vliegbewegingen overdag op rotorhoogte <i>Collision probability for diurnal flights at rotor height</i>		Aanvaringskans voor vliegbewegingen overdag op alle hoogtes (max. 80m, Tabel 15) <i>Collision probability for diurnal flights at all heights (max. 80m, see Table 15)</i>	
	2004	2005	2004	2005
Visdief <i>Common Tern</i>	1 / 848 (=0,118 %)	1 / 911 (0,110 %)	1 / 13387 (=0,007 %)	1 / 3338 (=0,030 %)
Grote Stern <i>Sandwich Tern</i>	1 / 1130 (=0,088 %)	1 / 2176 (=0,046 %)	1 / 18283 (=0,005 %)	1 / 16819 (=0,006 %)

2.1.1.2 Verstoringsaspect

De gedetailleerde resultaten uit het onderzoeksjaar 2001 werden reeds gepubliceerd in Everaert et al. (2002) en Everaert (2003a). De belangrijkste resultaten uit die periode, en nieuwe bevindingen sinds 2002 worden hieronder weergegeven.

2.1.1.2.1 Broedvogels

Strandplevier en Bontbekplevier werden nog tot op ongeveer 40m van de turbines broedend vastgesteld en foerageerden ook regelmatig tot bijna onder de turbines. Ook Scholekster broedde dicht bij de turbines. Individuele nesten van sterns (Dwergstern, Visdief, Grote Stern) werden tot op een minimumafstand van ongeveer 30m van de turbines vastgesteld. De overgrote meerderheid (dichte kolonie) kwam op meer dan 50m tot broeden. In 2005 bevonden de meeste nesten van Grote Stern zich tussen de 50 en 100m van de turbines, in 2004 was dit op meer dan 100m. De locatie van de nesten lijkt voornamelijk gerelateerd aan het type habitat (geschikt broedhabitat). De factor verstoring zou derhalve relatief laag zijn voor bovengenoemde soorten, hoewel mogelijke effecten op broedsucces niet werden onderzocht.

2.1.1.2.2 Pleisterende en rustvogels

Het sternenschiereiland is aantrekkelijk voor pleisterende en rustende vogels. In tabel 20 zijn de dichtst bij de turbines waargenomen afstanden weergegeven per soort of soortgroep. Grote groepen pleisterende vogels hielden een duidelijk grotere afstand tot de turbines dan individuele vogels. Grote groepen pleisterende eenden zaten meestal op een ruime afstand van minstens 250m. Ook voor steltlopers zoals de Scholekster en Bonte Strandloper werden gelijkaardige afstanden opgemeten. Van de overige steltlopers werden geen grote groepen vastgesteld. De waargenomen afstanden kunnen (gedeeltelijk) ook het gevolg zijn van specifiek habitatgebruik op en rond het eiland (bv. steltlopers steeds langs de waterlijn van het eiland).

Tabel 20 Dichtstbijzijnde waarnemingsafstanden tot de turbines van niet-broedende pleisterende en rustende vogels op het sternenschiereiland en in de omgeving (Nvt= geen grote groepen waargenomen).

Table 20 Nearest observed distance to the wind turbines of non-breeding foraging or resting waterfowl and shorebirds at the peninsula and direct surroundings on the eastern port breakwater in Zeebrugge (Nvt. No large groups observed).

Soort/Soortgroep Species	Afstand (m) van individuen of kleine groep. <i>Distance (m) of individuals or small group</i>	Afstand (m) van groep met > 50 vogels. <i>Distance (m) of group with > 50 birds</i>
Fuut (<i>Great Crested Grebe</i>)	50	150
Aalscholver (<i>Cormorant</i>)	25	Nvt.
Blauwe Reiger (<i>Grey Heron</i>)	250	Nvt.
Kleine Zilverreiger (<i>Little Egret</i>)	250	Nvt.
Lepelaar (<i>Spoonbill</i>)	250	Nvt.
Bergeend (<i>Common Shelduck</i>)	100	Nvt.
Wilde Eend (<i>Mallard</i>)	100	250
Krakeend (<i>Gadwall</i>)	200	300
Slobeend (<i>Shoveler</i>)	100	250
Kuifeend (<i>Tufted Duck</i>)	250	Nvt.
Toppereend (<i>Scaup</i>)	150	Nvt.
Tafeleend (<i>Common Pochard</i>)	150	Nvt.
Pijlstaart (<i>Pintail</i>)	100	250
Smient (<i>Wigeon</i>)	100	250
Eidereend (<i>Eider</i>)	250	Nvt.
Middelste Zaagbek (<i>Red-Breasted Merganser</i>)	100	Nvt.
Scholekster (<i>Oystercatcher</i>)	50	200
Bonte Strandloper (<i>Dunlin</i>)	200	250
Wulp (<i>Eurasian Curlew</i>)	120	Nvt.
Rosse Grutto (<i>Bar-tailed Godwit</i>)	200	Nvt.

2.1.1.2.3 Langsvliegende vogels

Er werd in 2000 en 2001 reeds vastgesteld dat overvliegende sterns weinig duidelijke reactie (kleine koerswijziging) vertoonden op de aanwezige windturbines. Bij Dwergstern werd op zowel rotorhoogte als alle hoogtes quasi geen reactie opgemeten (0,2-0,5%). De grotere sterns (Visdief, Grote Stern) en vooral de grote meeuwen (Zilvermeeuw, Kleine Mantelmeeuw) vertoonden iets meer procentuele reacties (plotse verandering van vliegrichting en/of vlieghoogte vlak voor de turbines). Tijdens het broedseizoen reageerden 6-31% van de Visdieven bij het kruisen van de windturbines (6% van vogels vliegend op alle hoogtes, 31% van vogels op rotorhoogte) en bij Zilvermeeuwen was dit 21-38%. Voor de gemiddelde situatie van zowel broedseizoen als najaar (met meer vliegbewegingen van meeuwen tijdens het najaar) waren de percentages respectievelijk 8-17% bij Visdief, 4-11% bij Grote Stern, en 4-7% bij Zilvermeeuw. Tijdens het broedseizoen werd een significante correlatie vastgesteld tussen de grootte van de vogels en de procentuele reactie op de windturbines. In het voor- en najaar samen was dit minder duidelijk. Daarnaast werd tijdens het broedseizoen ook een significante correlatie vastgesteld tussen de afstand van de vliegende vogels tot de windturbines en de procentuele reactie op die windturbines (zie Everaert et al. 2002; Everaert 2003a).

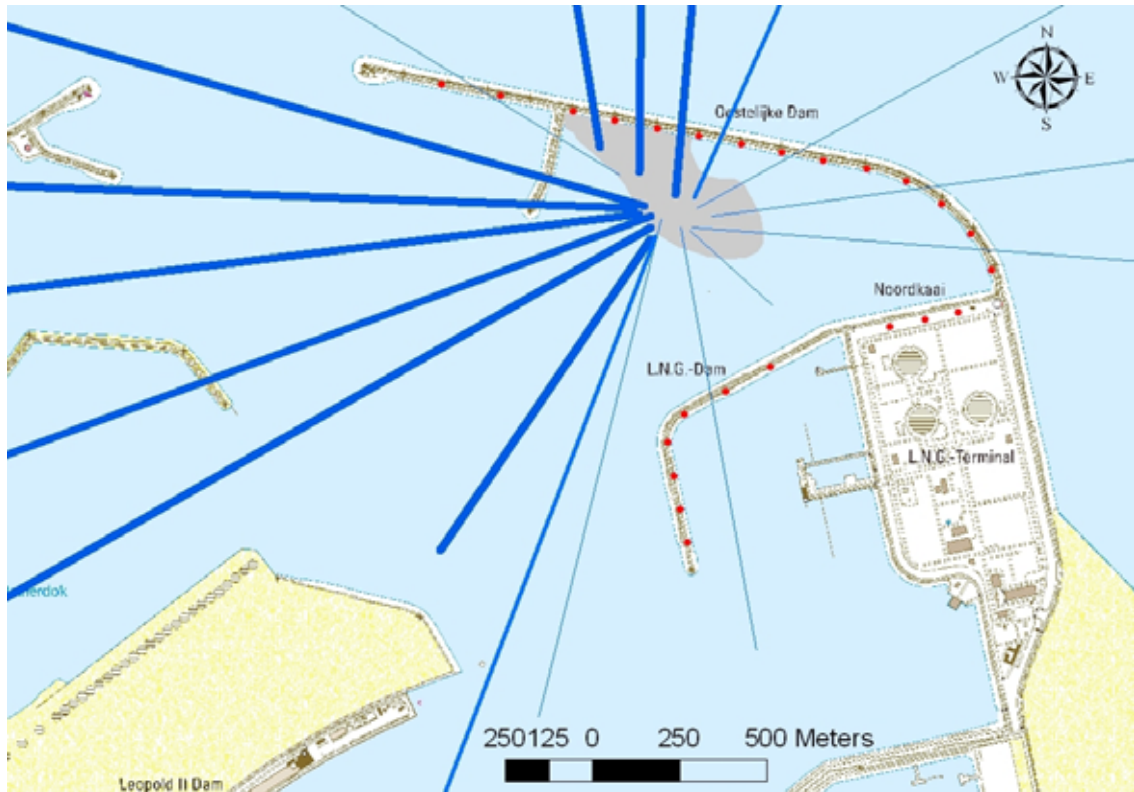
Op basis van de resultaten van tijdens het broedseizoen en in het voor- en najaar kunnen we enerzijds stellen dat overvliegende Visdieven, Grote Sterns, en Zilvermeeuwen in verhouding meer reacties vertoonden dan overvliegende Dwergsterns, en anderzijds is het ook duidelijk dat sterns die op een hoogte onder het rotorvlak kwamen aangevlogen, meer reageerden dan meeuwen op die hoogte. Sterns reageerden tijdens het voorbijvliegen ook op grotere afstand tot de turbines dan meeuwen.

Quasi alle sterns en meeuwen, ook deze die reacties vertoonden, vlogen na hun eventuele koerswijziging tussen de windturbines door (doorkruisen van de lijn windturbines). Het is dus duidelijk dat broedvogels zoals sterns en meeuwen, tijdens hun dagelijkse voedselvluchten in het broedseizoen geen barrière-effect ondervinden van een rij windturbines.

Figuur 39 toont een globale weergave van voedselvluchten van de sterns tijdens het broedseizoen, gebaseerd op eigen tellingen en Alvarez del Villar D'Onofrio (2005). De richting van deze voedselvluchten kan echter jaarlijks verschillen. In juni en juli 2004 werden tijdens een grondige studie naar de vliegbewegingen van broedende sterns op het schiereiland de volgende conclusies getrokken (Alvarez del Villar D'Onofrio 2005):

	toekomend	vertrekkend
Grote Stern	meeste uit W-ZW	meeste naar W-ZW, en ook belangrijk deel naar N-NO
Visdief	meeste uit W-ZW en N-NO-O	meeste naar W-ZW en N-NW

Tijdens het kruisen van de lijn windturbines (voedselvluchten naar zee en terug) werd ook vastgesteld dat Grote Sterns meestal in een vaste rechte lijn vlogen, terwijl Visdieven meer zig-zag bewegingen uitvoerden en bij de rondvliegende bewegingen boven de broedkolonie ook de turbines dichterbij naderden.



Figuur 39 Globale weergave van voedseltrekroutes (dagelijkse bewegingen naar zee en terug) van sterns thv. de oostelijke voorhaven, gebaseerd op eigen tellingen en Alvarez del Villar D'Onofrio (2005). De routes kunnen jaarlijks wat verschillen. De dikte van de lijnen geven de belangrijkheid weer (relatief aantal vliegbewegingen). Het aantal vliegbewegingen in noordelijke richting en terug (daarbij de lijn met windturbines nr. 7-12 kruisend) is weergegeven in Tabel 15.

Figure 39 Global visualisation of foraging flights (daily migration to the sea and back) of terns at the eastern port breakwater, based on the research of the author and Alvarez del Villar D'Onofrio (2005). The direction of the flights can be slightly different between years. The thickness of the lines visualises the importance (number of flights). The number of foraging flights going to the North and back (crossing the line of wind turbines nr. 7-12) is shown in Table 15.

2.2 Boudewijnkanaal, Brugge

Eind 2000 werden er langs het Boudewijnkanaal aan de Pathoekeweg in Brugge 5 middelgrote windturbines van elk 600 kW geplaatst, met masthoogte 55m en rotordiameter 48m. Eind 2001 kwamen er in het verlengde van de bestaande rij nog eens 9 gelijke windturbines bij (Figuur 40-42). De 14 windturbines staan op braakliggende grond gelegen tussen de industriegebouwen en het kanaal of op niet gebruikte verharde grond.

Nationaal tot internationaal belangrijke vogelgebieden in de omgeving zijn de Uitkerkse polders op meer dan 4km en andere ganzengebieden inclusief achterhaven Zeebrugge op meer dan 900m. Het Boudewijnkanaal op ongeveer 60m ten oosten van de turbines, is van regionaal belang voor pleisterende en rustende watervogels (eenden) en tijdens strenge winterperiodes soms van nationaal belang. Aan het kasteel Ten Berge in Koolkerke, op ongeveer 400m ten zuidoosten van de turbines, is een broedkolonie van Blauwe Reiger aanwezig met jaarlijks 60 tot 80 broedkoppels (gegevens Vogelwerkgroep Mergus).



Figuur 40 Noordelijk deel van het windpark langs het Boudewijnkanaal in Brugge.

Figure 40 Northern part of the wind turbine line alongside the Boudewijn canal in Brugge.

Specifieke bijkomende informatie over Materiaal en Methode:

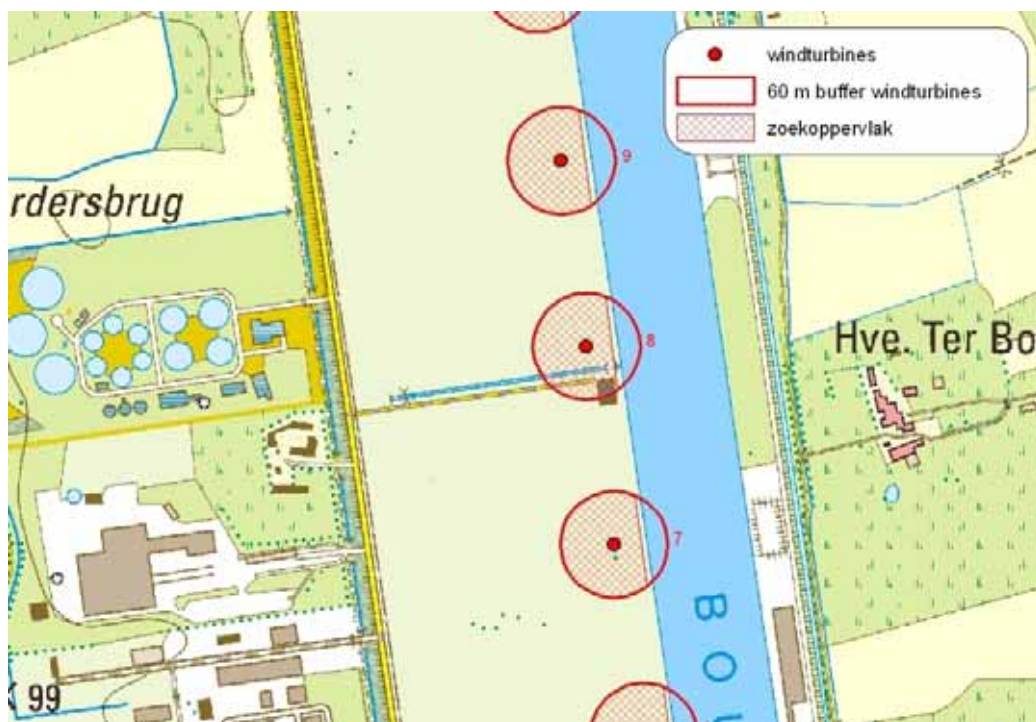
Tussen de windturbines nr. 11-14 (Figuur 41) werd buiten de normale zoekcirkel bijkomend telkens een lijnvormige controlestrook van ongeveer 20m breed afgestapt om na te gaan of daar ook grote vogels dood terug te vinden waren.

In mei 2000 werd op 2 volledige dagen (incl. ochtend- en avondschemering) een vooronderzoek verricht. Over de hele zone waar de windturbines zouden worden geplaatst werden bij de overvliegende vogels, pleisteraars en broedvogels genoteerd in welke sector ze zich bevonden, op welke hoogte, enz. Na het plaatsen van de turbines werd dit nogmaals overgedaan (2 volledige dagen in mei 2001, incl. afstand tot de turbines, reactie, enz...). In het najaar van 2001 werd bijkomend nog eens 2 volledige dagen en 1 volledige nacht geteld.

In de periode september-december 2005 werden op 4 teldagen ook alle overvliegende meeuwen geteld in de zone tussen turbine 8 en 14. Vrijwel alle vliegbewegingen waren 's morgens en 's avonds ('s nachts een verwaarloosbaar aantal). De gegevens (gemiddelde aantallen) van deze vliegbewegingen werden geëxtrapoleerd voor de hele periode en vergeleken met het aantal aanvaringslachtoffers. Op die manier was het mogelijk om een aanvaringskans te berekenen ter hoogte van de windturbines.



Figuur 41 Windpark langs Boudewijnkanaal in Brugge (nr. 1-14). Zie 2.3. voor westelijke rij van 7 turbines.
 Figure 41 Windfarm alongside the Boudewijn canal in Brugge (nr. 1-14). See 2.3. for the other western line of 7 turbines.



Figuur 42 Windturbines met aanduiding van 60m zoekcirkel en beschikbaar zoekoppervlak. De oppervlakte tot ca. 90m rond de turbines, werd als test ook sporadisch afgezocht voor grote slachtoffers. Bijkomend werd altijd een strook van 20m breed tussen de turbines 11-14 voor grote vogels afgezocht.
 Figure 42 Wind turbines with 60m buffer, and real available search area. The area up to 90m around the turbines was also sporadically searched (as test) for large birds. Additionally, a control strip of 20m wide between the turbines 11-14 was always searched for large birds.

2.2.1 Resultaten

2.2.1.1 Aanvaringsaspect

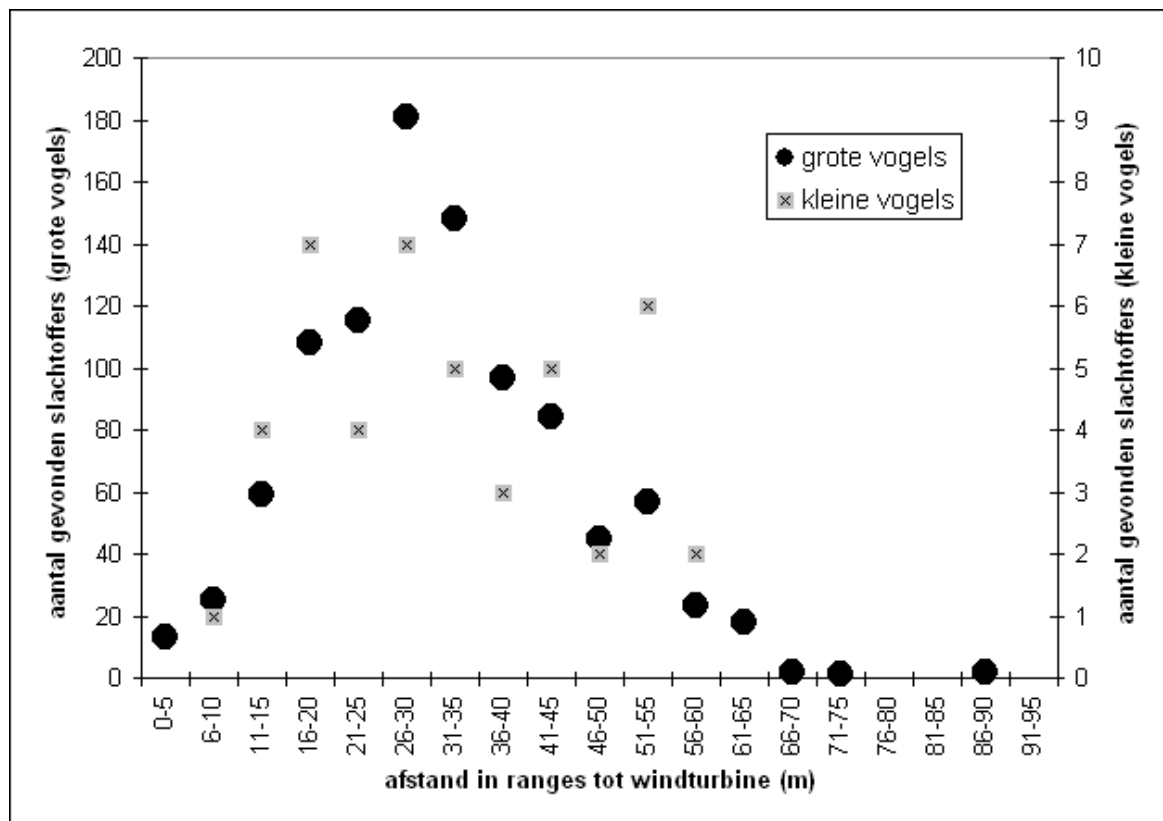
2.2.1.1.1 Mortaliteit

De gedetailleerde resultaten uit het onderzoeksjaar 2001 werden reeds gepubliceerd in Everaert et al. 2002). De onderstaande gegevens tonen de resultaten in de periode 2002-2006, inclusief samenvatting van het onderzoek in 2001.

Het aantal aanvaringslachtoffers aan de huidige windturbines (n=14 sinds 2002) was gemiddeld ongeveer 361 vogels per jaar (298-486), met het grootste aantal aan de meest noordelijk geplaatste windturbines (Tabel 21-26; Figuur 46-53). Er werden het gehele jaar door meeuwenslachtoffers gevonden, met een lichte piek in de zomerperiode, voornamelijk de meest algemene meeuwen waaronder Zilvermeeuw, Kleine Mantelmeeuw en Kokmeeuw, maar ook Stormmeeuw en Drieteenmeeuw. Het ging hierbij voornamelijk om meeuwen die tijdens de slaaptrek voorbijvlogen richting Zeebrugge en terug.

Andere soorten die eenmalig of in relatief kleine aantallen in aanvaring kwamen zijn o.a. Blauwe Reiger, Wilde Eend, Smient, Tafeleend, Kuifeend, Wintertaling, Meerkoet, duif (spec), Holenduif, Houtduif, Visdief, Sperwer, Torenvalk, Kievit, Tureluur, Grutto, Scholekster, Merel, Zanglijster, Koperwiek en Spreeuw (zie volledige lijst in Bijlage 1-7).

De afstand waarop aanvaringslachtoffers werden vastgesteld varieerde van 0 tot bijna 100m tot de dichtstbijzijnde windturbine (Figuur 43). In de 'controlestrook' tussen turbines nr. 11-14 (buiten de normale zoekcirkel) werden in de periode 2001-2006 slechts enkele dode vogels teruggevonden die duidelijk geen aanvaringslachtoffer waren.



Figuur 43 Afstand tot de windturbines waarop de effectief gevonden aanvaringslachtoffers in de periode 2001-2006 werden vastgesteld. Niet de volledige oppervlakte binnen de zoekcirkel kon afgezocht worden (zie correctiefactor beschikbaar zoekoppervlak).

Figure 43 Distance to the wind turbines where the found collision fatalities ('grote vogels'= large birds, 'kleine vogels'= small birds) in the period 2001-2006 were recorded. Not the whole area within the search circle could be searched (see correction factor available search area).

Tabel 21 Aantal aanvaringslachtoffers aan turbines langs Boudewijnkanaal in 2001, met het gemiddeld aantal per windturbine per jaar. Het 'effectief gevonden' aantal, zonder correctie voor beschikbaar zoekoppervlak, zoekefficiëntie en predatie, is tussen haakjes weergegeven.

Table 21 Number collision fatalities from the wind farm alongside the Boudewijn-canal in 2001, with the mean number per turbine per year (gulls + other large birds, and small birds). The 'found' numbers without correction factors are presented between brackets. Zuidelijke rij= Southern row, Noordelijke rij= Northern row.

Windturbines <i>Wind turbines</i>	Meeuwen + overige grote vogels <i>Gulls + other large birds</i>	Kleine vogels <i>Small birds</i>	Totaal <i>Total</i>	Aantal per windturbine per jaar <i>Number per wind turbine per year</i>
Zuidelijke rij, n=5	21,2 + 2,7 (16 + 2)	34,7 (3)	59,0 (21)	11,8
Noordelijke rij, -	-	-	-	-
Totaal, n=5	21,2 + 2,7 (16 + 2)	34,7 (3)	59,0 (21)	11,8

Tabel 22 Idem als tabel 21, voor jaar 2002.

Table 22 Idem as tabel 21, for year 2002.

Windturbines <i>Wind turbines</i>	Meeuwen + overige grote vogels <i>Gulls + other large birds</i>	Kleine vogels <i>Small birds</i>	Totaal <i>Total</i>	Aantal per windturbine per jaar <i>Number per wind turbine per year</i>
Zuidelijke rij, n=5	17,3 + 5,3 (13 + 4)	23,1 (2)	45,8 (18)	9,4
Noordelijke rij, n=9	211,5 + 18,6 (159 + 14)	208,3 (18)	438,4 (191)	48,7
Totaal, n=14	228,8 + 23,9 (172 + 18)	233,0 (20)	486,0 (210)	34,7

Tabel 23 Idem als tabel 21, voor jaar 2003.

Table 23 Idem as table 21, for year 2003.

Windturbines <i>Wind turbines</i>	Meeuwen + overige grote vogels <i>Gulls + other large birds</i>	Kleine vogels <i>Small birds</i>	Totaal <i>Total</i>	Aantal per windturbine per jaar <i>Number per wind turbine per year</i>
Zuidelijke rij, n=5	37,2 + 10,7 (28 + 8)	0,0 (0)	47,9 (36)	9,8
Noordelijke rij, n=9	227,4 + 20,0 (171 + 15)	92,6 (8)	339,9 (194)	37,8
Totaal, n=14	264,6 + 30,7 (199 + 23)	92,6 (8)	387,8 (230)	27,9

Tabel 24 Idem als tabel 21, voor jaar 2004.

Table 24 Idem as tabel 21, for year 2004.

Windturbines <i>Wind turbines</i>	Meeuwen + overige grote vogels <i>Gulls + other large birds</i>	Kleine vogels <i>Small birds</i>	Totaal <i>Total</i>	Aantal per windturbine per jaar <i>Number per wind turbine per year</i>
Zuidelijke rij, n=5	30,6 + 2,7 (23 + 2)	0,0 (0)	33,3 (25)	6,6
Noordelijke rij, n=9	203,5 + 10,6 (153 + 8)	81,0 (7)	295,1 (168)	32,8
Totaal, n=14	234,1 + 13,3 (176 + 10)	81,0 (7)	328,4 (193)	23,5

Tabel 25 Idem als tabel 21, voor jaar 2005.

Table 25 Idem as tabel 21, for year 2005.

Windturbines <i>Wind turbines</i>	Meeuwen + overige grote vogels <i>Gulls + other large birds</i>	Kleine vogels <i>Small birds</i>	Totaal <i>Total</i>	Aantal per windturbine per jaar <i>Number per wind turbine per year</i>
Zuidelijke rij, n=5	49,2 + 4,0 (37 + 3)	0,0 (0)	53,2 (40)	10,8
Noordelijke rij, n=9	183,5 + 14,7 (138 + 11)	46,3 (4)	244,5 (153)	27,2
Totaal, n=14	232,7 + 18,7 (175 + 14)	46,3 (4)	297,7 (193)	21,3

Tabel 26 Idem als tabel 21, voor jaar 2006.

Table 26 Idem as tabel 21, for year 2006.

Windturbines <i>Wind turbines</i>	Meeuwen + overige grote vogels <i>Gulls + other large birds</i>	Kleine vogels <i>Small birds</i>	Totaal <i>Total</i>	Aantal per windturbine per jaar <i>Number per wind turbine per year</i>
Zuidelijke rij, n=5	29,3 + 5,3 (22 + 4)	0,0 (0)	34,6 (26)	7,0
Noordelijke rij, n=9	183,5 + 16,0 (138 + 12)	69,4 (6)	268,9 (156)	29,9
Totaal, n=14	212,8 + 21,3 (160 + 16)	69,4 (6)	303,5 (182)	22,9



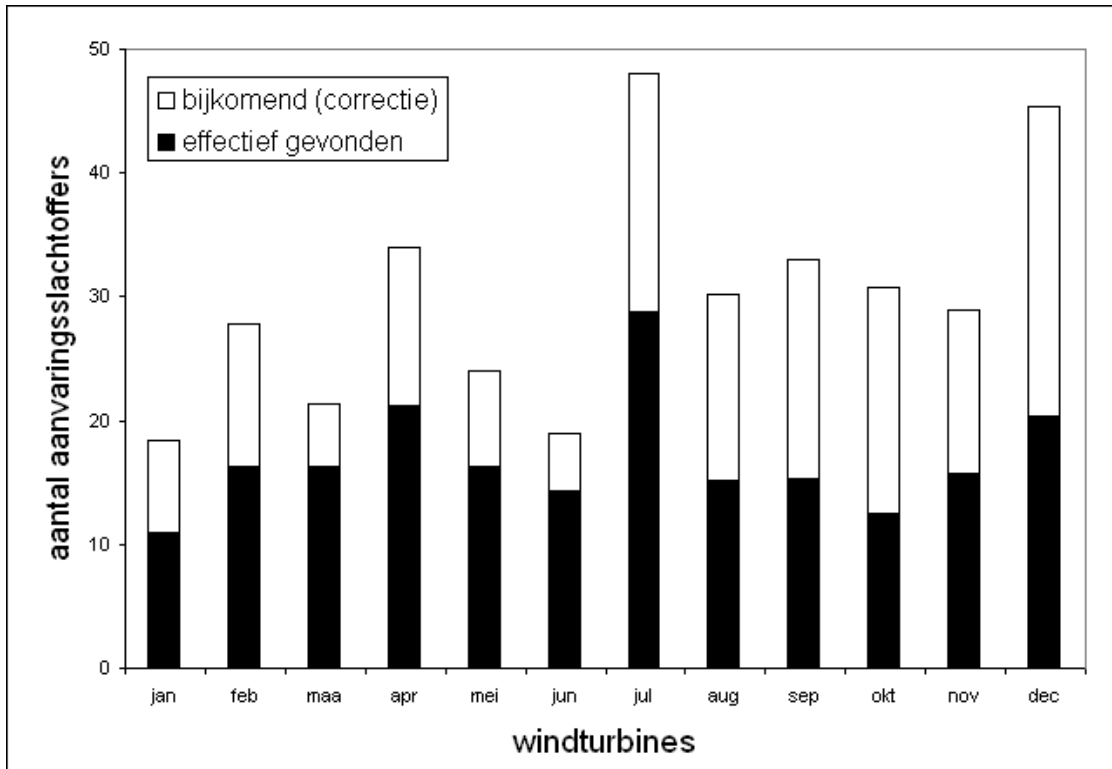
Figuur 44 Blauwe Reiger vliegt tussen windturbines (linksboven), Blauwe Reiger als aanvaringsslachtoffer (rechtsboven), Zilvermeeuw en Tafeleend als aanvaringsslachtoffer (links- en rechtsonder).

Figure 44 Grey Heron (top left and right), Herring Gull and Common Pochard (bottom left and right).

In de periode 2002-2006 werden onder de 14 turbines ook 0 tot 3 Blauwe Reigers per jaar (broedseizoen) vastgesteld als aanvaringslachtoffer. Met correctiefactor voor beschikbaar zoekoppervlak (andere correctiefactoren niet van toepassing) geeft dit zeker tot 4 vogels per jaar. In 2005 werden 3 Blauwe Reigers gevonden (4 incl. correctie). De broedpopulatie in het nabijgelegen Kasteel Ten Berghe (Koolkerke) bestond toen uit 74 nesten. Daaruit kunnen we berekenen dat toen ongeveer 2,7% van de broedpopulatie (adulte vogels) in aanvaring kwam met de windturbines, zonder rekening te houden met het effect op het broedsel als één van de oudervogels in aanvaring komt. Voor langlevende soorten die jaarlijks een klein aantal jongen grootbrengen (zoals sterns, zie 2.1.) kan doorgaans een impact van 1% al beschouwd worden als significant op de populatie. Zonder verder diepgaand onderzoek is het moeilijk met zekerheid te bepalen of er een significante impact op de lokale populatie Blauwe Reiger bestaat (zie ook figuur 54).

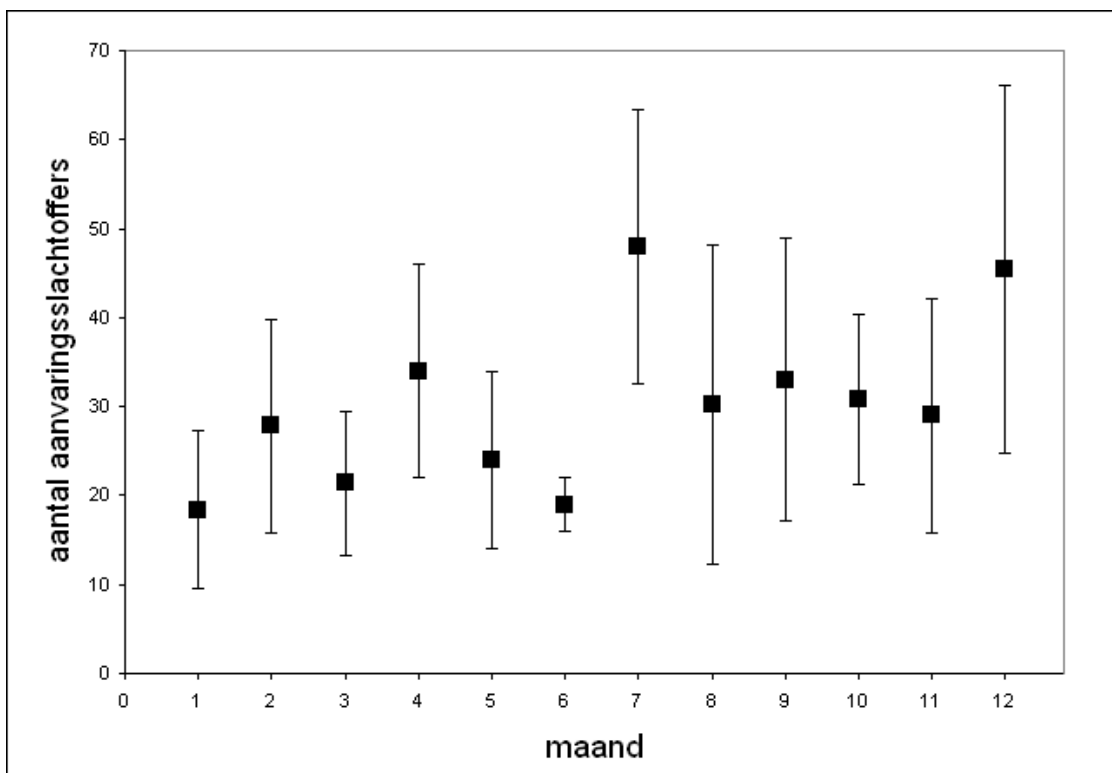


Figuur 45 Aanvaringslachtoffers: Torenvalk (links- en rechtsboven), Scholekster en Grutto (links- en rechtsonder).
 Figure 45 Kestrel (top left and right), Oystercatcher and Black-tailed Dodwit (bottom left and right).



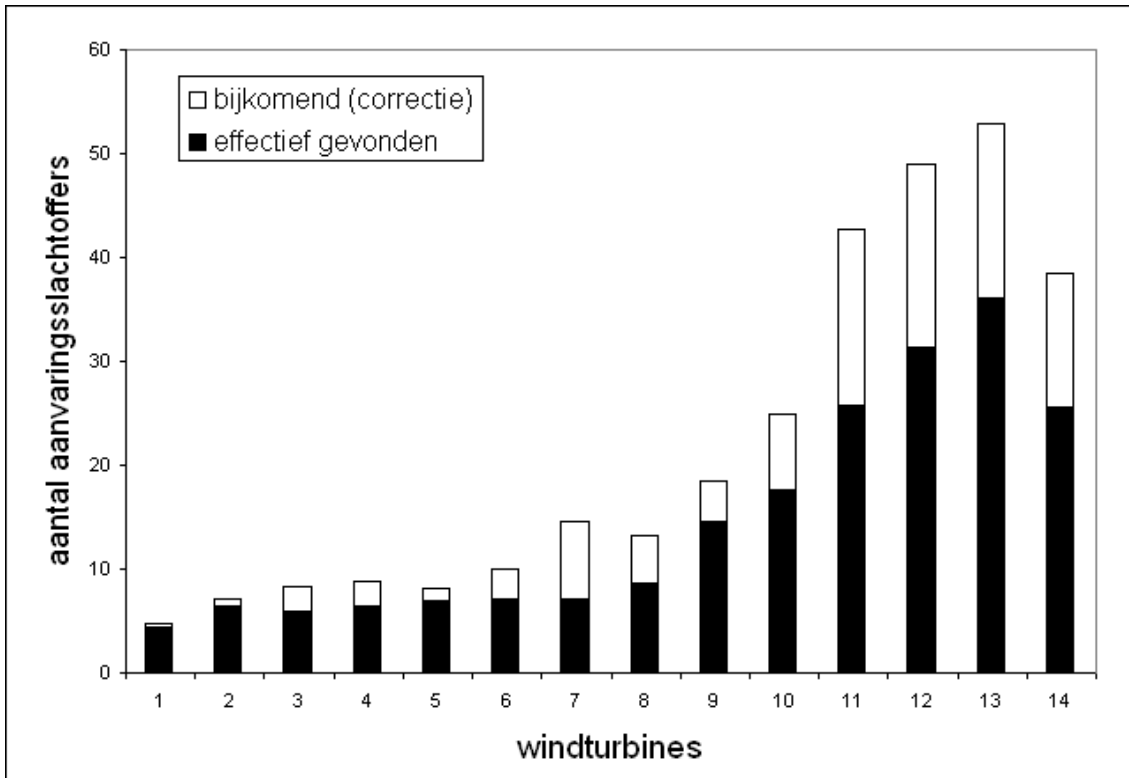
Figuur 46 Maandverdeling van het gemiddeld aantal aanvaringslachtoffers (alle vogels) in de periode 2002-2006 (gevonden, en totaal na correctie).

Figure 46 Monthly distribution of the mean number of collision fatalities (all birds) in the period 2002-2006 (effectively found, and the total number after correction).



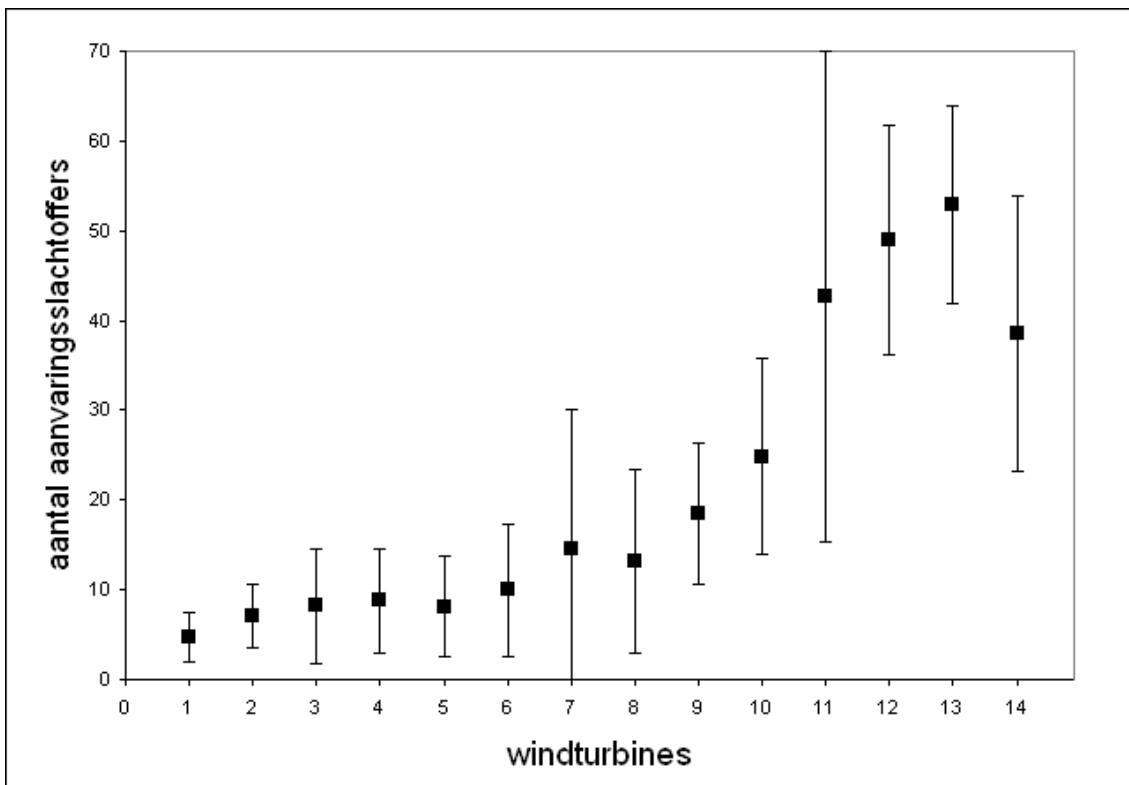
Figuur 47 Idem als figuur 46, met standaarddeviatie.

Figure 47 Idem as figure 46, with standard deviation.



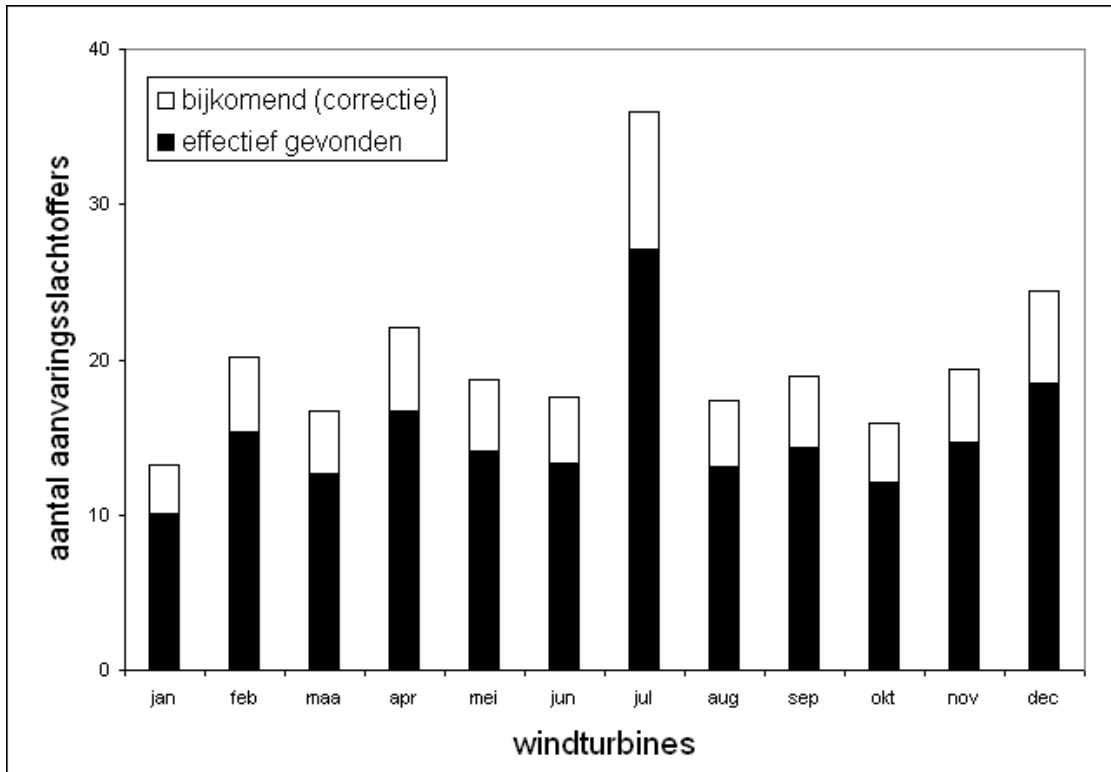
Figuur 48 Gemiddeld jaarlijks aantal aanvaringslachtoffers (alle vogels) in de periode 2002-2006 per windturbine (gevonden, en totaal na correctie).

Figure 48 Mean number of collision fatalities per year (all birds) in the period 2002-2006 per wind turbine (effectively found, and the total number after correction).



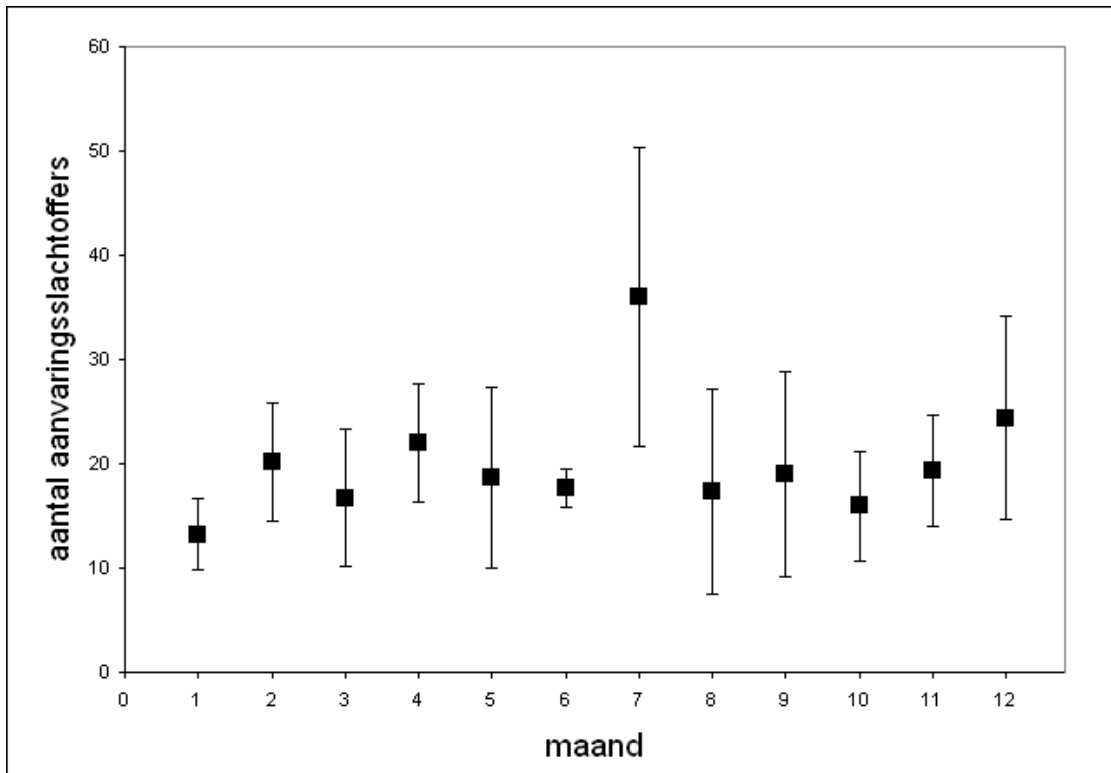
Figuur 49 Idem als figuur 48, met standaarddeviatie.

Figure 49 Idem as figure 48, with standard deviation.



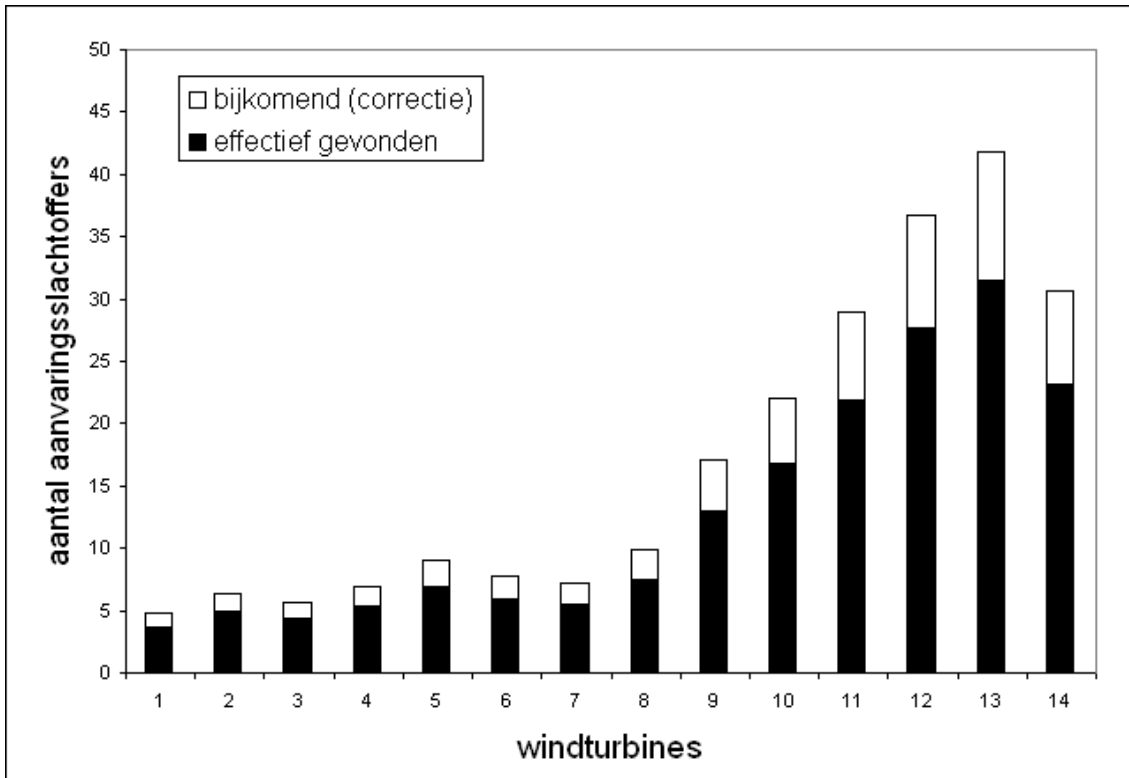
Figuur 50 Maandverdeling van het gemiddeld aantal aanvaringslachtoffers van meeuwen in de periode 2002-2006 (gevonden, en totaal na correctie).

Figure 50 Monthly distribution of the mean number collision fatalities of gulls in the period 2002-2006 (effectively found, and the total number after correction).



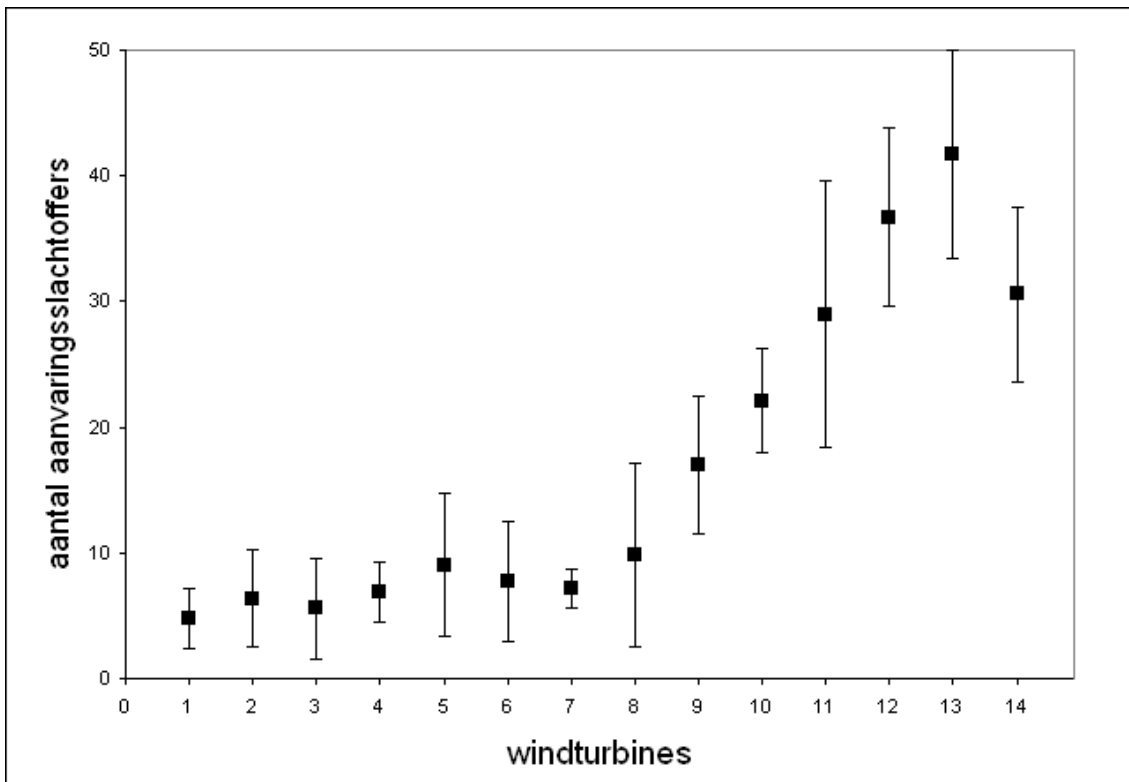
Figuur 51 Idem als figuur 50, met standaarddeviatie.

Figure 51 Idem as figure 50, with standard deviation.



Figuur 52 Gemiddeld jaarlijks aantal aanvaringsslachtoffers van meeuwen in de periode 2002-2006 per windturbine (gevonden, en totaal na correctie).

Figure 52 Mean number collision fatalities per year of gulls in the period 2002-2006 per wind turbine (effectively found, and the total number after correction).



Figuur 53 Idem als figuur 52, met standaarddeviatie.

Figure 53 Idem as figure 52, with standard deviation.

2.2.1.1.2 Aanvaringskans

Voor grote meeuwen (Zilvermeeuw en Kleine Mantelmeeuw) werd een duidelijk hogere aanvaringskans berekend dan voor Kokmeeuw (Tabel 27).

Tabel 27 Berekening van de aanvaringskans voor overvliegende meeuwen ("grote meeuwen"= Zilvermeeuw + Kleine Mantelmeeuw), op basis van het gemiddeld aantal overvliegende meeuwen in de sector met windturbines 8-14 (tot 100m errond. 200m=tussenruimte van lijnopstelling) in de periode september-december 2005, van 2 uur voor zonsopgang tot 4 uur na zonsondergang omdat een verwaarloosbaar aantal werd vastgesteld tijdens enkele nachtelijke tellingen.

Table 27 Assessment of the collision chance for gulls flying to the nearby sleeping-place (Black-headed Gull=A, Herring Gull + Lesser Black-backed Gull=B), on the basis of the mean number of passing gulls in a sector with turbines 8-14 (100m around. 200m=space between the turbines in line) flying at wind turbine height, in the period September-December 2005, from 2 hours before sunrise till 4 hours after sunset because a negligible number was found in spot-check during the night.

	hoogte 0-30m <i>height 0-31m</i>	hoogte 31-79m (= rotorhoogte) <i>rotor height</i>	turbine hoogte 0-79m <i>turbine height</i>
Gemiddeld aantal Kokmeeuwen overvliegend per dag in september - december 2005	213	483	696
Gemiddeld aantal grote meeuwen overvliegend per dag in september - december 2005	85	255	339
Gemiddeld aantal Kokmeeuwen overvliegend gedurende september - december (4 maand)	26010	58905	84915
Gemiddeld aantal grote meeuwen overvliegend gedurende september - december (4 maand)	10350	31050	41400
Aanvaringskans, op basis van gemiddeld aantal (vastgestelde) overvliegende Kokmeeuwen (A)	-	1 / 3682 (= 0,027 %)	1 / 5307 (= 0,019 %)
Aanvaringskans, op basis van gemiddeld aantal (vastgestelde) overvliegende grote meeuwen (B)	-	1 / 839 (= 0,119 %)	1 / 1119 (= 0,089 %)

2.2.1.2 Verstoringsaspect

2.2.1.2.1 Broedvogels

De resultaten voor de periode 2000-2001 werden reeds beschreven in Everaert et al. 2002. Daaruit kon geen duidelijke trend worden vastgesteld.

In tabel 28 is de dichtstbijzijnde afstand tot de windturbines weergegeven waarop enkele broedvogels nog werden aangetroffen.

Tabel 28 Afstand van broedvogels tot de windturbines langs het Boudewijnkanaal.

Table 28 Distance of breeding birds to the turbines alongside the Boudewijn-canal.

Soort/Soortgroep Species	Afstand (m) van nestlocatie broedvogels <i>Distance (m) of breeding location</i>	Afstand (m) van foeragerende broedvogels <i>Distance (m) of breeding birds</i>
Tureluur (<i>Redshank</i>)	100	30
Scholekster (<i>Oystercatcher</i>)	80	20
Grutto (<i>Black-tailed Godwit</i>)	100	30
Kievit (<i>Lapwing</i>)	100	30
Patrijs (<i>Grey Partridge</i>)	100	30
Graspieper (<i>Meadow Pipit</i>)	50	20
Graszanger (<i>Zitting Cisticola</i>)	70	40

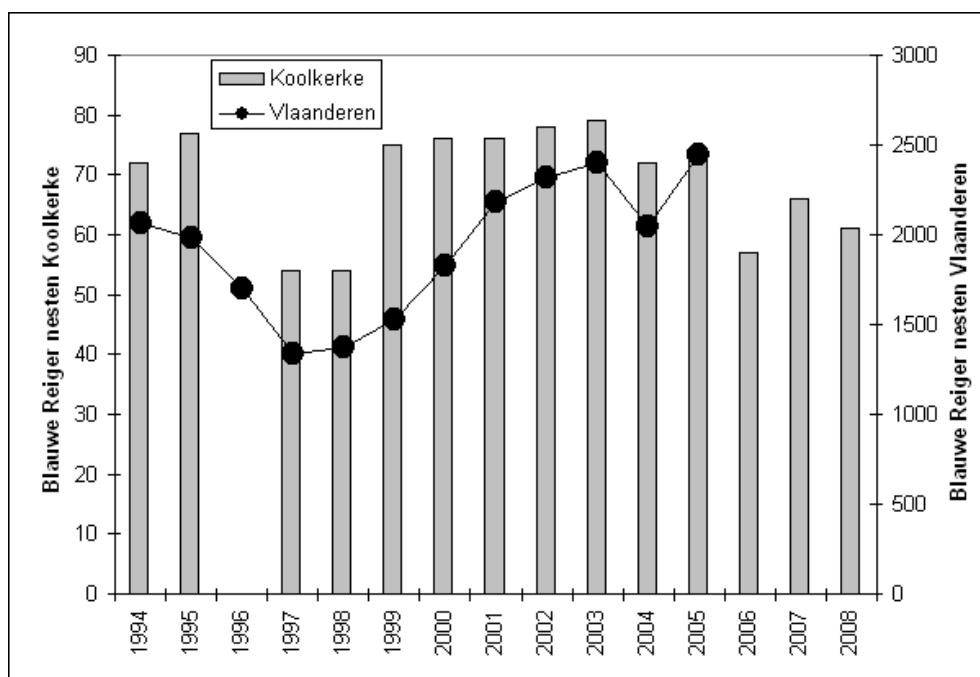
Er was geen duidelijk verschil in aantallen broedparen van Tureluur, Scholekster en Grutto tussen 2001 (referentiesituatie zonder turbines) en 2002-2006 voor de 6 meest noordelijke turbines (Tabel 29). Vermoedelijk hebben enkele koppels Grutto zich na 2001 verplaatst naar de andere zones op ongeveer gelijke afstand tot de windturbines, maar zekerheid daarover bestaat er niet.

Tabel 29 Verschil in aantal broedkoppels steltlopers rond de windturbines (2001 tov. periode 2002-2006).

Table 29 Difference of breeding birds alongside the turbines (2001 versus period 2002-2006).

	2001	Max. tijdens 2002-2006
Zone rond windturbine 9	Tureluur: 2 koppels Grutto: 5 koppels	Tureluur: 1 koppel Grutto: 1 koppel Scholekster: 1 koppel
Zone rond windturbine 11	-	Grutto: 1 koppel Scholekster: 1 koppel
Zone rond windturbine 14	?	Tureluur: 3 koppels Grutto: 2 koppels Scholekster: 1 koppel

De meest zuidelijke turbine staat op een minimumafstand van ongeveer 500m tot de broedkolonie van Blauwe Reigers aan het Kasteel Ten Berghe in Koolkerke. Sinds het plaatsen van de windturbines (eind 2000 eerste 5, en eind 2001 overige 9), werd in die kolonie geen duidelijke daling van het aantal broedkoppels vastgesteld (Figuur 54). De daling in Koolkerke sinds 2004 zal wellicht te wijten zijn aan andere factoren.



Figuur 54 Evolutie aantal nesten Blauwe Reiger in Koolkerke en Vlaanderen. Gegevens Vogelwerkgroep Mergus.

Figure 54 Evolution of Grey Heron nests in Koolkerke and Flanders. Data from Mergus.

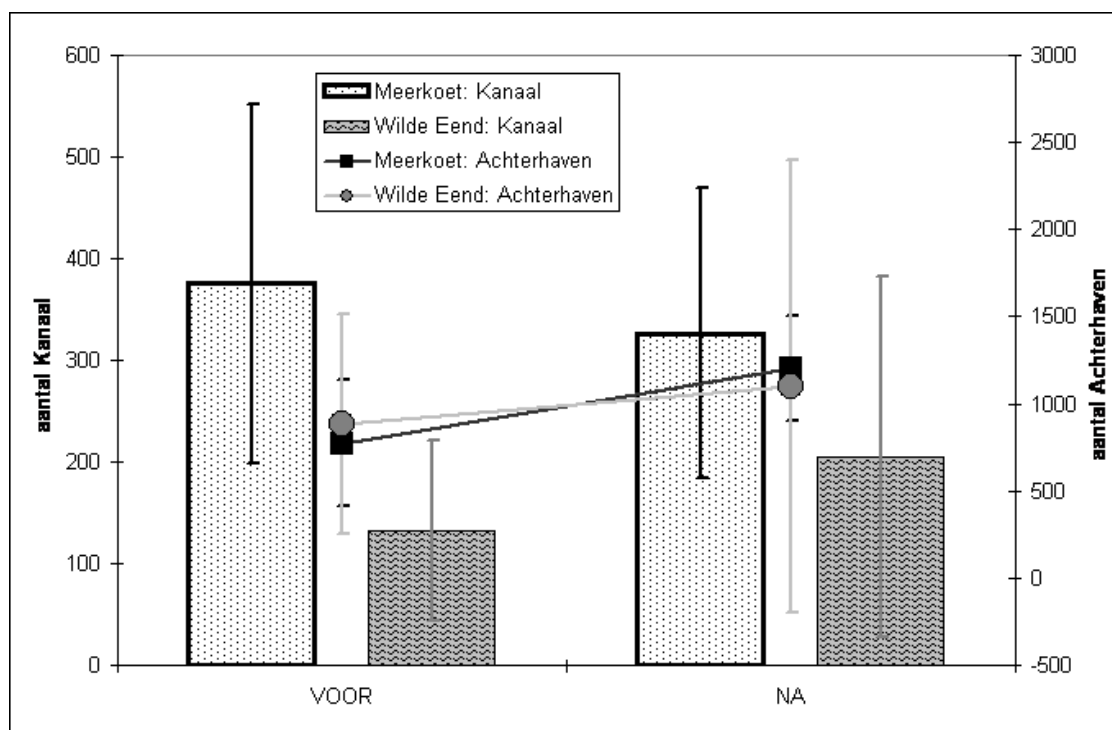
2.2.1.2.2 Pleisterende en rustende vogels

De waargenomen minimumafstand van pleisterende en rustende vogels tot de windturbines zijn weergegeven in tabel 30. Een significant verschil in aantal pleisterende Wilde Eenden en Meerkoeten 'voor' en 'na' het plaatsen van de windturbines langs het kanaal (winter 2000/2001 versus 2001/2002), in vergelijking met een ander pleistergebied in de 'Achterhaven' van Zeebrugge (als controlegebied) kon niet worden aangetoond door grote variaties (Figuur 55).

Tabel 30 Dichtstbijzijnde waarnemingsafstanden tot de turbines van niet-broedende pleisterende en rustende vogels bij de turbines langs het Boudewijnkanaal (Nvt= geen grote groepen waargenomen).

Table 30 Nearest observed distance to the wind turbines of non-breeding foraging or resting birds at wind turbines alongside the Boudewijn-canal (Nvt. No large groups observed).

Soort/Soortgroep Species	Afstand (m) van individuen of kleine groep. <i>Distance (m) of individuals or small group</i>	Afstand (m) van groep met > 50 vogels. <i>Distance (m) of group with > 50 birds</i>
Fuut (<i>Great Crested Grebe</i>)	60	Nvt.
Dodaars (<i>Little Grebe</i>)	60	Nvt.
Aalscholver (<i>Cormorant</i>)	50	Nvt.
Blauwe Reiger (<i>Grey Heron</i>)	60	Nvt.
Meerkoet (<i>Coot</i>)	20	20
Wilde Eend (<i>Mallard</i>)	50	350
Slobeend (<i>Shoveler</i>)	150	Nvt.
Kuifeend (<i>Tufted Duck</i>)	150	Nvt.
Tafeleend (<i>Common Pochard</i>)	150	500
Smient (<i>Wigeon</i>)	400	Nvt.
Tureluur (<i>Redshank</i>)	50	Nvt.
Scholekster (<i>Oystercatcher</i>)	25	35
Kievit (<i>Lapwing</i>)	40	Nvt.
Watersnip (<i>Common Snipe</i>)	50	Nvt.
Houtsnip (<i>Woodcock</i>)	55	Nvt.
Patrijs (<i>Grey Partridge</i>)	30	Nvt.



Figuur 55 Aantal pleisterende Wilde Eenden en Meerkoeten, 'voor' en 'na' het plaatsen van de windturbines langs het kanaal, en in vergelijking met de Achterhaven als verder gelegen controlegebied.

Figure 55 Difference in non-breeding Mallard and Coot numbers, 'before' and 'after' te construction of the wind turbines alongside the canal, and in comparison with the 'Achterhaven' as control area further away.

2.2.1.2.3 Langsvliegende vogels

De resultaten voor de periode 2000-2001 (5 turbines) werden reeds beschreven in Everaert et al. (2002). Daaruit kon een significante relatie worden vastgesteld tussen de grootte van de vogels (spanwijdte) en de procentuele reactie (kleine koerswijzigingen op korte afstand) op de windturbines bij het kruisen van de turbines (grote vogels relatief meer reacties). Bij een vergelijking van de situatie 'voor' en 'na' het plaatsen van de turbines, bleek ook dat bij de aanwezigheid van de turbines, relatief meer vogels de turbines onder rotorhoogte kruisten in plaats van op rotorhoogte. Dit was vooral het geval voor Blauwe Reiger en in mindere mate voor meeuwen (zie Everaert et al. 2002).

Na de realisatie van de volledige rij windturbines (14) werd vastgesteld dat overvliegende ganzen (Kolganzen, Kleine Rietgans) op de locatie altijd op relatief grote hoogte overvlogen (boven turbinehoogte), zonder uitwijkmanoeuvres (Figuur 56,57). Er is echter hiervoor geen referentiesituatie. Waarschijnlijk was dit ook al voordat de turbines werden gebouwd.



Figuur 56 Overvliegende Kolganzen op grote hoogte.

Figure 56 Daily local migration of White-fronted Goose at high altitude.



Figuur 57 Globale weergave (routes) van overvliegende Kolganzen en Kleine Rietganzen.

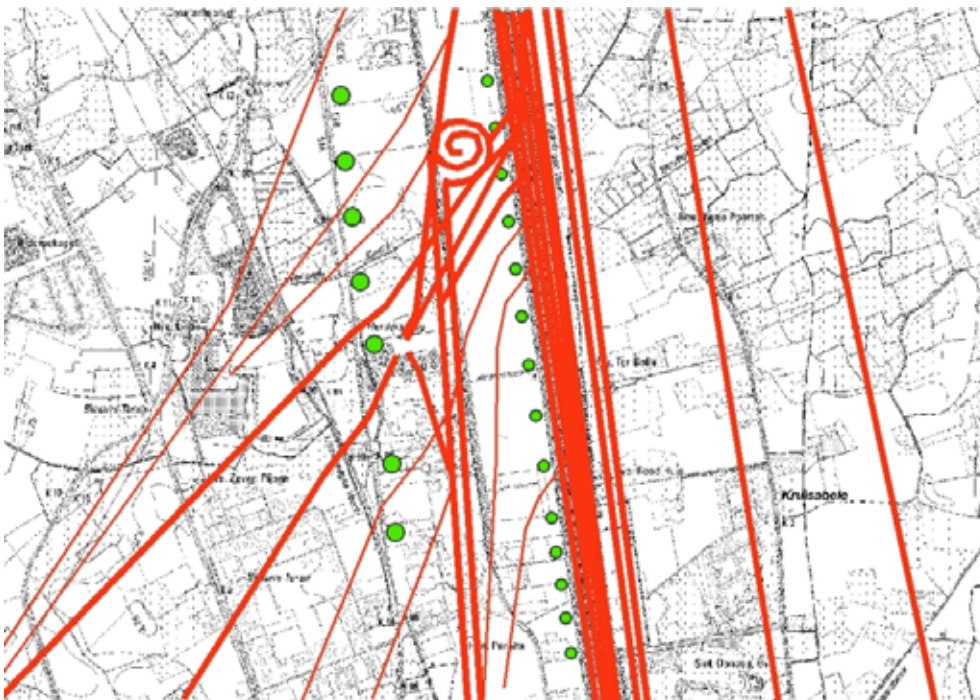
Figure 57 Daily local migration of White-fronted Geese and Pink-footed Geese, above turbine height.

Er kon geen duidelijke barrièrewerking door de windturbines worden vastgesteld voor overvliegende meeuwen op slaaptrek (vooral Kokmeeuw, Zilvermeeuw, Kleine Mantelmeeuw), maar een referentiesituatie met systematische tellingen 'voor' het plaatsen van de turbines ontbreekt. Voor een eventueel klein barrière-effect werd het uitwijkpercentage ingeschat op minder dan 50%. In 2001 maakten 9% van de op rotorhoogte overvliegende Kokmeeuwen wel kleine koerscorrecties waarna ze de rij turbines doorkruisten, voor de grotere Zilvermeeuw was dit ongeveer 57% (details zie Everaert et al. 2002). De meeste (vele duizenden) meeuwen kwamen 's avonds, zoals ook 'voor' de bouw van de turbines, vanuit zuidelijke richting langs het kanaal aangevlogen (Figuur 58, 59) en hoefden de rij turbines niet te kruisen. Een kleiner aandeel meeuwen die vanuit meer zuidwestelijke richting kwamen aangevlogen, kruisten hierbij vooral de meest noordelijke turbines (ook op rotorhoogte), met een aanvaringskans tot gevolg.



Figuur 58 Overvliegende meeuwen 's avonds op slaaptrek thv. windturbine 12.

Figure 58 Daily local migration of gulls towards the sleeping place at wind turbine 12.



Figuur 59 Overvliegende meeuwen richting Noord (slaaptrek).

Figure 59 Daily local migration of gulls towards the sleeping place in the North.

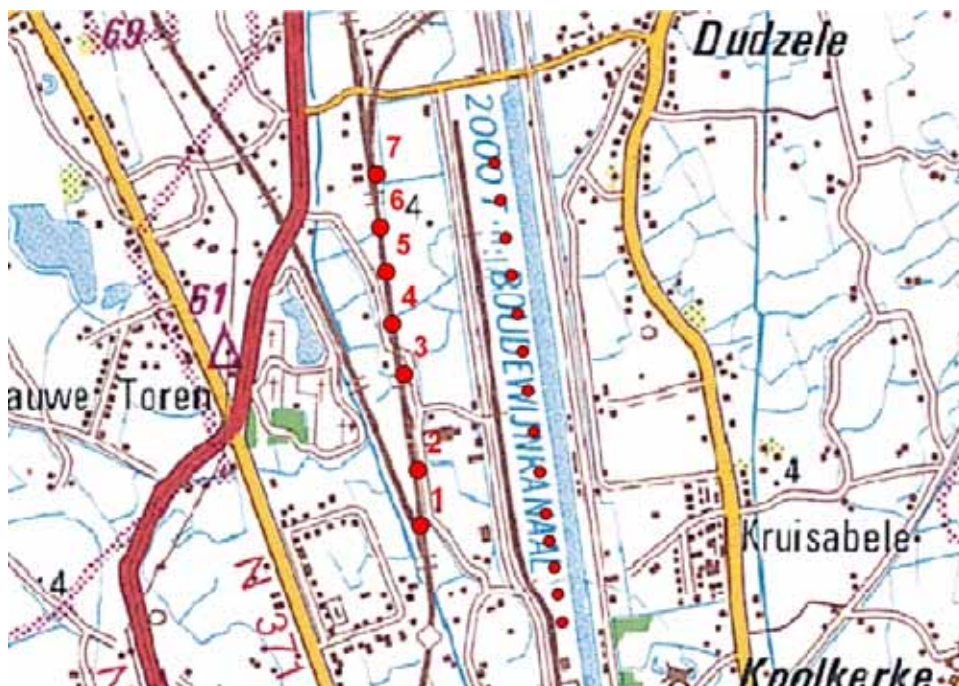
2.3 Kleine Pathoekeweg, Brugge

Sinds begin 2005 staan er 7 grote windturbines van elk 1800 kW (1,8 MW) langs de Kleine Pathoekeweg, Sint-Pietersstraat en Korte Gotevlietstraat in Brugge. De turbines hebben een masthoogte van 85m en rotordiameter 70m, en staan opgesteld in een rij, evenwijdig met de naastliggende spoorweg (ten W) en de Pathoekeweg met de 14 middelgrote 600 kW windturbines langs het Boudewijnkanaal (ten O). De turbines staan op voornamelijk braakliggende grond gelegen tussen de industriegebouwen en de spoorweg (Figuur 60-62).



Figuur 60 Deel van windpark Kleine Pathoekeweg.

Figure 60 Part of wind farm Pathoekeweg.



Figuur 61 Windpark langs Kleine Pathoekeweg (nr. 1-7). Zie 2.2. voor oostelijke rij van 14 turbines.

Figure 61 Windfarm near Kleine Pathoekeweg (nr. 1-7). See 2.2. for the other eastern line of 14 turbines.

Nationaal tot internationaal belangrijke vogelgebieden in de omgeving zijn de Uitkerkse polders op meer dan 3,5 km en andere ganzengebieden inclusief achterhaven Zeebrugge op meer dan 900 m. Het Boudewijnkanaal op ongeveer 600m ten oosten van de turbines, is van regionaal belang voor watervogels (eenden) en tijdens strenge winterperiodes soms van nationaal belang.

Op ongeveer 1200m ten ZO (Kasteel Ten Berge, Koolkerke) is een broedkolonie van Blauwe Reiger (tot ca. 77 koppels) aanwezig.

Specifieke bijkomende informatie over Materiaal en Methode:

In de periode september-december 2005 werden op 4 teldagen ook alle overvliegende meeuwen geteld in de zone tussen turbine 3 en 7. Vrijwel alle vliegbewegingen waren 's morgens en 's avonds ('s nachts een verwaarloosbaar aantal). De gegevens (gemiddelde aantallen) van deze vliegbewegingen werden geëxtrapoleerd voor de hele periode en vergeleken met het aantal aanvaringslachtoffers. Op die manier was het mogelijk om een aanvaringskans te berekenen ter hoogte van de windturbines.



Figuur 62 Windturbines met aanduiding van 100m zoekcirkel, en beschikbaar zoekoppervlak. De oppervlakte tot ongeveer 110m werd als test (waar mogelijk) ook sporadisch afgezocht naar grote vogels.

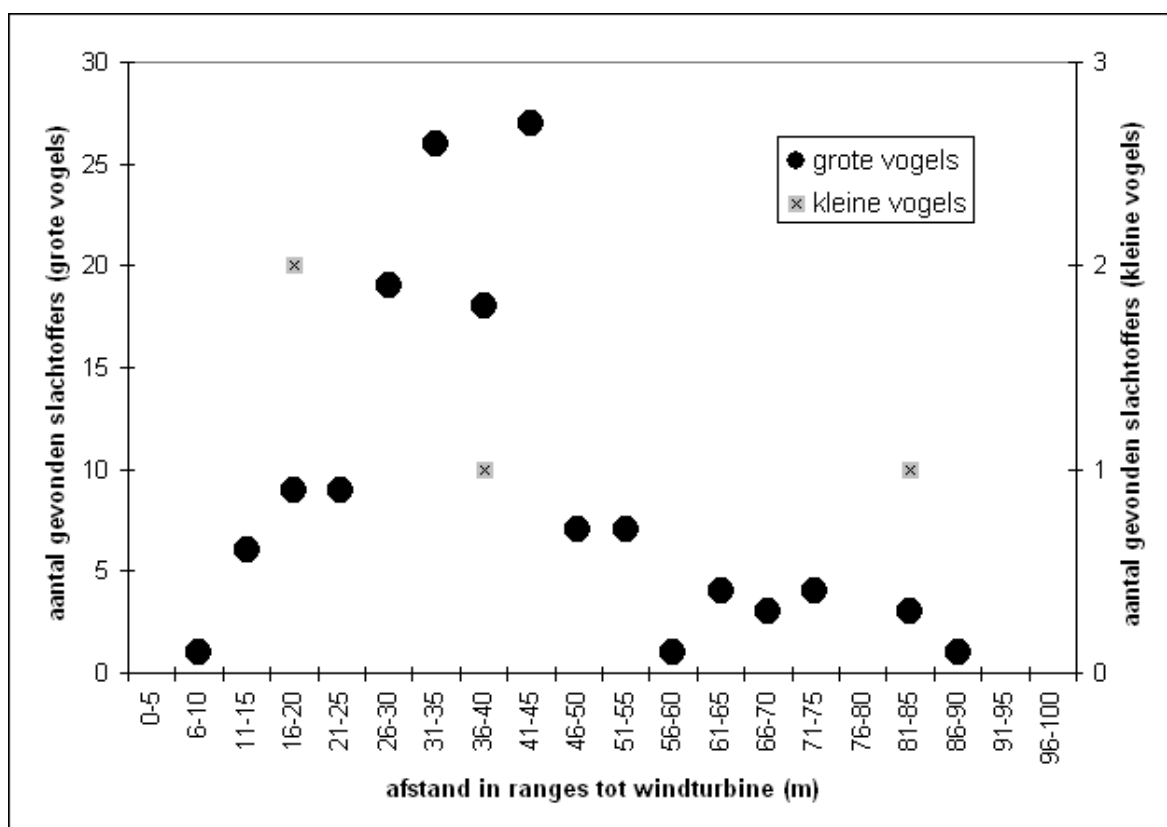
Figure 62 Wind turbines with 100m buffer, and real available search area. The area up to 110m around the turbines (where possible) was also sporadically searched (as test) for large birds.

2.3.1 Resultaten

2.3.1.1 Aanvaringsaspect

2.3.1.1.1 Mortaliteit

Het aantal aanvaringslachtoffers aan de 7 windturbines was gemiddeld ongeveer 296 vogels per jaar (288-303), met geen significant verschil tussen bepaalde zones (Tabel 31; Figuur 65-72). Er werden het gehele jaar door meeuwenslachtoffers gevonden, met een piek in de zomerperiode, voornamelijk de meest algemene meeuwen waaronder Zilvermeeuw, Kleine Mantelmeeuw en Kokmeeuw. Het ging hierbij voornamelijk om meeuwen die tijdens de slaaptrek voorbijvlogen richting Zeebrugge en terug. Andere soorten die eenmalig of in relatief kleine aantallen in aanvaring kwamen zijn o.a. Wilde Eend, Houtduif, Sperwer, Zanglijster en Spreeuw (zie volledige lijst in Bijlage 1-7). De afstand waarop de aanvaringslachtoffers werden vastgesteld varieerde van 0 tot bijna 100m tot de dichtstbijzijnde windturbine (Figuur 63).



Figuur 63 Afstand tot de windturbines waarop de effectief gevonden aanvaringslachtoffers in 2005 en 2006 werden vastgesteld. Niet de volledige oppervlakte binnen de zoekcirkel kon afgezocht worden (zie correctiefactor beschikbaar zoekoppervlak).

Figure 63 Distance to the wind turbines where the found collision fatalities ('grote vogels'= large birds, 'kleine vogels'= small birds) in 2005 and 2006 were recorded. Not the whole area within the search circle could be searched (see correction factor available search area).

Tabel 31 Aantal aanvaringsslachtoffers aan de windturbines langs de Kleine Pathoekeweg, Sint-Pietersstraat en Korte Gotevlietstraat te Brugge in 2005 en 2006, met het gemiddeld aantal per windturbine per jaar. Het 'effectief gevonden' aantal, zonder correctie voor beschikbaar zoekoppervlak, zoek efficiëntie en predatie, is tussen haakjes weergegeven.

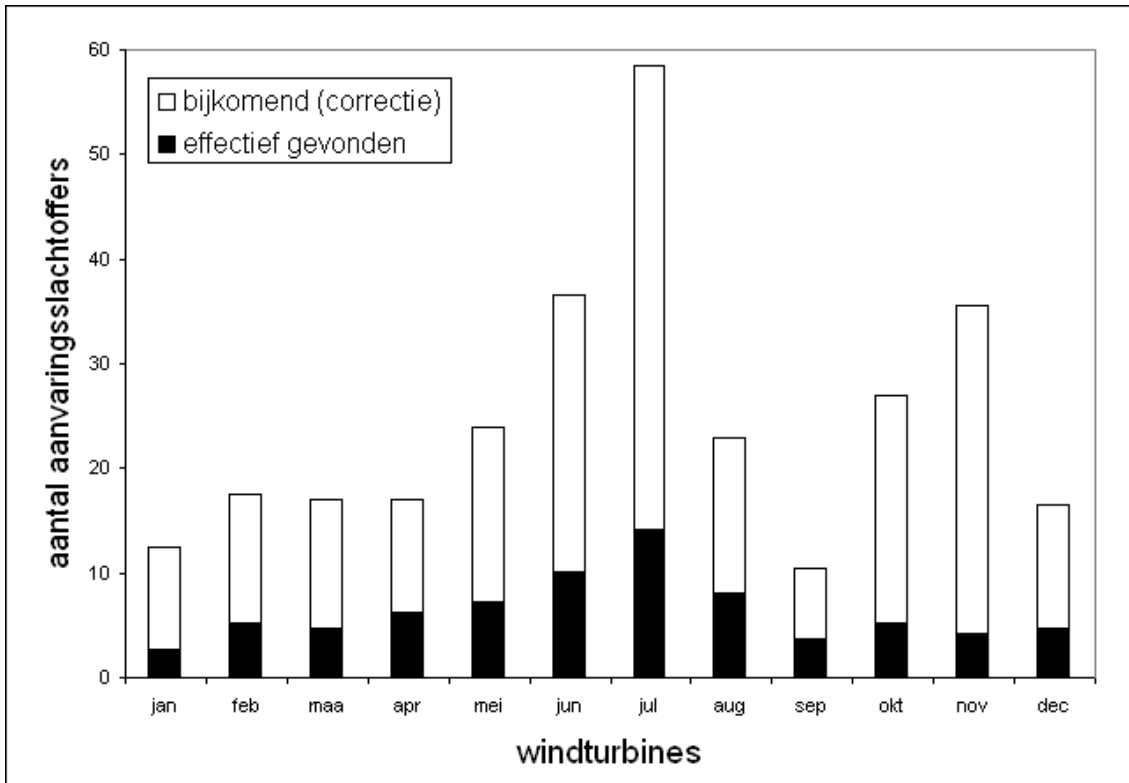
Table 31 Number of collision fatalities from the wind farm alongside the Kleine Pathoekeweg, Sint-Pietersstraat and Korte Gotevlietstraat in Bruges in 2005 and 2006, with the mean number per turbine per year (gulls + other large birds, and small birds). The 'found' numbers without correction factors are presented between brackets.

Jaar: Windturbines Year: Wind turbines	Meeuwen + overige grote vogels Gulls + other large birds	Kleine vogels Small birds	Totaal Total	Aantal per windturbine per jaar Number per wind turbine per year
2005: n=7	240,9 + 12,9 (72 + 5)	50,4 (2)	303,2 (79)	43,3
2006: n=7	220,3 + 14,3 (63 + 4)	53,5 (2)	288,1 (71)	41,2



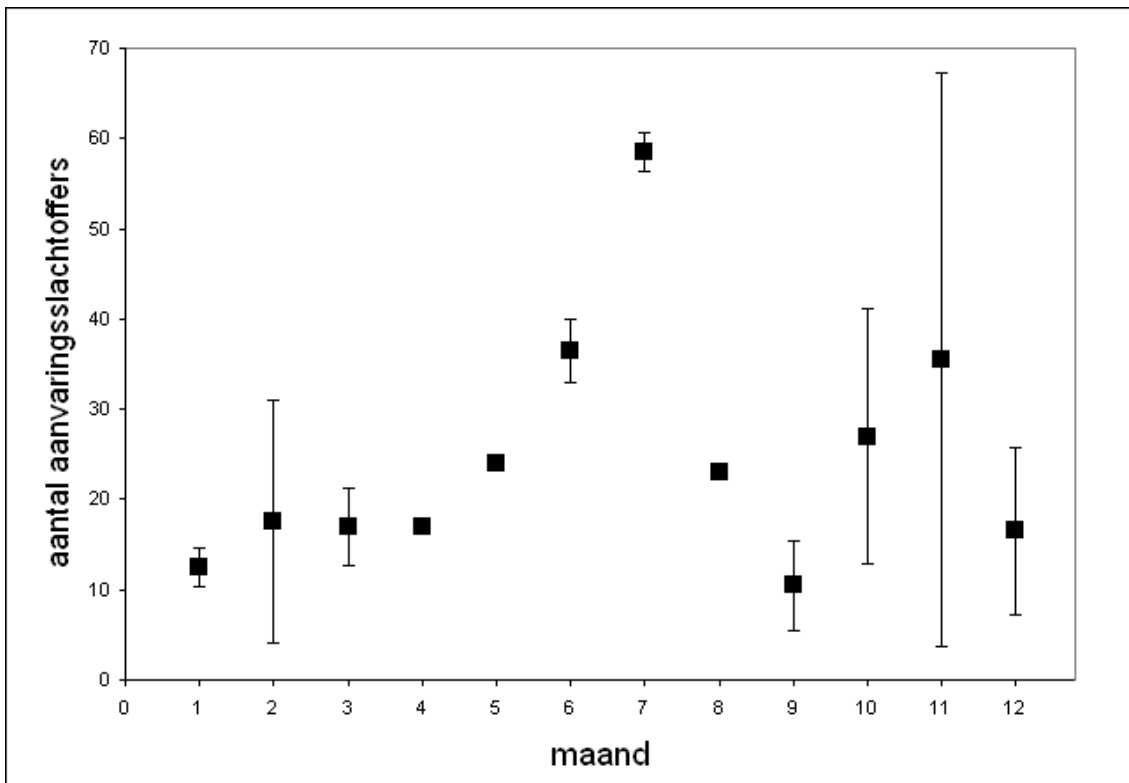
Figuur 64 Aanvaringsslachtoffers: Sperwer en Wilde Eend (links- en rechtsboven), Kleine Mantelmeeuw en Spreeuw (links- en rechtsonder).

Figure 64 Sparrowhawk and Mallard (top left and right), Lesser Black-backed Gull and Starling (bottom left and right).



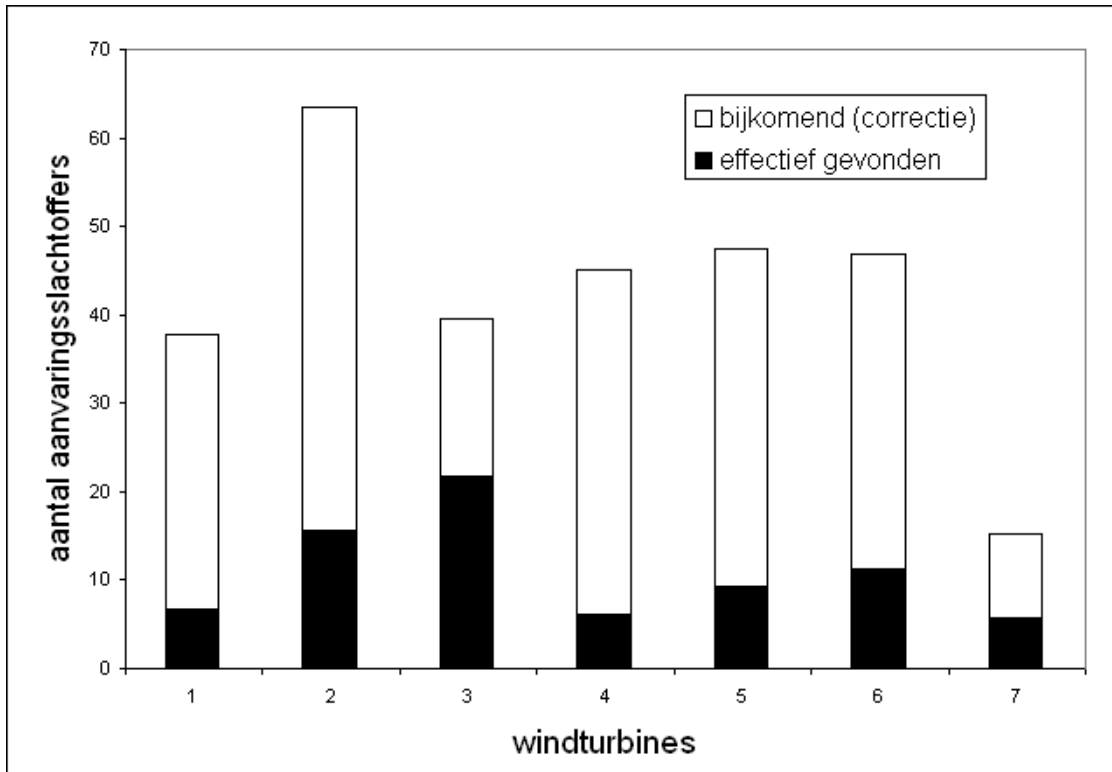
Figuur 65 Maandverdeling van het gemiddeld aantal aanvaringsslachtoffers (alle vogels) in de periode 2005-2006 (gevonden, en totaal na correctie).

Figure 65 Monthly distribution of the mean number of collision fatalities (all birds) in the period 2005-2006 (effectively found, and the total number after correction).



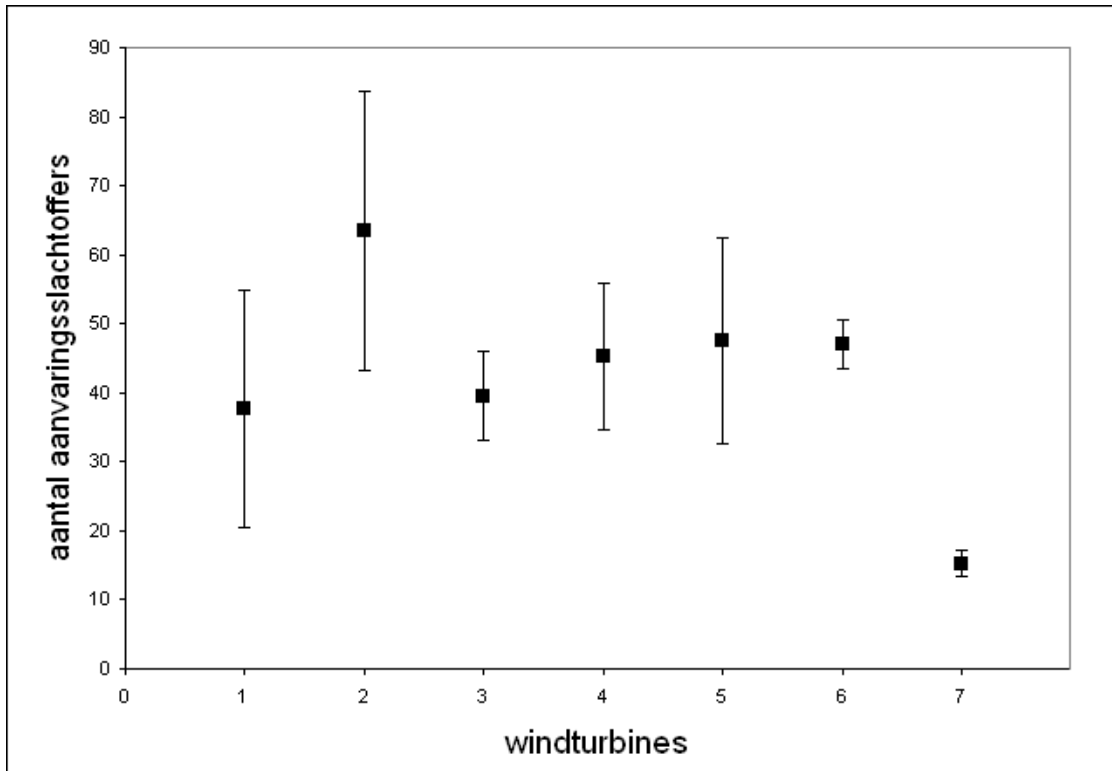
Figuur 66 Idem als figuur 65, met standaarddeviatie.

Figure 66 Idem as figure 65, with standard deviation.



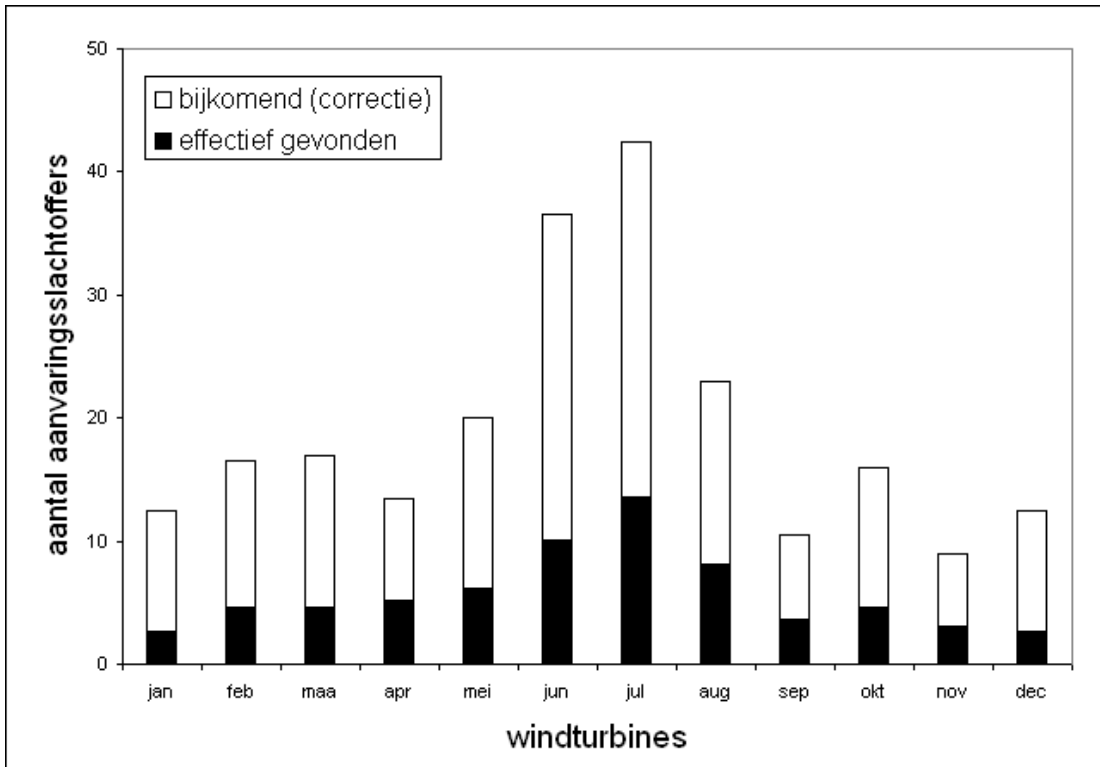
Figuur 67 Gemiddeld jaarlijks aantal aanvaringslachtoffers (alle vogels) in de periode 2005-2006 per windturbine (gevonden, en totaal na correctie).

Figure 67 Mean number collision fatalities per year of all birds in the period 2005-2006 per wind turbine (effectively found, and the total number after correction).



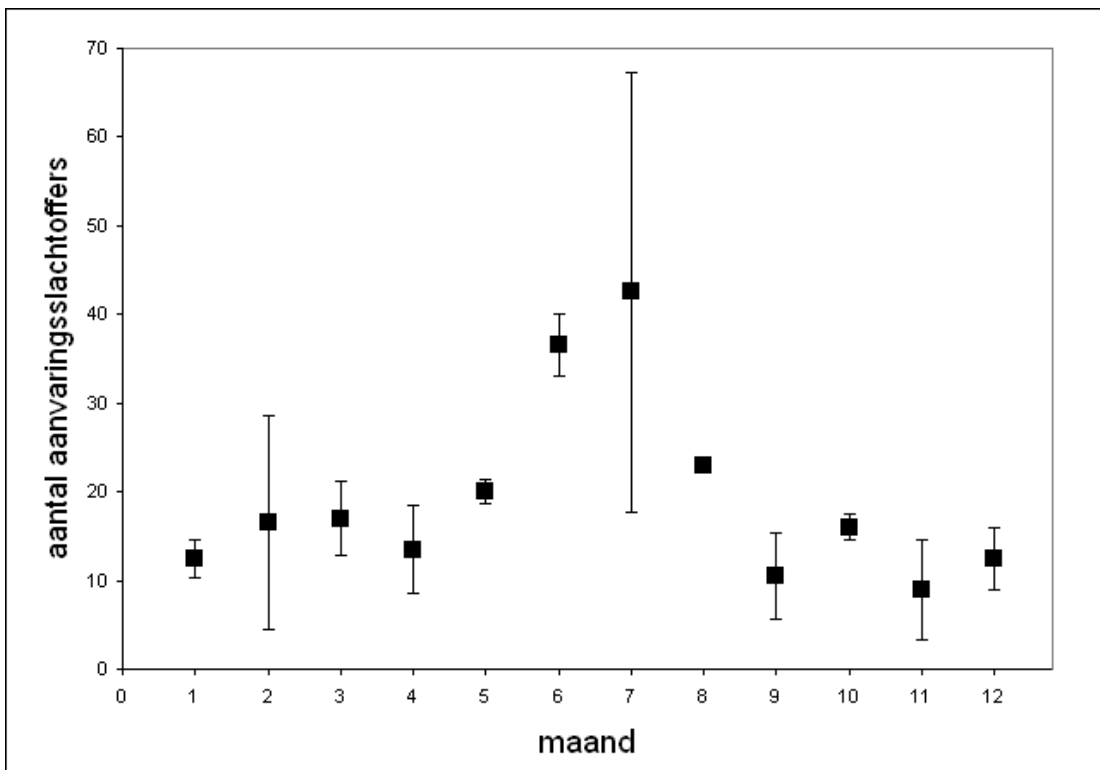
Figuur 68 Idem als figuur 67, met standaarddeviatie.

Figure 68 Idem as figure 67, with standard deviation.



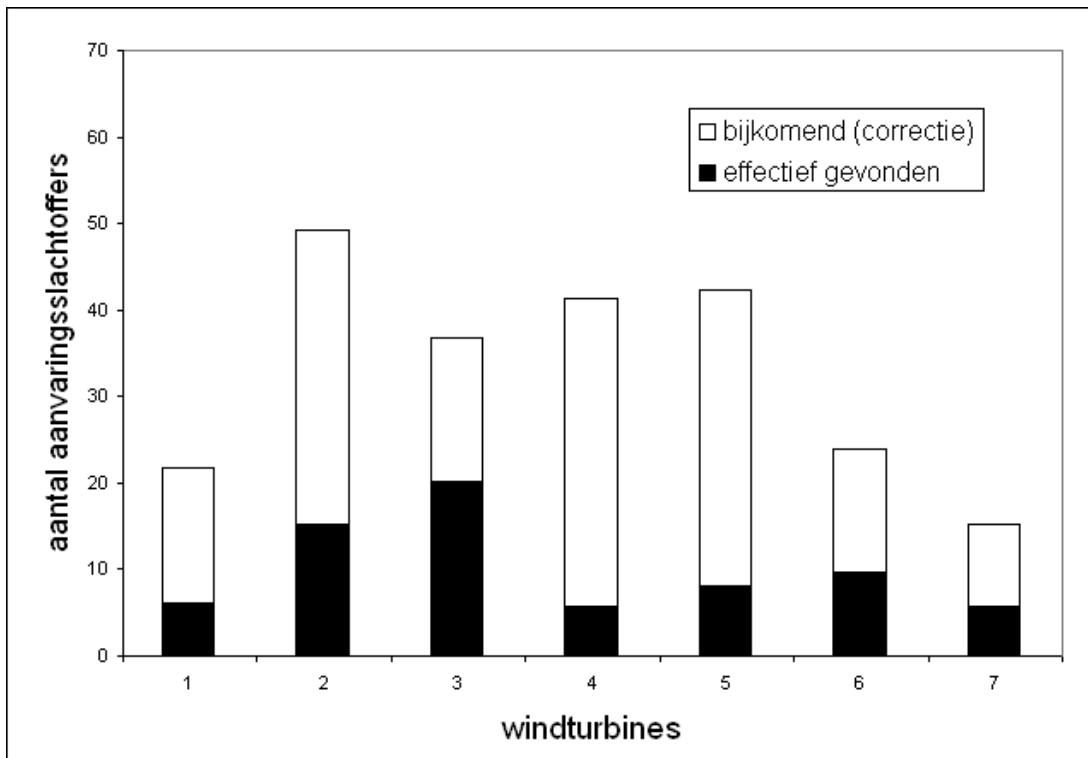
Figuur 69 Maandverdeling van het gemiddeld aantal aanvaringslachtoffers van meeuwen in de periode 2005-2006 (gevonden, en totaal na correctie).

Figure 69 Monthly distribution of the mean number collision fatalities of gulls in the period 2005-2006 (effectively found, and the total number after correction).



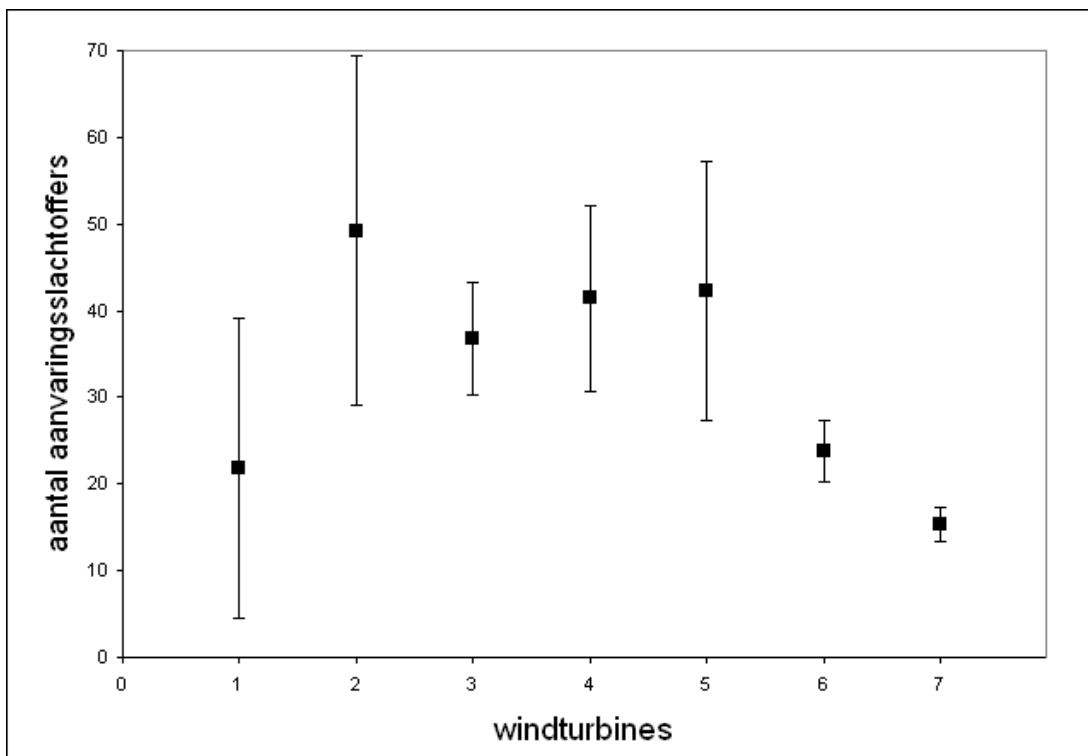
Figuur 70 Idem als figuur 69, met standaarddeviatie.

Figure 70 Idem as figure 69, with standard deviation.



Figuur 71 Gemiddeld jaarlijks aantal aanvaringslachtoffers van meeuwen in de periode 2005-2006 per windturbine (gevonden, en totaal na correctie).

Figure 71 Mean number collision fatalities per gull in the period 2005-2006 per wind turbine (effectively found, and the total number after correction).



Figuur 72 Idem als figuur 71, met standaarddeviatie.

Figure 72 Idem as figure 71, with standard deviation.

2.3.1.1.2 Aanvaringskans

Voor grote meeuwen (Zilvermeeuw en Kleine Mantelmeeuw) werd een duidelijk hogere aanvaringskans berekend dan voor Kokmeeuw (Tabel 32).

Tabel 32 Berekening van de aanvaringskans voor overvliegende meeuwen ("grote meeuwen"= Zilvermeeuw + Kleine Mantelmeeuw), op basis van het gemiddeld aantal overvliegende meeuwen in de sector met windturbines 3-7 (tot ca. 140m errond. 280m=tussenruimte van lijnopstelling) in de periode september-december 2005, van 2 uur voor zonsopgang tot 4 uur na zonsondergang omdat een verwaarloosbaar aantal werd vastgesteld tijdens enkele nachtelijke tellingen.

Table 32 Assessment of the collision chance for gulls flying to the nearby sleeping-place (Black-headed Gull=A, Herring Gull + Lesser Black-backed Gull=B), on the basis of the mean number of passing gulls in a sector with turbines 3-7 (ca. 140m around. 280m=space between the turbines in line) flying at wind turbine height, in the period September-December 2005, from 2 hours before sunrise till 4 hours after sunset because a negligible number was found in a spot-check during the night.

	hoogte 0-49m <i>height 0-50m</i>	hoogte 50-120m (= rotorhoogte) <i>rotor height</i>	turbine hoogte 0-120m <i>turbine height</i>
Gemiddeld aantal Kokmeeuwen overvliegend per dag in september – december 2005	147	198	345
Gemiddeld aantal grote meeuwen overvliegend per dag in september - december 2005	145	182	327
Gemiddeld aantal Kokmeeuwen overvliegend gedurende september – december (4 maand)	17955	24120	42075
Gemiddeld aantal grote meeuwen overvliegend gedurende september – december (4 maand)	17685	22230	39915
Aanvaringskans, op basis van gemiddeld aantal (vastgestelde) overvliegende Kokeeuwen (A)	-	1 / 3015 (= 0,033 %)	1 / 5259 (= 0,019 %)
Aanvaringskans, op basis van gemiddeld aantal (vastgestelde) overvliegende grote meeuwen (B)	-	1 / 695 (= 0,144 %)	1 / 1247 (= 0,080 %)

2.3.1.2 Verstoringsaspect

2.3.1.2.1 Broedvogels

De turbines staan opgesteld in een industriegebied waar weinig bijzondere broedvogels zitten. Aan het waterzuiveringsstation thv. windturbine 3, was de hele periode (tot 2 jaar na het plaatsen van de turbines) Grote Gele Kwikstaart aanwezig. Deze soort blijkt weinig of geen verstoring te ondervinden van de windturbine.

2.3.1.2.2 Pleisterende en rustende vogels

Aan het waterzuiveringsstation thv. windturbine 3, pleisteren en rusten overdag vele tientallen tot max. een paar honderd meeuwen (vooral Kokmeeuw, Zilvermeeuw en Kleine Mantelmeeuw). Deze vogels vliegen hierbij ook regelmatig rond, weliswaar meestal op relatief lage hoogte. Deze meeuwen lijken geen verstoring te ondervinden van de windturbines.

2.3.1.2.3 Langsvliegende vogels

Na de realisatie van de windturbines werd vastgesteld dat overvliegende ganzen (Kolgans) op de locatie altijd op relatief grote hoogte overvlogen (boven turbinehoogte), zonder uitwijkmanoeuvres. Er is echter hiervoor geen referentiesituatie. Waarschijnlijk vlogen de ganzen ook voor de bouw van de turbines op die hoogte, maar daarover bestaat geen zekerheid (zie Figuur 57, deel 2.2.1.2.3).

Net zoals aan de turbines van het Boudewijnkanaal, ondervonden de meeuwen op slaaptrek schijnbaar relatief weinig verstoring door de rij windturbines (zie Figuur 59, deel 2.2.1.2.3.). Er kon geen duidelijke barrièrewerking worden vastgesteld, maar een referentiesituatie met systematische tellingen 'voor' het plaatsen van de turbines ontbreekt. Een groot deel van de meeuwen kruiste zelfs opeenvolgend zowel de rij 1800kW turbines en de rij 600kW turbines, op rotorhoogte als andere hoogtes. Voor een eventueel klein barrière-effect werd het uitwijkpercentage net zoals voor de turbines van het Boudewijnkanaal op minder dan 50% ingeschat.

2.4 Centrale, Schelle

Sinds april 2001 staan er 3 windturbines van elk 1500 kW op het braakliggende terrein aan de oude centrale van Electrabel te Schelle (Figuur 73). De turbines hebben een masthoogte van 85m en rotordiameter 70m.

Het terrein ligt ten zuiden van de Schelde en ten oosten van de monding van de Rupel (Figuur 74 & 75). Op de Schelde en Rupel komen vooral gedurende de winter- en doortrekperiodes grote aantallen watervogels voor. De meeste lokale vliegbewegingen gaan over de Schelde en Rupel zelf (zie verder).



Figuur 73 Windturbines in Schelle.

Figure 73 Wind turbines in Schelle alongside the Schelde river (north) and Rupel canal (west).



Figuur 74 Windturbines in Schelle.

Figure 74 Wind turbines in Schelle alongside the Schelde river (north) and Rupel river and canal (southwest).



Figuur 75 Windturbines met aanduiding van 85m zoekcirkel, en beschikbaar zoekoppervlak. De oppervlakte tot

Figure 75 Wind turbines with 85m buffer, and real available search area. The area up to 120m around the turbines was also sporadically searched (as test) for large birds.

2.4.1 Resultaten

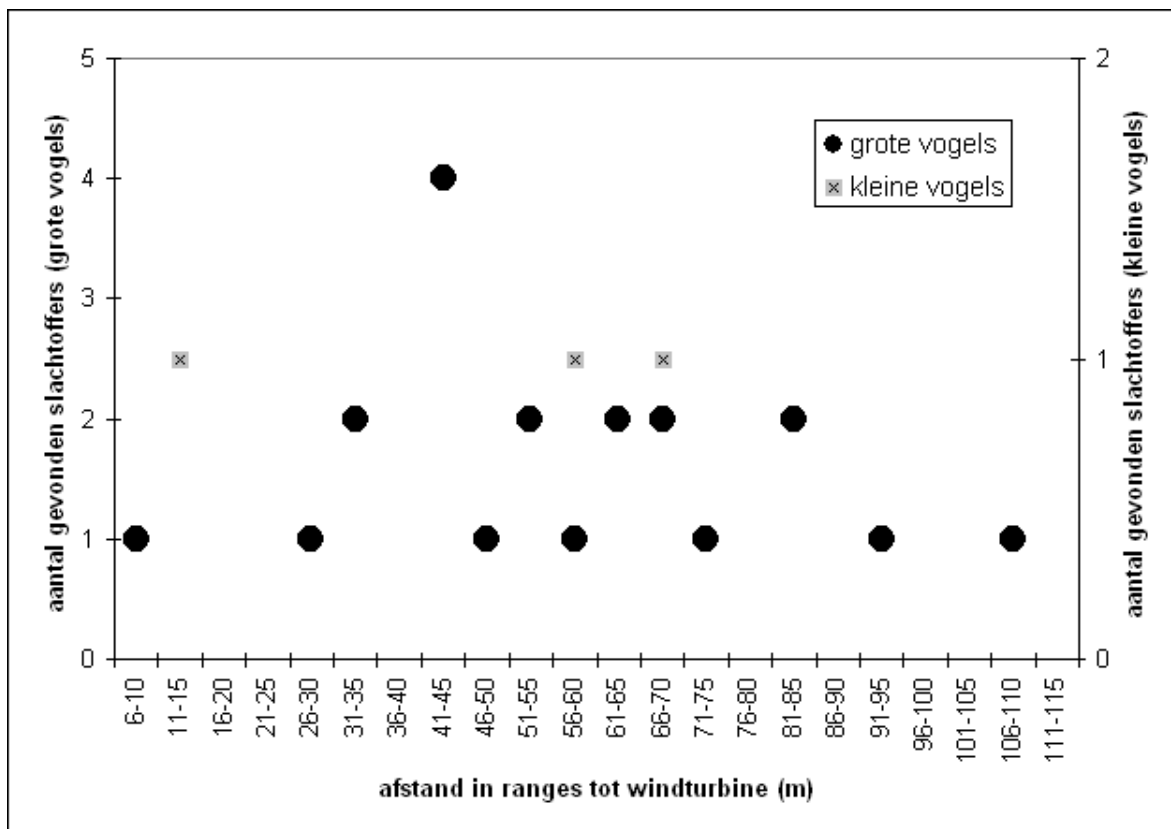
2.4.1.1 Aanvaringsaspect

Het aantal aanvaringslachtoffers (Tabel 33 ; Figuur 76) aan de 3 windturbines was gemiddeld ongeveer 36 vogels per jaar (22-53). Het ging hierbij voornamelijk om Kokmeeuw, Wilde Eend en duiven (vooral Houtduif). Andere soorten die eenmalig of in heel kleine aantallen in aanvaring kwamen zijn o.a. Slechtvalk (waarschijnlijk), Koperwiek, Graspieper, Ekster en Spreeuw (zie volledige lijst in Bijlage 1-7). De afstand waarop de aanvaringslachtoffers werden vastgesteld varieerde van 0 tot ongeveer 110m tot de dichtstbijzijnde windturbine (Figuur 76).

Tabel 33 Aantal aanvaringslachtoffers aan de windturbines thv. de Electrabel centrale te Schelle in 2002 tot 2004, met het gemiddeld aantal per windturbine per jaar. Het 'effectief gevonden' aantal, zonder correctie voor beschikbaar zoekoppervlak, zoekefficiëntie en predatie, is tussen haakjes weergegeven.

Table 33 Number of collision fatalities from the wind farm at the Electrabel powerplant in Schelle in 2002-2004, with the mean number per turbine per year. The 'found' numbers without correction factors are presented between brackets.

Jaar: Windturbines Year: wind turbines	Grote vogels Large birds	Kleine vogels Small birds	Totaal Total	Aantal per windturbine per jaar Number per wind turbine per year
2002: n=3	27,6 (11)	25,2 (1)	52,8 (12)	17,6
2003: n=3	7,0 (5)	15,2 (1)	22,2 (6)	7,4
2004: n=3	8,8 (5)	25,2 (1)	34,0 (6)	11,3



Figuur 76 Afstand tot de windturbines waarop de effectief gevonden aanvaringslachtoffers in de periode 2002-2004 werden vastgesteld. Niet de volledige oppervlakte binnen de zoekcirkel kon afgezocht worden (zie correctiefactor beschikbaar zoekoppervlak).

Figure 76 Distance to the wind turbines where the found collision fatalities ('grote vogels'= large birds, 'kleine vogels'= small birds) in the period 2002-2004 were recorded. Not the whole area within the search circle could be searched (see correction factor available search area).

2.4.1.2 Verstoringsaspect

Het onderzoek naar mogelijke verstoringseffecten werd vooral in 2001 en 2002 uitgevoerd en zijn in detail beschreven in Everaert et al. (2002.). Hieronder volgt een samenvatting van die resultaten, aangevuld met enkele nieuwe vaststellingen.

2.4.1.2.1 Broedvogels

De versturende impact op broedvogels was waarschijnlijk relatief beperkt. Een Buizerd bleef na het plaatsen van de windturbines in de directe nabijheid broeden (ca. 300m van de turbines), maar kwam wel duidelijk minder jagen op het terrein nabij de turbines. Een bezette nestbak van de Slechtvalk bevond zich bij het plaatsen van de windturbines op een schouw ongeveer 150m van de dichtstbijzijnde turbine. In augustus 2002 werd een roofvogelkadaver (waarschijnlijk Slechtvalk) teruggevonden onder één van de turbines, maar er kon niet met zekerheid worden bepaald of het hier een aanvaringslachtoffer betrof. In 2003 werd de nestbak verplaatst naar de hoogspanningsmast op ongeveer 300m van de turbines. In 2004 verdween het mannetje van de Slechtvalk tijdens de broedperiode (er was toen ook maar 1 jong) maar de exacte reden daarvoor is niet gekend. In 2005 deed de soort het opnieuw goed met 3 jongen (De Keersmaecker 2006).

In het gebied 'De Maaienhoek', op 50-300m van de meest noordoostelijke turbine, komen jaarlijks enkele watervogelsoorten tot broeden, zoals de Dodaars, Knobbelzwaan, Bergeend, Krakeend, Wilde Eend, Slobeend en Kuifeend. Er kon voorlopig niet vastgesteld worden dat deze vogels na het plaatsen van de windturbines een significante verstoring ondervonden.

Op (en rond) de betreffende locatie kwamen ook verschillende zangvogelsoorten tot broeden. Een verkennend onderzoek in juni 2001 heeft uitgewezen dat enkele territoria van de Tjiftjaf,

Fitis en Winterkoning gelegen waren tot op een afstand van ongeveer 40m rond de windturbines, een te verwachten situatie (geen aanwijzingen van verstoring) aangezien de bomen en struiken rondom de turbines werden verwijderd.

2.4.1.2.2 Pleisterende en rustende vogels

Grote groepen pleisterende en rustende vogels hielden schijnbaar een grotere afstand tot de turbines dan individuele vogels (Tabel 34). Grote groepen pleisterende eenden zaten meestal op een ruime afstand van meer dan 250m tot de turbines.

Tabel 34 Dichtstbijzijnde waarnemingsafstanden tot de turbines van niet-broedende pleisterende en rustende vogels bij de turbines in Schelle (Nvt= geen grote groepen waargenomen).

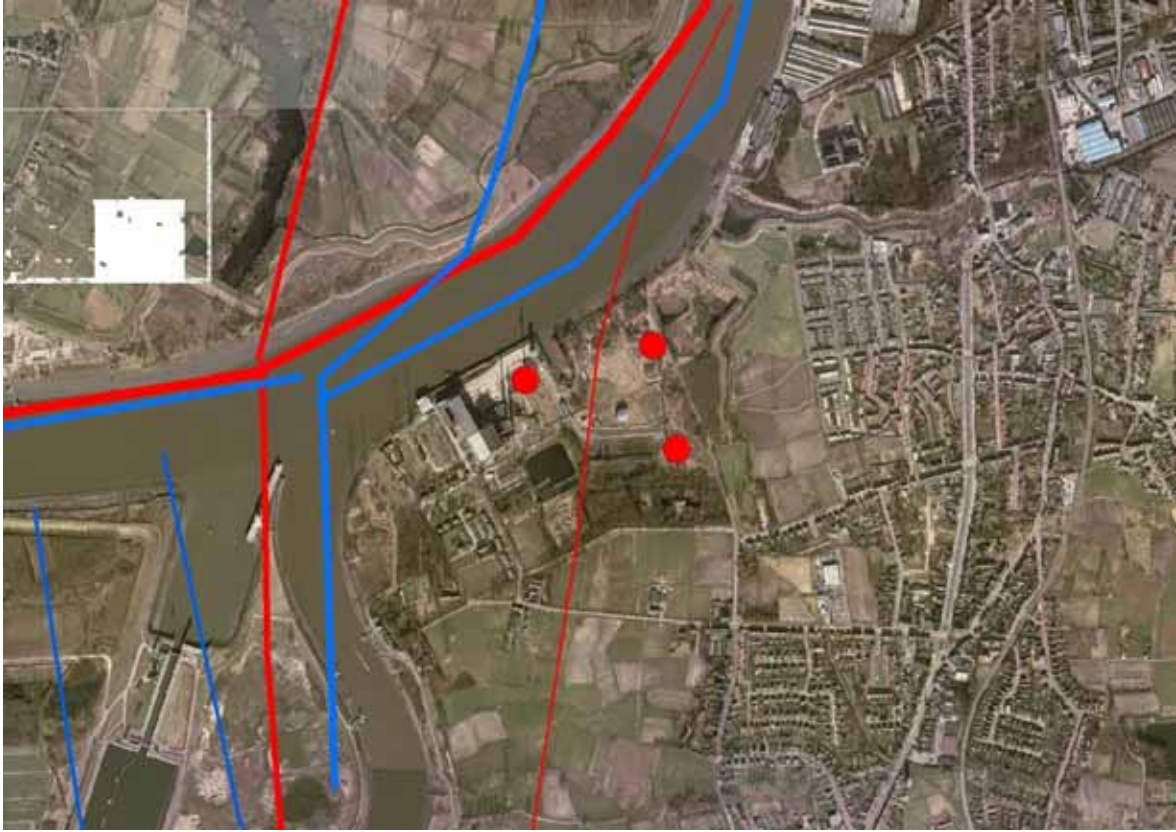
Table 34 Nearest observed distance to the wind turbines of non-breeding foraging or resting birds at wind turbines in Schelle alongside the Schelde river (Nvt. No large groups observed).

Soort/Soortgroep Species	Afstand (m) van individuen of kleine groep. <i>Distance (m) of individuals or small group</i>	Afstand (m) van groep met > 50 vogels. <i>Distance (m) of group with > 50 birds</i>
Blauwe Reiger (<i>Grey Heron</i>)	80	Nvt.
Knobbelzwaan (<i>Mute Swan</i>)	150	Nvt.
Meerkoet (<i>Coot</i>)	100	100
Waterhoen (<i>Moorhen</i>)	150	Nvt.
Bergeend (<i>Common Shelduck</i>)	150	Nvt.
Wilde Eend (<i>Mallard</i>)	80	250
Krakeend (<i>Gadwall</i>)	150	Nvt.
Wintertaling (<i>Common Teal</i>)	100	250
Kuifeend (<i>Tufted Duck</i>)	200	Nvt.
Tafeleend (<i>Common Pochard</i>)	100	250
Kleine Plevier (<i>Little Ringed Plover</i>)	150	Nvt.

2.4.1.2.3 Langsvliegende vogels

In de periode voor het plaatsen van de windturbines vlogen verschillende groepen van de Canadese Gans dagelijks over de betreffende locatie. Na het plaatsen van de turbines maakten deze vogels steeds een ruime bocht omheen de turbines. Hetzelfde effect werd ook vastgesteld bij een overvliegende groep Grauwe Ganzen in het najaar van 2001. Verder vertoonden ook nog de Zilvermeeuw (11%), Wilde Eend (10%) en Zwarte Kraai (6%) relatief veel reacties bij het doorkruisen van de windturbines tijdens de dagperiode (inclusief schemering). Houtduiven vlogen vrijwel altijd op lage hoogte rond in het gebied en vertoonden geen duidelijke reacties op de turbines (zie meer details in Everaert et al. 2002).

De lokale vliegbewegingen van watervogels een meeuwen waren voor het plaatsen van de windturbines niet exact gekend. Na het plaatsen van de windturbines vlogen de meeste plaatselijke watervogels (voedseltrek) en meeuwen (slaaptrek) langs de Schelde en Rupel voorbij, en slechts een klein aandeel van vooral meeuwen ging door het windpark (Figuur 77).



Figuur 77 Globale weergave van belangrijkste dagelijkse vliegroutes (rode lijnen=slaaptrek meeuwen, blauwe lijnen=voedseltrek eenden en andere watervogels).

Figure 77 Most important daily migration (red lines=sleeping migration of gulls, blue lines=foraging migration of waterfowl).

2.5 Rodenhuize, Gent

In 2003 werden 2 windturbines van elk 2000 kW (2 MW) geplaatst op het braakliggende terrein van de elektriciteitscentrale Rodenhuize in Gent (Gentse Kanaalzone). De turbines hebben een masthoogte van 80m en rotordiameter 80m (Figuur 78-80).



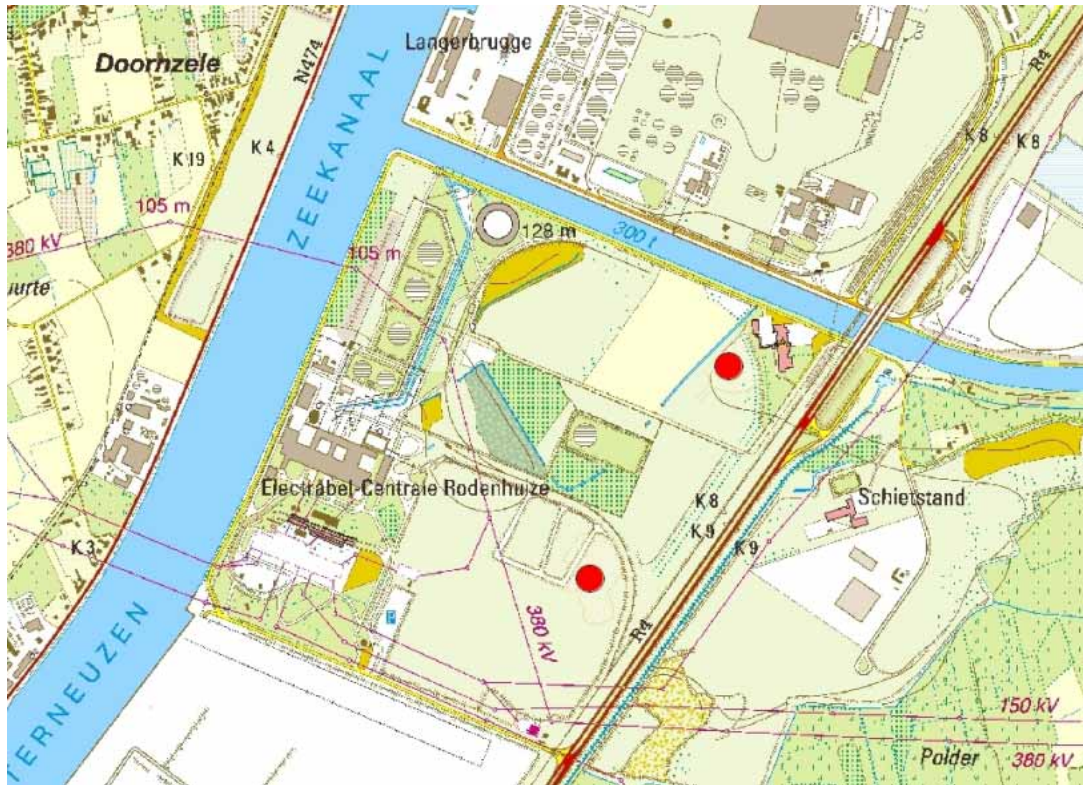
Figuur 78 Eén van de windturbines thv. Rodenhuize in de Gentse Kanaalzone.

Figure 78 One of the wind turbines at Rodenhuize in the industrial area 'Gentse Kanaalzone'.

De Gentse Kanaalzone is een belangrijk overwinteringsgebied voor watervogels in Vlaanderen. Tijdens zachte winterperiodes worden er in het volledige gebied tot ongeveer 10.000 watervogels geteld; in strenge winters kan dit aantal soms oplopen tot ongeveer 20.000 watervogels. Die toename in strenge winterperiodes is een gevolg van het feit dat het kanaal en sommige dokken tijdens vorstperiodes grotendeels gespaard blijven van het dichtvriezen, en dus een belangrijke rol als uitwijkgebied vervullen. Voor diverse eendensoorten heeft de Gentse Kanaalzone trouwens een internationale betekenis. Van de Bergeend, Krakeend, Slobeend, Tafeleend en Kuifeend komt regelmatig minstens 1% van de totale geografische populaties voor in het gebied. De Gentse Kanaalzone voldoet daarmee aan de numerieke criteria van de Internationale Ramsar-Conventie en de Europese Vogelrichtlijn. Het hele gebied werd om die reden ook opgenomen in de lijst van internationaal belangrijke vogelgebieden, gepubliceerd in het naslagwerk "Important Bird Areas in Europe" (Heath & Evans 2000) en update "Important Bird Areas and potential Ramsar Sites in Europe" (Birdlife International 2001). Er wordt van de lidstaten verwacht dat alle gebieden die als "Important Bird Area" zijn vermeld, ook effectief worden erkend als Vogelrichtlijn- en/of Ramsargebied.

Er situeren zich ook belangrijke broedterreinen binnen het gebied, en daarnaast zijn er slaapplekken van o.a. meeuwen en Wulp aanwezig.

De locatie waar de 2 windturbines (Rodenhuize) staan, heeft echter geen grote ornithologische waarde en er doen zich ook relatief weinig dagelijkse vliegbewegingen voor.



Figuur 79 Windturbines thv. Rodenhuize.

Figure 79 Wind turbines at Rodenhuize.



Figuur 80 Windturbines met aanduiding van 100m buffer, en beschikbaar zoekoppervlak.

Figure 80 Wind turbines with 100m buffer, and real available search area.

2.5.1 Resultaten

2.5.1.1 Aanvaringsaspect

In de periode begin januari tot eind december 2004 werden 2 zekere of zeer waarschijnlijke aanvaringslachtoffers vastgesteld onder de noordelijke windturbine; in maart een Zilvermeeuw op een afstand van ongeveer 35m tot de turbine, en in november een Kokmeeuw op ongeveer 72m. Correctiefactoren voor predatie en zoekefficiëntie werden niet toegepast. Er werden immers geen kleine vogels gevonden. Met de correctiefactor voor het beschikbaar zoekoppervlak geeft dit in totaal min. 5,7 aanvaringslachtoffers voor de 2 turbines, of min. 2,8 slachtoffers per windturbine per jaar. Uit predatie-onderzoek op een windturbinelocatie met gelijkaardige vegetatie, bleek een groot percentage (77%) kleine vogels reeds na 7 dagen te verdwijnen door roofdieren zoals roofvogels, katten enz. (Everaert et al. 2002). Door het zoekinterval van 14 dagen kunnen er misschien wel kleine slachtoffers geweest zijn, maar dan zeker geen opmerkelijk groot aantal. De bovengenoemde cijfers kunnen wel best aanzien worden als minima.

2.5.1.2 Verstoringsaspect

Er werd geen specifiek onderzoek uitgevoerd naar eventuele verstoring.

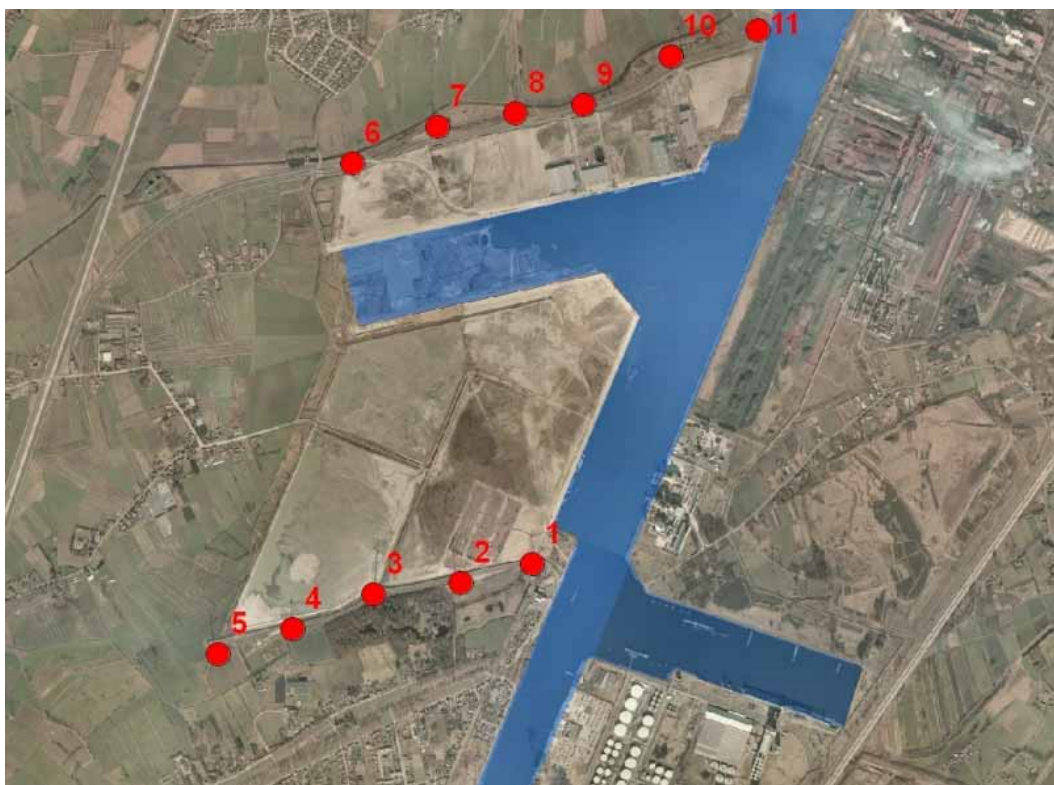
2.6 Kluizendok, Gent

In april 2005 werden 11 windturbines van elk 2000 kW (2 MW) geplaatst in de Gentse Kanaalzone ten noorden en zuiden van het nieuwe Kluizendok, met een masthoogte van 98m en rotordiameter 71m (Figuur 81-83). De turbines staan in industriegebied. Op de dokken en het kanaal Gent-Terneuzen zelf, alsook op enkele nog braakliggende terreinen in de omgeving, komen soms aanzienlijke aantallen vogels voor (zie uitleg in 2.5, Rodenhuize, Gent).



Figuur 81 Noordelijke rij windturbines aan Kluizendok Gentse Kanaalzone.

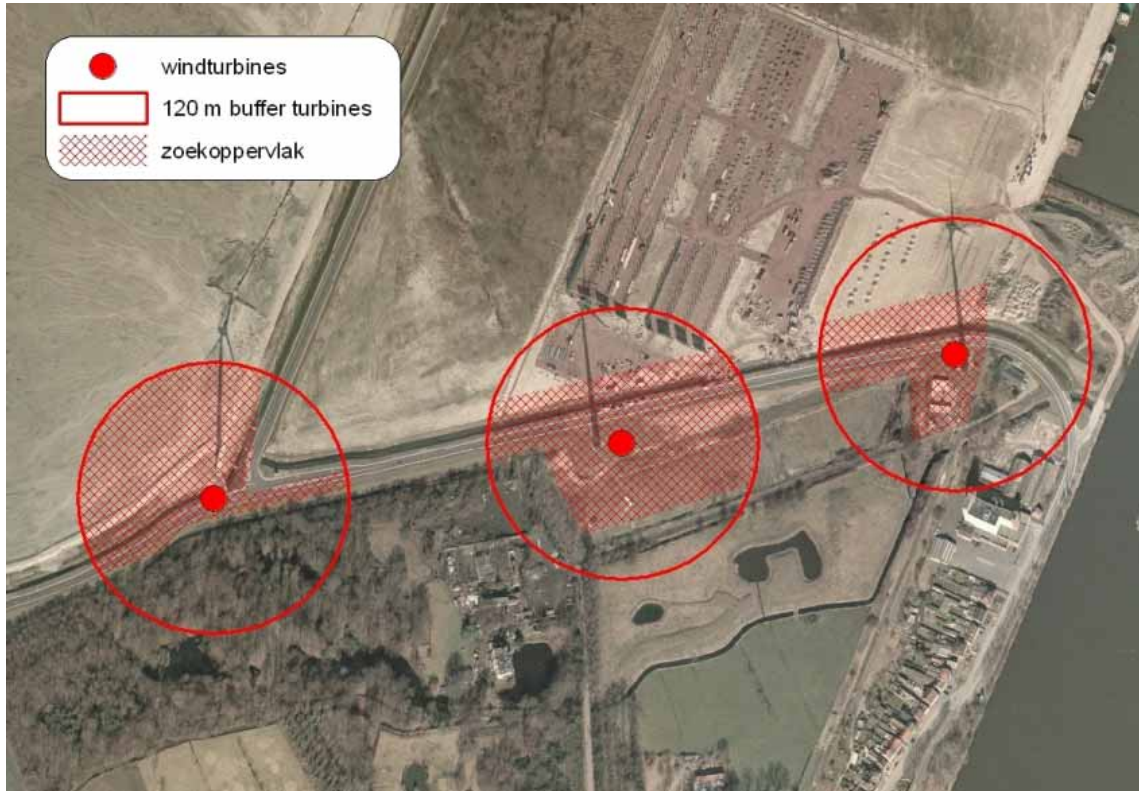
Figure 81 Northern line of wind turbines alongside Kluizendok.



Figuur 82 Windturbines in de Gentse Kanaalzone.

Figure 82 Wind turbines in the industrial (port) zone of Ghent.

Het gebied tussen de 2 rijen windturbines, was enkele jaren geleden een belangrijk broed- en pleistergebied omwille van het ontstaan van een waterplas door de industriële ontwikkeling in de omgeving. In 2000 (samenvallend met de bouw van de turbines) werd gestart met het opspuiten van deze waterplas waardoor dit gebied minder belangrijk werd voor vogels. Er bleven tot 2007 nog enkele kleinere waterplassen liggen in de omgeving.



Figuur 83 Windturbines met aanduiding van 120m buffer, en beschikbaar zoekoppervlak.

Figure 83 Wind turbines with 120m buffer, and real available search area.

Specifieke bijkomende informatie over Materiaal en Methode:

In de periode december 2004 tot maart 2005 werden maandelijks de plaatselijke vliegbewegingen van vogels (voornamelijk watervogels, incl. meeuwen) en de aanwezigheid van lokale vogelpopulaties in de directe nabijheid van de geplande windturbines in kaart gebracht (zowel overdag als 's nachts). Na het plaatsen van de turbines werd getracht om de tellingen opnieuw onder gelijkaardige omstandigheden uit te voeren (december 2005 tot maart 2006), inclusief onderzoek naar de afstanden waarop rustende, foeragerende en/of overtrekkende vogels.

2.6.1 Resultaten

2.6.1.1 Aanvaringsaspect

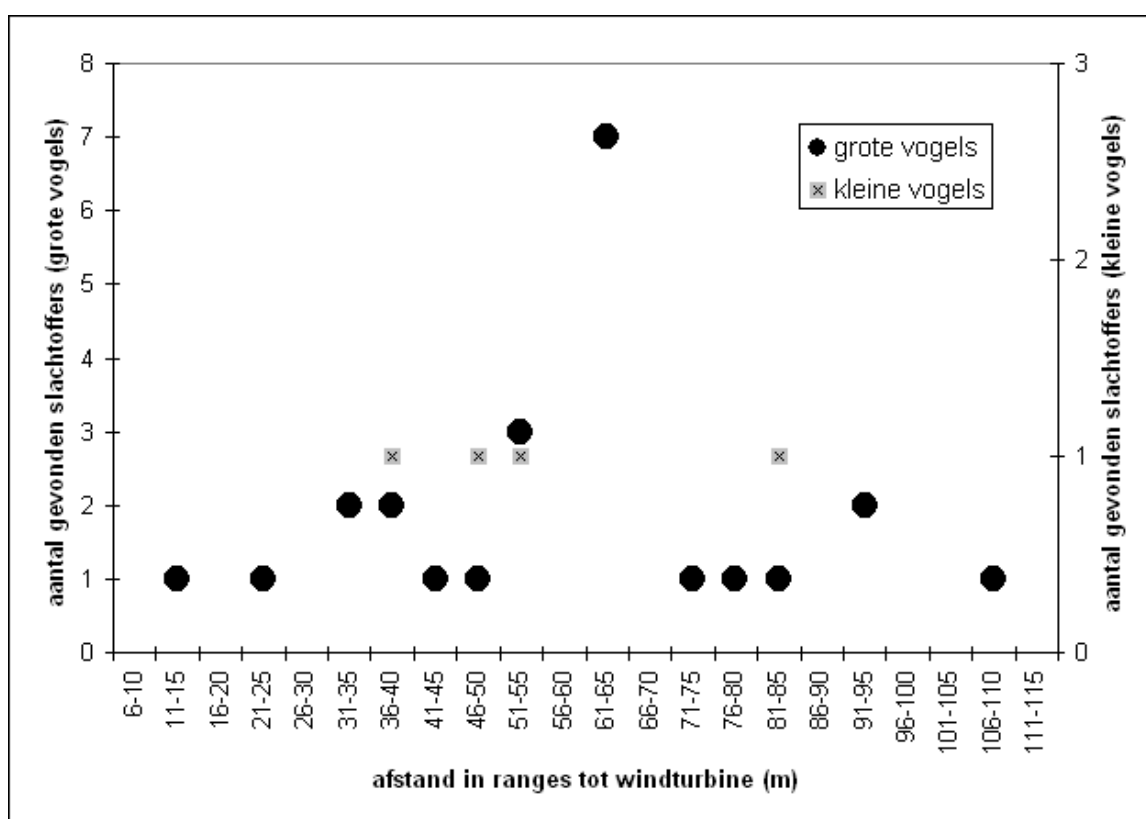
2.6.1.1.1 Mortaliteit

Het aantal aanvaringsslachtoffers aan de 11 windturbines was gemiddeld ongeveer 73 vogels per jaar (63-82), met de meeste slachtoffers aan de meest zuidelijke rij turbines en vooral tijdens het voor- en najaar (Tabel 35; Figuur 85-92). Het ging hierbij voornamelijk om Kokmeeuw, Zilvermeeuw en Wilde Eend. Andere soorten die eenmalig of in relatief kleine aantallen in aanvaring kwamen zijn o.a. Boeregans, Bergeend, Houtduif, Graspieper en Spreeuw (zie volledige lijst in Bijlage 1-7). De afstand waarop de aanvaringsslachtoffers werden vastgesteld varieerde van 0 tot ongeveer 110m tot de dichtstbijzijnde windturbine (Figuur 84).

Tabel 35 Aantal aanvaringsslachtoffers aan de windturbines rond het Kluizendok in de Gentse Kanaalzone in mei 2005 tot april 2007, met het gemiddeld aantal per windturbine per jaar. Het 'effectief gevonden' aantal, zonder correctie voor beschikbaar zoekoppervlak, zoekefficiëntie en predatie, is tussen haakjes weergegeven.

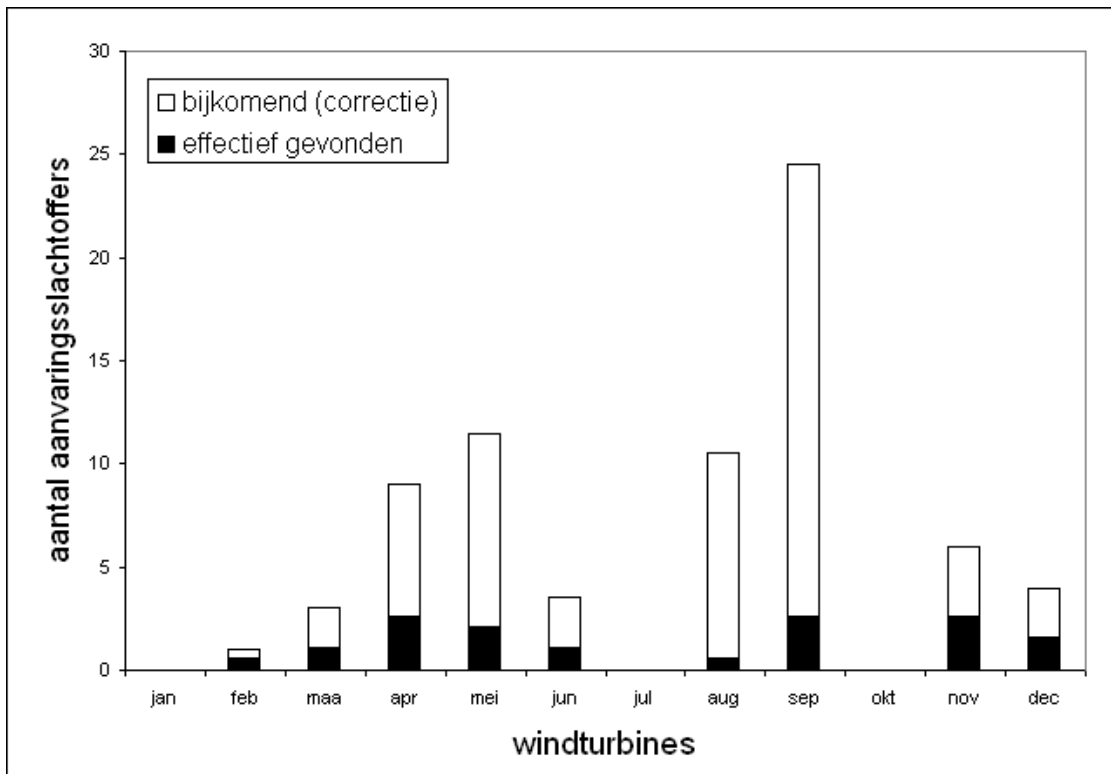
Table 35 Number of collision fatalities from the wind farm around the Kluizen-dock in Ghent between May 2005 and April 2007, with the mean number per turbine per year (gulls + other large birds, and small birds). The 'found' numbers without correction factors are presented between brackets.

Periode: Windturbines Period: Wind turbines	Grote vogels Large birds	Kleine vogels Small birds	Totaal Total	Aantal per windturbine per jaar Number per wind turbine per year
mei 2005 – april 2006: n=11	59,4 (19)	22,8 (2)	82,2 (21)	7,5
mei 2006 – april 2007: n=11	12,1 (5)	50,9 (2)	63,0 (7)	5,7



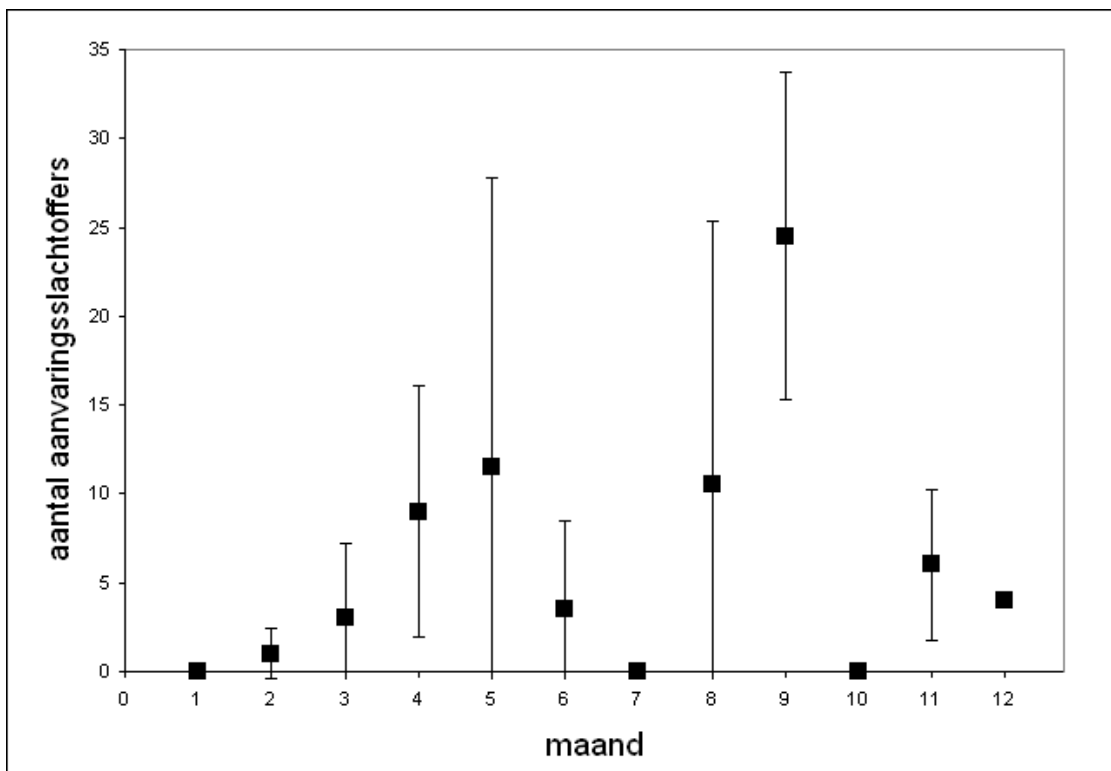
Figuur 84 Afstand tot de windturbines waarop de effectief gevonden aanvaringsslachtoffers in de periode mei 2005 tot april 2007 werden vastgesteld. Niet de volledige oppervlakte binnen de zoekcirkel kon afgezocht worden (zie correctiefactor beschikbaar zoekoppervlak).

Figure 84 Distance to the wind turbines where the found collision fatalities ('grote vogels'= large birds, 'kleine vogels'= small birds) in the period May 2005 to April 2007 were recorded. Not the whole area within the search circle could be searched (see correction factor available search area).



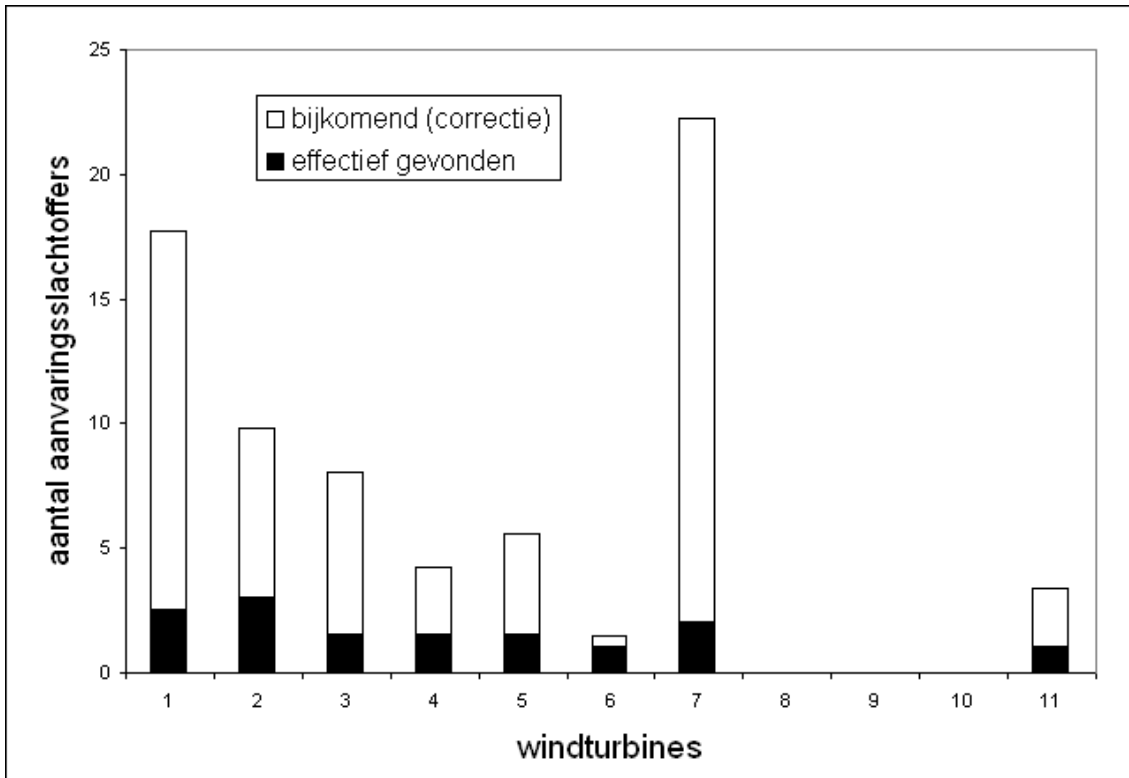
Figuur 85 Maandverdeling van het gemiddeld aantal aanvaringslachtoffers (alle vogels) in de periode mei 2005 tot april 2007 (gevonden, en totaal na correctie).

Figure 85 Monthly distribution of the mean number of collision fatalities (all birds) in the period May 2005 to April 2007 (effectively found, and the total number after correction).



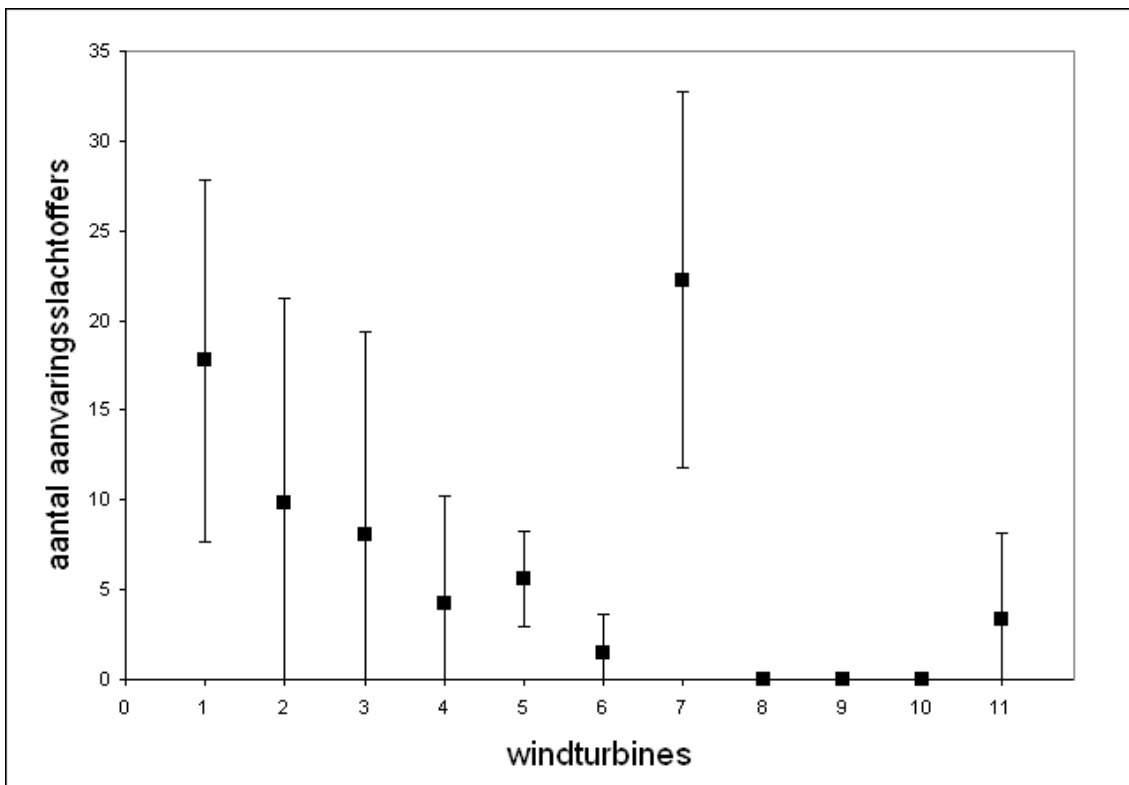
Figuur 86 Idem als figuur 85, met standaarddeviatie.

Figure 86 Idem as figure 85, with standard deviation.



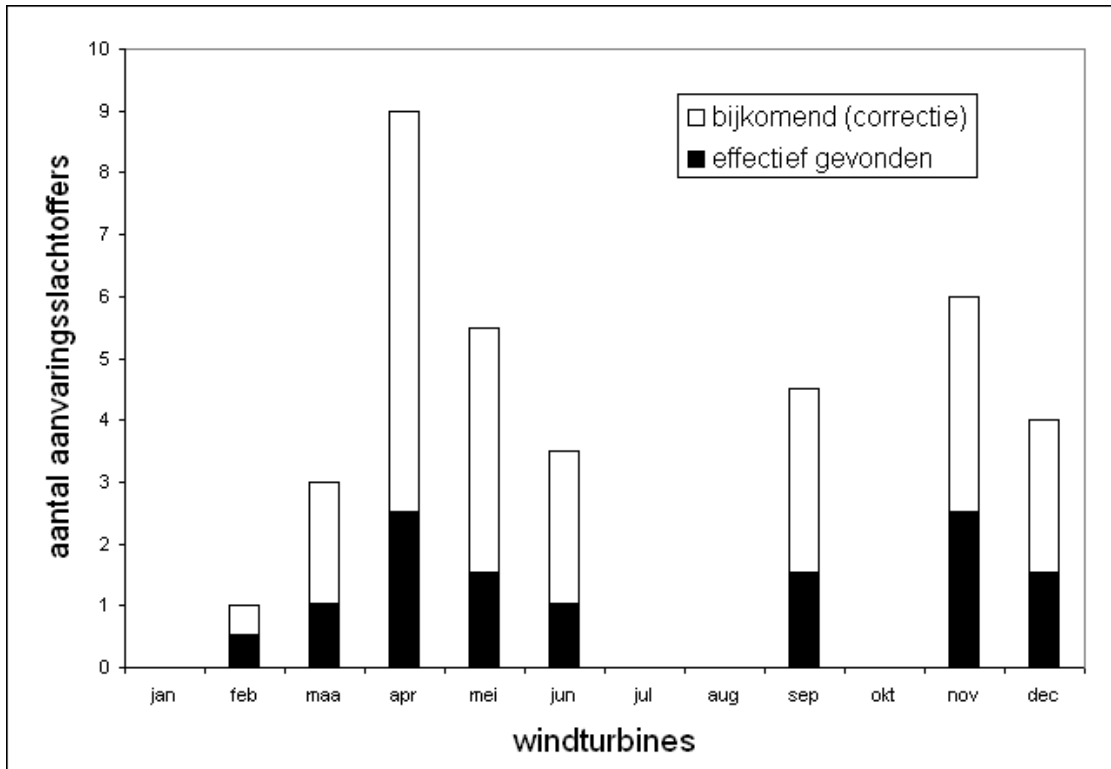
Figuur 87 Gemiddeld jaarlijks aantal aanvaringslachtoffers (alle vogels) in de periode mei 2005 tot april 2007 per windturbine (gevonden, en totaal na correctie).

Figure 87 Mean number collision fatalities per year (all birds) in the period May 2005 to April 2007 per wind turbine (effectively found, and the total number after correction).



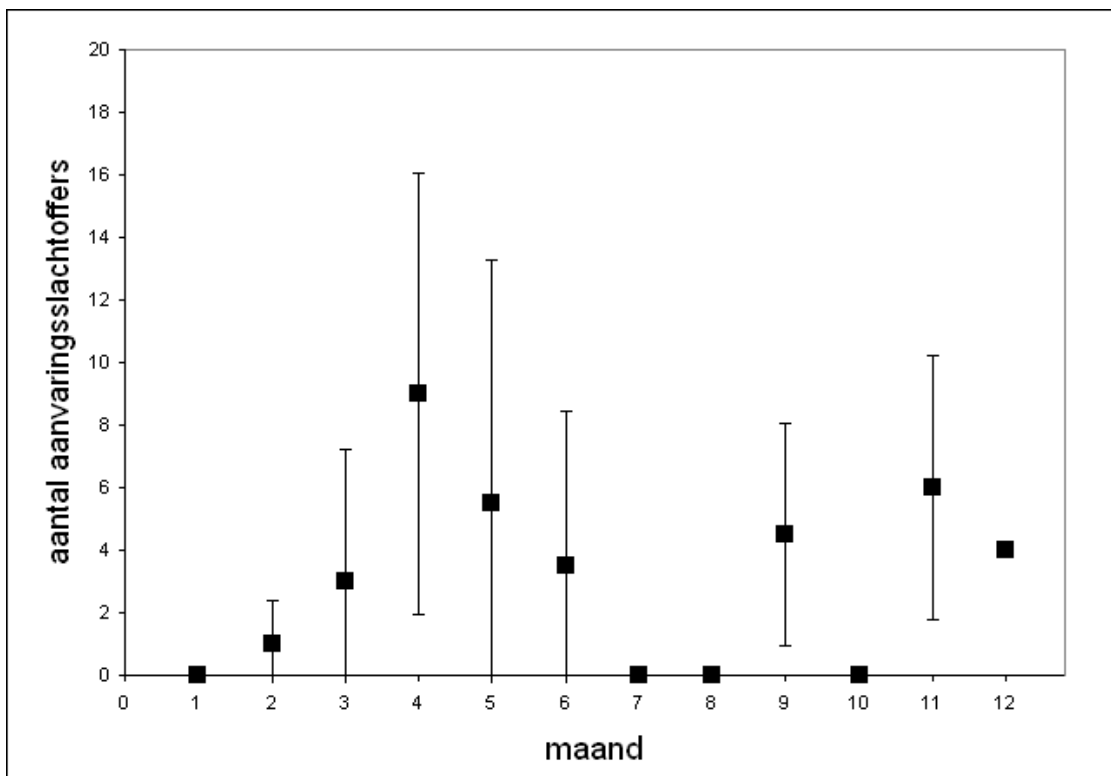
Figuur 88 Idem als figuur 87, met standaarddeviatie.

Figure 88 Idem as figure 87, with standard deviation.



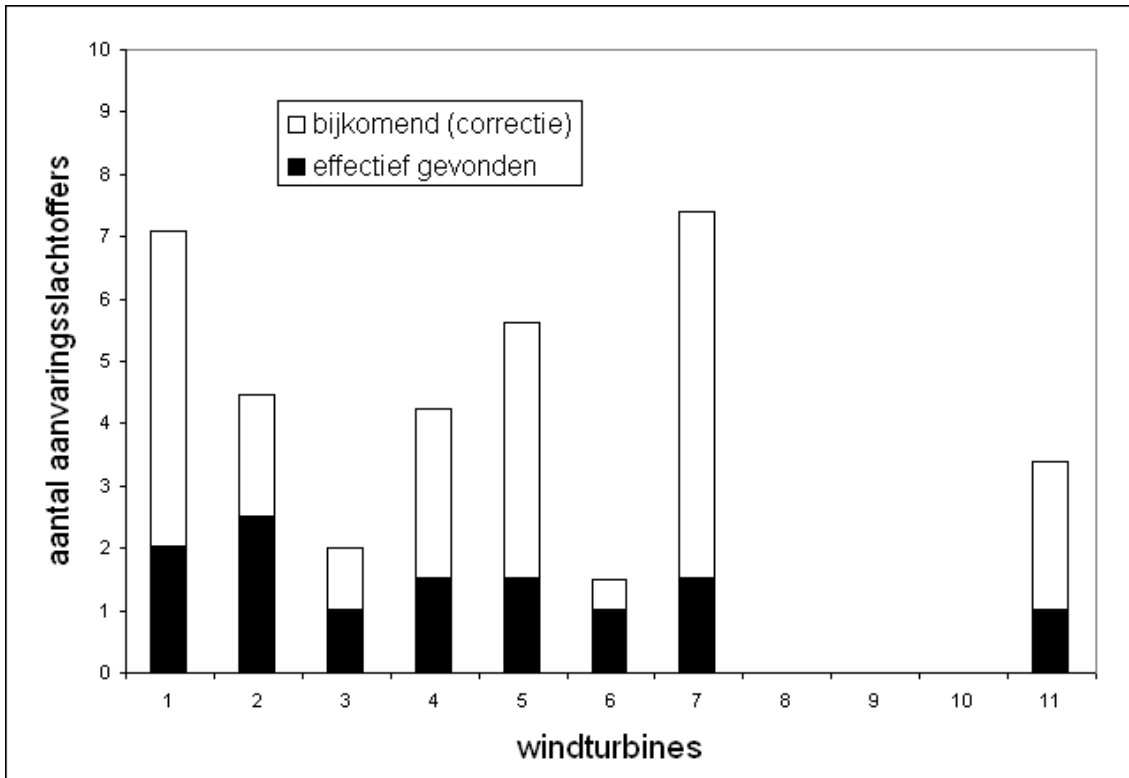
Figuur 89 Maandverdeling van het gemiddeld aantal aanvaringslachtoffers van grote vogels in de periode mei 2005 tot april 2007 (gevonden, en totaal na correctie).

Figure 89 Monthly distribution of the mean number collision fatalities of large birds in the period May 2005 to April 2007 (effectively found, and the total number after correction).



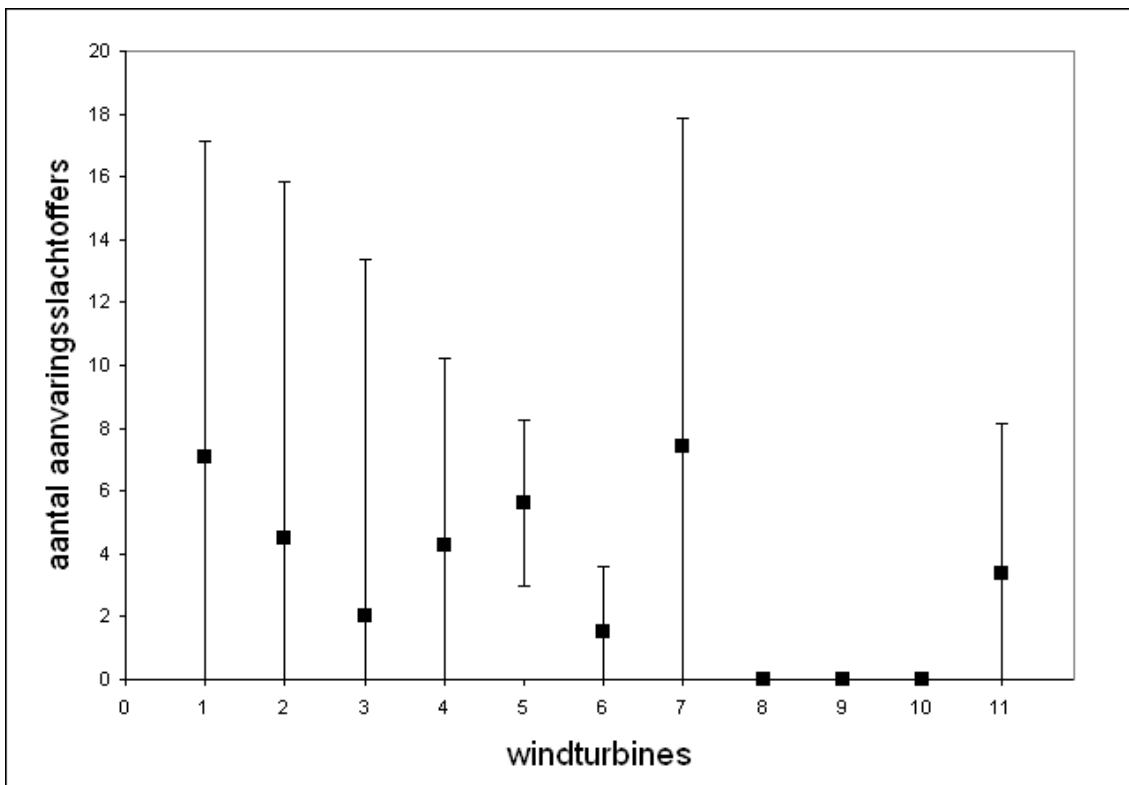
Figuur 90 Idem als figuur 89, met standaarddeviatie.

Figure 90 Idem as figure 89, with standard deviation.



Figuur 91 Gemiddeld jaarlijks aantal aanvaringslachtoffers van grote vogels in de periode mei 2005 tot april 2007 per windturbine (gevonden, en totaal na correctie).

Figure 91 Mean number collision fatalities per year of large birds in the period May 2005 tot April 2007 per wind turbine (effectively found, and the total number after correction).



Figuur 92 Idem als figuur 91, met standaarddeviatie.

Figure 92 Idem as figure 91, with standard deviation.

2.6.1.1.2 Aanvaringskans

In de periode januari-maart 2007 vlogen gemiddeld ongeveer 200 Kokmeeuwen per dag over de locatie met de 2 meest oostelijke turbines van de zuidelijke rij (nr. 1 en 2, Figuur 82). Ongeveer de helft daarvan passeerde op rotorhoogte (62-134m), de rest vooral onder rotorhoogte (0-61m). In deze periode werd in deze zone één Kokmeeuw als aanvaringslachtoffer teruggevonden, met correctiefactoren (beschikbaar zoekoppervlak) zouden in die periode daar ongeveer 4 Kokmeeuwen in aanvaring zijn gekomen. Hieruit kunnen we een aanvaringskans berekenen van 1 op 4500 (0,022%) Kokmeeuwen die op windturbinehoogte (0-134m) langs de windturbines vlogen, en 1 op 2250 (0,044%) op rotorhoogte.

2.6.1.2 Verstoringsaspect

Door de voortdurende sterke verandering van het terrein rondom de nieuwe windturbines gedurende de volledige onderzoeksperiode (werken nieuw Kluisendok), is een vergelijking van de voor- en nasituatie niet voldoende betrouwbaar. De tellingen worden hier dan ook niet uitvoerig besproken. Wel kunnen een aantal observaties een indicatie geven van eventuele verstoring.

2.6.1.2.1 Broedvogels

Er werd geen uitgebreid onderzoek verricht. We kon vastgesteld worden dat Buizerd tot broeden kwam op ongeveer 250m van de dichtstbijzijnde turbine, Veldleeuwerik en Graspieper op respectievelijk 300 en 250m.

2.6.1.2.2 Pleisterende en rustende vogels

Op het braakliggend terrein rond het nieuwe Kluisendok, waren zowel 'voor' (winter 2004/2005) als 'na' het plaatsen van de windturbines (winter 2005/2006 en 2006/2007) slaappleatsen van enkele honderden meeuwen en Wulpen.

- Er werd na het plaatsen van de windturbines geen opvallend verschil opgemerkt in aantal en slaappleatslocatie van de meeuwen.
- Ook het aantal en slaappleatslocatie van de Wulpen was niet opvallend gewijzigd na het plaatsen van de turbines.

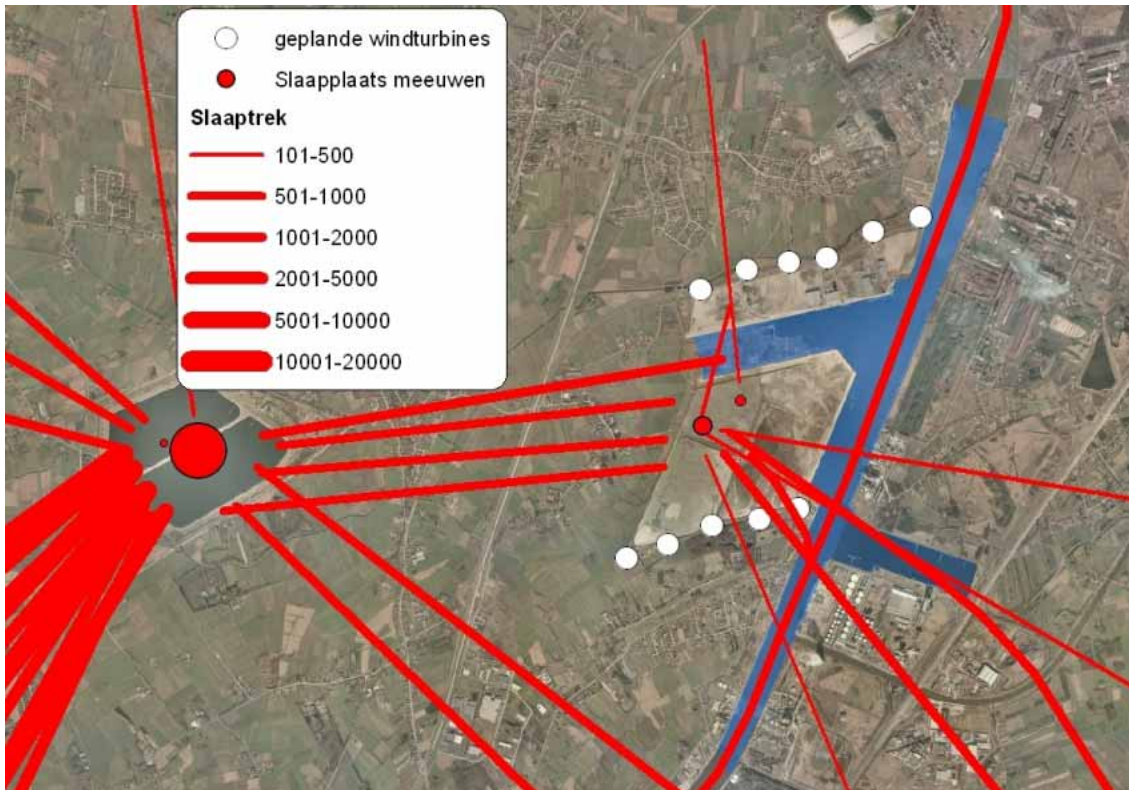
De waargenomen minimumafstand van pleisterende en rustende vogels tot de turbines waren:

Wulp: groep van > 30	250m
Kievit: groep van > 30	200m
Bergeend: groep van > 30	300m
Wilde Eend: groep van > 30	150m

2.6.1.2.3 Langsvliegende vogels

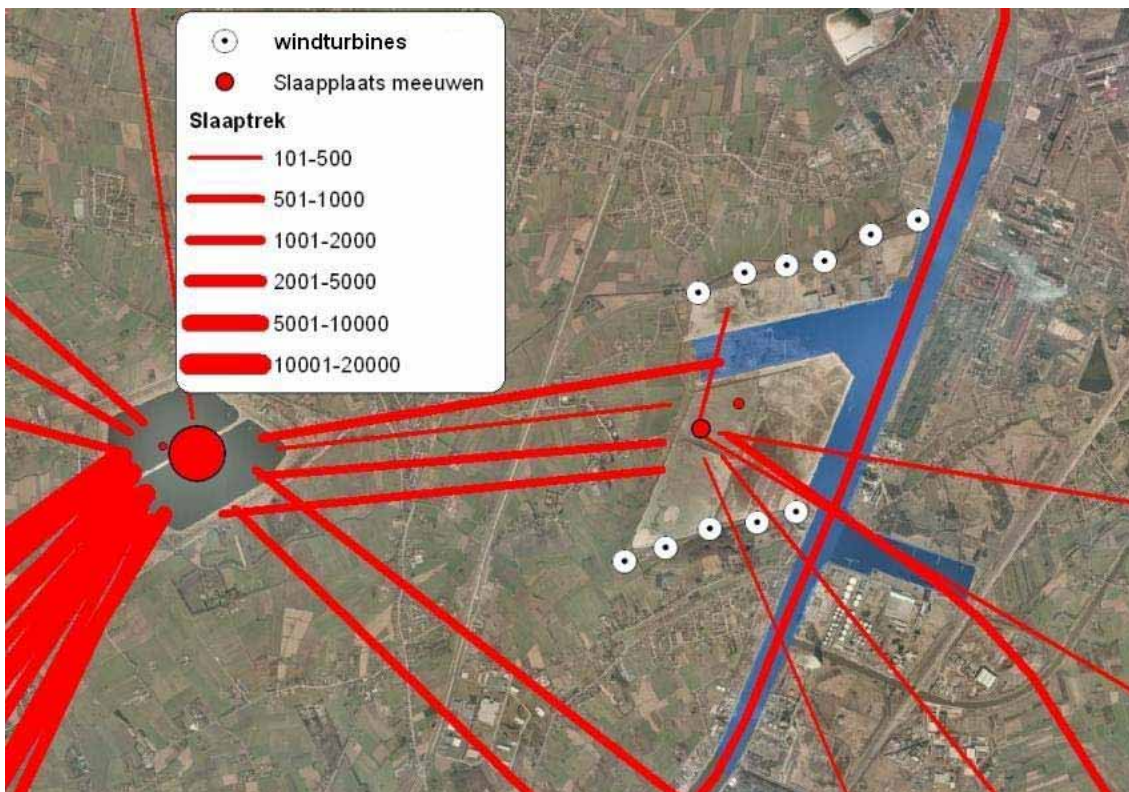
Er kon geen duidelijke verandering vastgesteld worden van de dagelijkse vliegroutes van lokale meeuwen (slaaptrek) thv. de windturbines (Figuur 93, 94).

In tegenstelling tot de meeuwen, leken de meeste Wulpen tijdens hun dagelijkse slaaptrek wel de windturbines te mijden. Er kan dus gesproken worden van een mogelijk barrière-effect bij de Wulp (Figuur 95, 96).



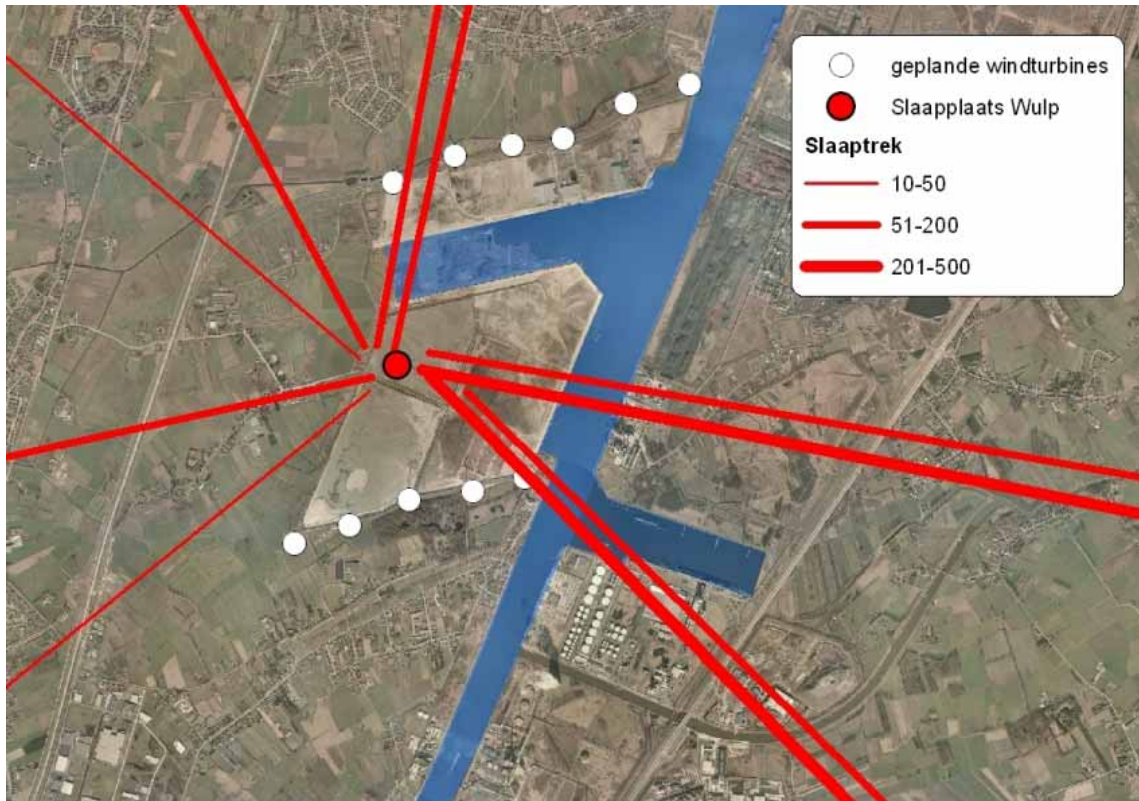
Figuur 93 Dagelijkse slaaptrek van meeuwen richting slaapplekken in de winterperiode 2004/2005.

Figure 93 Local migration of gulls to the sleeping place during the winter 2004/2005.



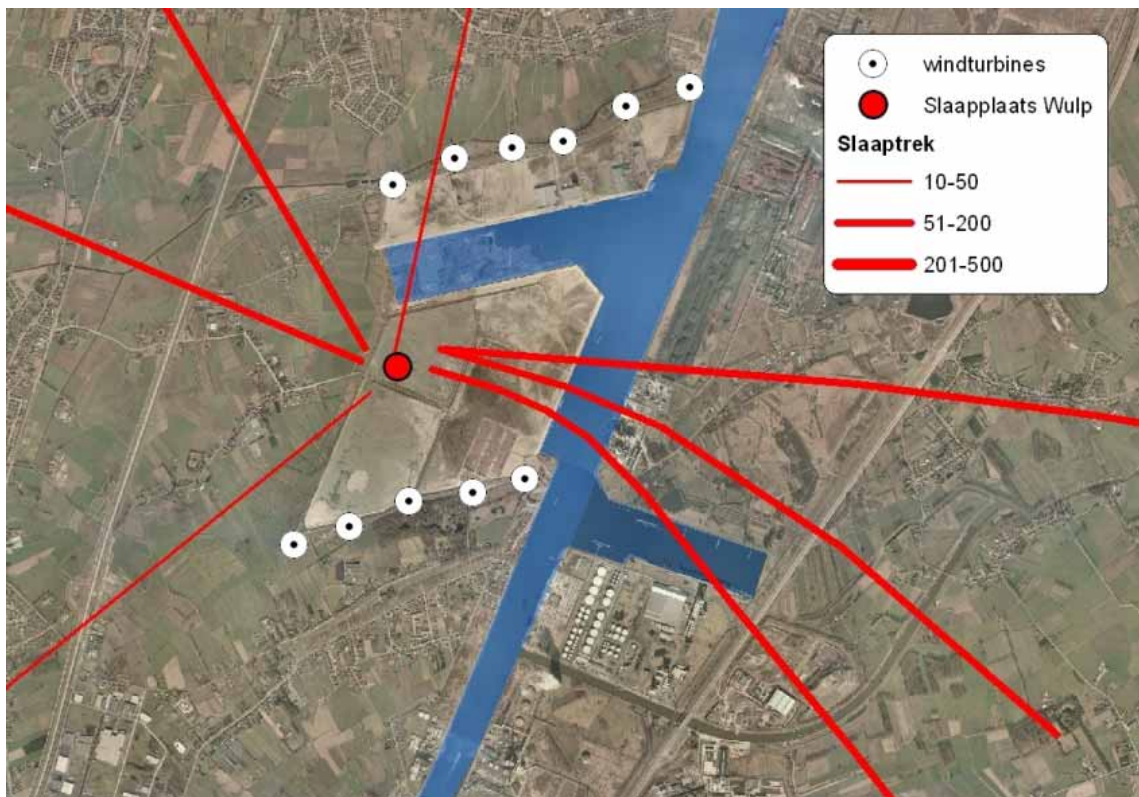
Figuur 94 Dagelijkse slaaptrek van meeuwen richting slaapplekken in de winterperiodes 2005/2006 en 2006/2007, na het plaatsen van de windturbines.

Figure 94 Local migration of gulls to the sleeping places during the winters 2005/2006 and 2006/2007, after the construction of the wind turbines.



Figuur 95 Slaaptrek van Wulp richting slaapplaats in de winterperiode 2004/2005.

Figure 95 Local migration of Eurasian Curlew to the sleeping place during the winter 2004/2005.



Figuur 96 Slaaptrek van Wulp richting slaapplaats in de winterperiodes 2005/2006 en 2006/2007, na het plaatsen van de windturbines.

Figure 96 Local migration of Eurasian Curlew to the sleeping place during the winters 2005/2006 and 2006/2007, after the construction of the wind turbines.

2.7 De Put, Nieuwkapelle

In maart 2005 werden 2 middelgrote windturbines geplaatst in Nieuwkapelle bij Diksmuide (project 'De Put', Figuur 97). De windturbines hebben elk een geïnstalleerd vermogen van 800 kW, met masthoogte ongeveer 75m en tiphoogte ongeveer 100m (rotordiameter 48m). De windturbinelocatie situeert zich in een open landschap naast de kleine waterplas 'De Put' (Figuur 98, 100). Op of langs deze waterplas komen soms regionaal tot nationaal belangrijke aantallen voor van o.a. Kleine Zwaan en Smient. Het grote Vogelrichtlijngebied 'IJzervallei' (tevens ook Ramsargebied) ligt aan de andere kant van de IJzer, op een minimumafstand van 620 tot 950m ten zuidoosten van de windturbines (Figuur 98). Dit vogelrichtlijngebied heeft een hoge ornithologische waarde voor overwinterende watervogels (internationaal belang voor Kolgans, Smient, Wintertaling, Pijlstaart en Slobeend) en diverse broedvogelsoorten.



Figuur 97 Windturbines in Nieuwkapelle.

Figure 97 Wind turbines in Nieuwkapelle.



Figuur 98 Situering van de windturbines.

Figure 98 Location of the wind turbines.

Specifieke bijkomende informatie over Materiaal en Methode:

In de winterperiode 2004-2005 (voor het plaatsen van de windturbines) werden de dagelijkse vliegbewegingen van plaatselijke vogels (voornamelijk meeuwen en watervogels) en de aanwezigheid van lokale vogelpopulaties in de directe nabijheid van de windturbines (voornamelijk op waterplas 'De Put') in kaart gebracht. Omdat uit eerder verkennend onderzoek was gebleken dat de overgrote meerderheid van de plaatselijke vliegbewegingen van meeuwen en watervogels zich enkele uren voor tot enkele uren na zonsopgang (A) en zonsondergang (B) voordoen, werd het veldwerk uitgevoerd in die periodes, met de nadruk op de avondtellingen. De teldata waren 8 december 2004 (B), 21 december 2004 (B), 5 januari 2005 (B), 26 januari 2005 (A + B), 9 februari 2005 (B) en 23 februari 2005 (B). Er werd hiervoor ook gebruik gemaakt van een 3e generatie Nachtkijker (ITT Night Enforcer 5000).

Na het plaatsen van de windturbines werd de mogelijke verstoring op rustende of foeragerende en overtrekkende vogels opgemeten. Dit gebeurde op enkele specifiek uitgekozen dagen en nachten in de winterperiode 2005-2006, met gelijkaardige weersomstandigheden in vergelijking met de teldagen in de winter van 2004-2005 (referentiesituatie). De teldata waren 12 december 2005 (B), 5 januari 2006 (B), 24 januari 2006 (A + B), 14 februari 2006 (B), 2 maart 2006 (B) en 13 maart 2006 (B). Er werd vooral aandacht besteed aan de pleisterende/rustende en overtrekkende watervogels en meeuwen in de directe nabijheid van de windturbinelocatie. Door de opsplitsing in sectoren rondom de windturbinelocatie kon op de waterplas 'De Put' (met sectoren 2 en 3) nagegaan worden of er aanwijzingen zijn van verstoring. Om statistisch te testen welke factoren (variabelen) of interacties tussen factoren werkelijk van invloed waren op het aantal vogels, is een factoriële univariate variantie analyse (Factoriële ANOVA) gebruikt. Bij de grafische voorstelling werd het 'kleinste kwadraten gemiddelde' weergegeven, welke eveneens gebruikt wordt in de ANOVA-analyse. Een significante afname van het totale aantal pleisterende, rustende of overtrekkende vogels op of langs de waterplas na het plaatsen van de turbines (=significant verschil voor "Jaar"-variabele) en/of een significante afname van het aantal vogels in sector 2 (dichtst bij de turbines) met een gelijk of hoger aantal in de verder gelegen sector 3 (= significant verschil voor interactie tussen "Jaar" en "Sector" variabelen), zouden dan aanwijzingen zijn van mogelijke verstoring. Voor overvliegende vogels kon ook een bijkomende "Hoogte"-variabele onderzocht worden.

De resultaten van de waterplas 'De Put' werden globaal ook vergeleken met de vastgestelde maximumaantallen pleisterende en rustende vogels in het hele Blankaartgebied (= grootste deel van het Vogelrichtlijngebied 'IJzervallei' ten zuidoosten op meer dan 600m van de windturbines). Dit gebied kon dus als referentie gebruikt worden om na te gaan of er in vergelijking met de 'De Put' een gelijkaardige of omgekeerde trend bestaat die een verandering op 'De Put' eventueel kan verklaren. Voor overvliegende vogels werd hierbij ook een sector 4 (rond de windturbinelocatie) als bijkomende referentie gebruikt, en voor de slaaptrek van meeuwen ook het aantal vogels toekomend op de slaapplek in het spaarbekken van Merkem (= op ongeveer 1200m ten zuidoosten van de windturbinelocatie).

2.7.1 Resultaten. De Put, Nieuwkapelle

2.7.1.1 Aanvaringsaspect

2.7.1.1.1 Mortaliteit

In de periode april 2005 tot en met maart 2006 werden 2 zekere aanvaringssslachtoffers gevonden: een Kokmeeuw en Stormmeeuw (Tabel 36; Figuur 99, 101). Zeer waarschijnlijke of mogelijke aanvaringssslachtoffers zijn niet vastgesteld.

Er werd aangenomen dat een correctiefactor op het beschikbaar zoekoppervlak en zoekefficiëntie niet nodig was voor de gevonden meeuwen, aangezien de 2 meeuwen werden gevonden in de winterperiode waarbij in de hele perimeter van de zoekcirkel (met straal 100m) kon gezocht worden naar aanvaringssslachtoffers en omdat relatief grote vogels gemakkelijk kunnen gevonden worden in de aanwezige vegetatie (Everaert et al. 2002).

Er werden geen kleine vogels (zangvogels) als slachtoffer teruggevonden. Een predatietest voor een bijkomende correctiefactor voor predatie werd bijgevolg niet uitgevoerd (niet van toepassing voor grote vogels zoals meeuwen). Uit predatie-onderzoek op een windturbinelocatie met gelijkaardige vegetatie, bleek een groot percentage (77%) kleine vogels reeds na 7 dagen te verdwijnen door roofdieren zoals roofvogels, katten enz. (Everaert et al. 2002). Door het

zoekinterval van 14 dagen kunnen er misschien wel kleine slachtoffers geweest zijn, maar dan zeker geen opmerkelijk groot aantal. De resultaten kunnen wel best aanzien worden als minima.



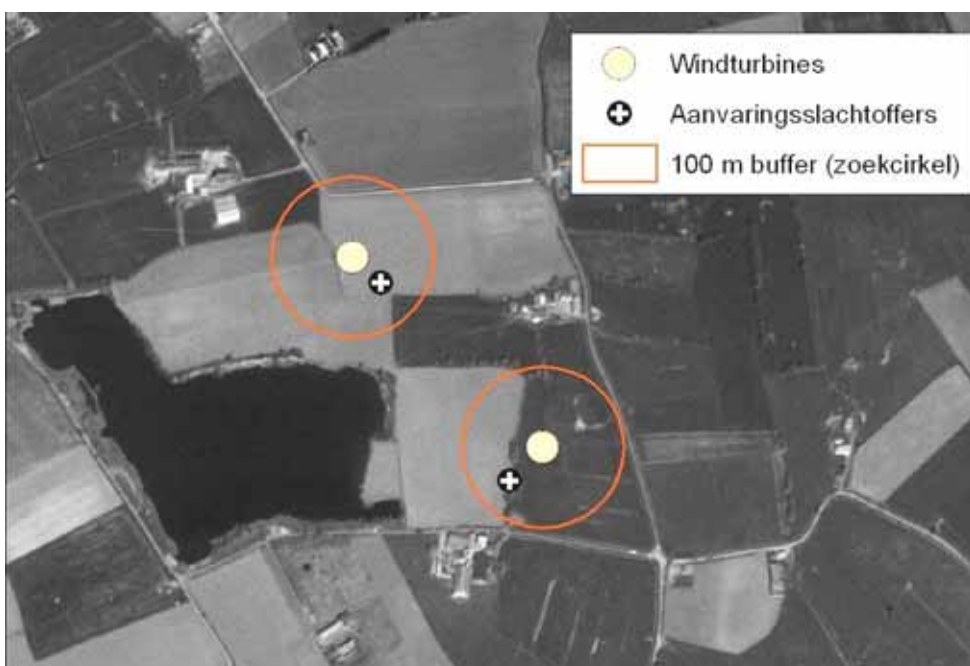
Figuur 99 Onderdelen van Stormmeeuw aan de 'Botermolen' in februari 2006.

Figure 99 Common Gull in February 2006.



Figuur 100 Waterplas 'De Put' naast de windturbines.

Figure 100 Small lake 'De Put' next to the turbines.



Figuur 101 Locatie van de vastgestelde aanvaringsslachtoffers (onderdelen).

Figure 101 Location of the 2 found collision fatalities, with the 100m search circle.

Tabel 36 Vastgestelde aanvaringsslachtoffers in periode april 2005 – maart 2006.

Table 36 Found collision fatalities at the 2 wind turbines, between April 2005 and March 2006.

05/01/2006	Kokmeeuw (adult) <i>Black-headed Gull</i>	Windturbine: Lepelmolen	Een gedeelte van de romp met poten en linkervleugel (zonder kop) lag op ongeveer 48m ten zuidoosten van de windturbine
14/02/2006	Stormmeeuw (adult) Common Gull	Windturbine: Botermolen	De kop lag op ongeveer 54m ten zuidzuidwesten van de windturbine, en een gedeelte van de romp met beide vleugels op ongeveer 40m ten westzuidwesten

2.7.1.1.2 Aanvaringskans

Op basis van het gevonden aantal slachtoffers (Kokmeeuw en Stormmeeuw) en het getelde aantal overvliegende meeuwen in de directe nabijheid van de windturbines (sector 1 en 2, = tot 100m errond), werd een aanvaringskans berekend (Tabel 37). In sector 1 zijn tijdens de tellingen geen overvliegende meeuwen waargenomen. In de periode waarin de 2 slachtoffers werden gevonden (januari en februari 2006) vlogen er dagelijks tot 80 Stormmeeuwen en Kokmeeuwen over de sector 2, waarvan 30 vogels onder rotorhoogte (0-50m) en 50 vogels ongeveer op rotorhoogte (50-100m).

Deze gegevens komen van de 3 avondtellingen in de betreffende periode. 's Morgens werd tijdens een eenmalige controle-telling vastgesteld dat het aantal overvliegende meeuwen ongeveer gelijk was als 's avonds. Om de nauwkeurigheid zo hoog mogelijk te houden werd het gemiddeld dagelijks aantal overvliegende meeuwen daarom berekend met de gegevens van de 3 avondtellingen, telkens vermenigvuldigd met 2. De betreffende avondtellingen gingen steeds van 2 uur voor zonsondergang tot 4 uur na zonsondergang. Het grootste aantal meeuwen passeerde rond zonsondergang. Bij enkele bijkomende nachtelijke steekproeven werd een heel klein verwaarloosbaar aantal meeuwen (enkele vogels) vastgesteld.

Tabel 37 Berekening van de aanvaringskans voor overvliegende meeuwen (Kokmeeuw/Stormmeeuw), op basis van het maximaantal en gemiddeld aantal overvliegende meeuwen in sector 1 en 2 (= tot 100m errond) in de periode januari-februari 2006 (= met de 2 vastgestelde aanvaringslachtoffers).

Table 37 Assessment of the collision chance for gulls flying to the nearby sleeping-place (Black-headed Gull & Common Gull), on the basis of the maximum-number (A) and mean number (B) of passing gulls in sector 1 and 2 (=100m around the turbines) flying at height 1 and/or 2, in the period January-February 2006 (= with the 2 found collision fatalities).

	hoogte 0-50m <i>height 0-50m</i>	hoogte 50-100m (= rotorhoogte) <i>rotor height</i>	turbine hoogte 0-100m <i>turbine height</i>
Maximaal aantal meeuwen overvliegend per dag (= avondtelling x2)	60	100	160
Maximaal aantal meeuwen overvliegend gedurende januari en februari 2006	3540	5900	9440
Gemiddeld aantal meeuwen overvliegend per dag (= avondtelling x2)	20	34	54
Gemiddeld aantal meeuwen overvliegend gedurende januari en februari 2006	1180	2006	3186
Aanvaringskans, op basis van maximaantal (vastgestelde) overvliegende meeuwen (A)	-	1 / 2950 (= 0,034 %)	1 / 4720 (= 0,021 %)
Aanvaringskans, op basis van gemiddeld aantal (vastgestelde) overvliegende meeuwen (B)	-	1 / 1003 (= 0,100 %)	1 / 1593 (= 0,063 %)

2.7.1.2 Verstoringsaspect

Er werd geen onderzoek uitgevoerd naar effecten op broedvogels.

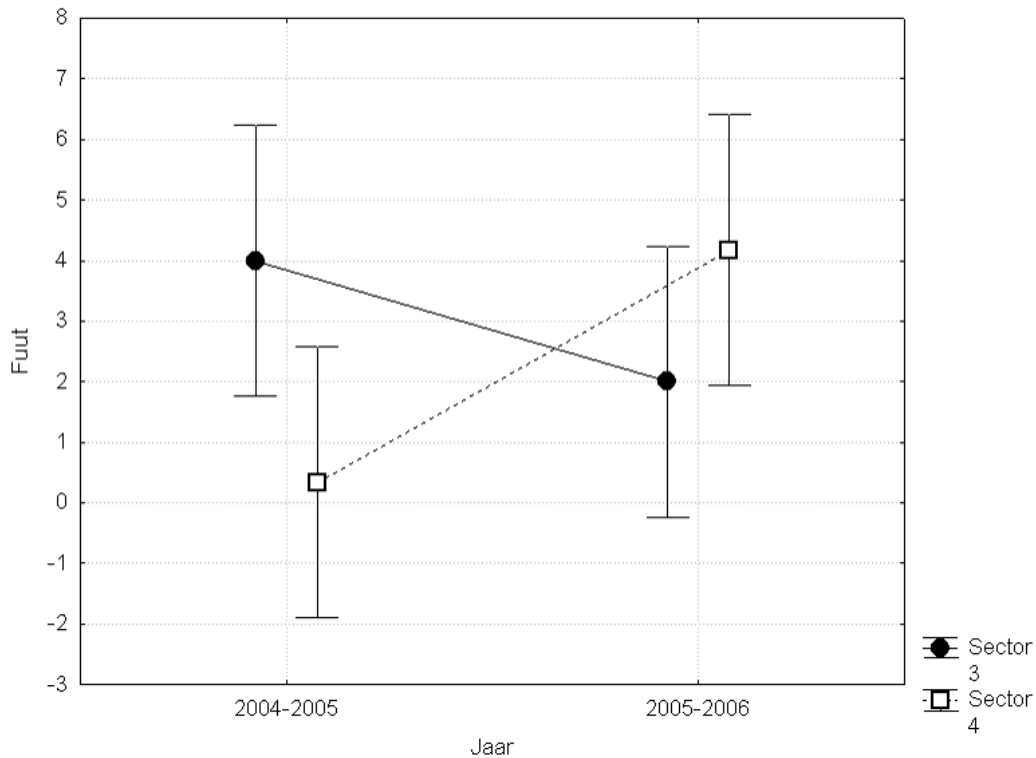
2.7.1.3 Pleisterende en rustende vogels

De mogelijke verstoring van de windturbines op foeragerende en rustende watervogels werd onderzocht op de nabijgelegen waterplas 'De Put' (Figuur 100, 101). De soorten die door hun vrij regelmatig voorkomen werden geselecteerd voor analyse zijn: Fuut, Smient, Wintertaling, Wilde Eend en Meerkoet (Tabel 38). Op basis van een vergelijking van de situatie voor het plaatsen van de turbines (december 2004 tot februari 2005) en erna (december 2005 tot maart 2006), werden relatief weinig aanwijzingen gevonden van zware verstoring voor watervogels op de waterplas 'De Put' (Tabel 38, Figuur 102-111). Een aanwijzing van mogelijke verstoring (verschil jaar met sector) werd gevonden voor Fuut. Er is namelijk een significant verschil tussen 2004/2005 en 2005/2006 in de sectoren 3 en 4, met na het plaatsen van de windturbines (2005/2006) een kleiner aantal in sector 3 en een groter aantal in sector 4 (Factoriële ANOVA: $P=0,01$). Voor Wintertaling en Wilde Eend werd een gelijkaardige trend gevonden, maar het verschil is niet significant (Factoriële ANOVA: $P>0,05$) waaruit we kunnen besluiten dat er wel een indicatie bestaat voor enige verstoring, maar dat de kans op toeval hierbij te groot is. Voor Smient en Meerkoet was er door een toename van het aantal geen indicatie van verstoring. Er dient hierbij wel bemerkt te worden dat het aantal overwinterende Smienten in 2005/2006 ook duidelijk toenam in het hele Blankaartgebied (Figuur 105). Deze algemene toename kan dus de oorzaak zijn van de toename op de waterplas 'De Put'.

Tabel 38 Vergelijking van het aantal niet-broedende pleisterende of rustende watervogels, voor het plaatsen van de windturbines (2004/2005) en erna (2005/2006), nabij de windturbinelocatie ('De Put') en in de ruime omgeving als referentiegebied (Blankaartgebied), met evaluatie van mogelijke verstoring op de waterplas 'De Put' (interactie Jaar x Sector). Zie ook figuren 102-111.

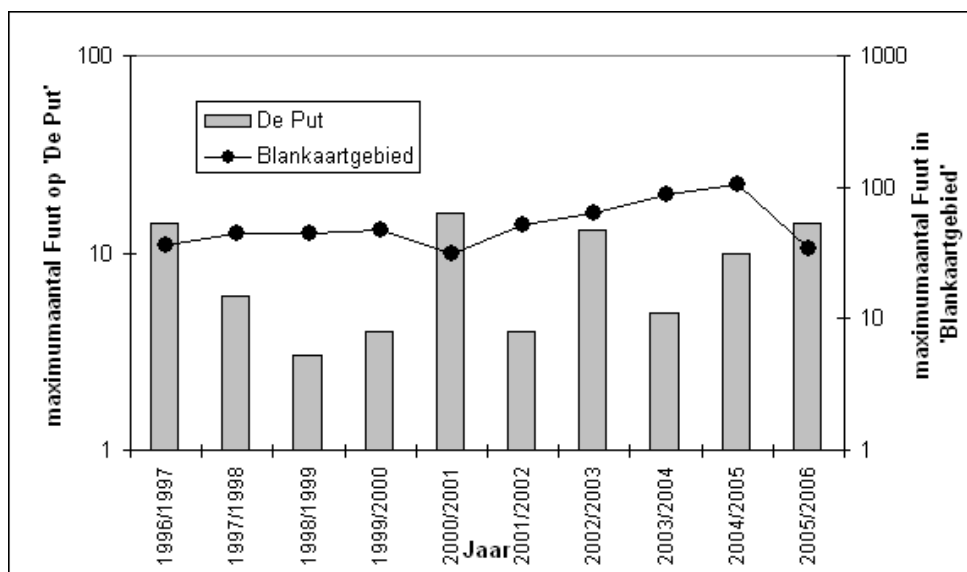
Table 38 Comparison of the number non-breeding foraging or resting waterbirds, before the construction of the turbines (2004/2005) and after (2005/2006), near the wind farm ('De Put') and in the wide surroundings as reference area (Blankaartgebied), with the assessment of possible disturbance on the pond 'De Put' (interaction Year x Sector). See also figures 102-111.

Soort Species	Evolutie waterplas 'De Put' in 2005-2006 vergeleken met 2004-2005	Evolutie Blankaartgebied in 2005-2006 vergeleken met 2004-2005	Effect op waterplas 'De Put' (interactie Jaar.Sector)
Fuut <i>Great Crested Grebe</i>	Dalend aantal in sector 3, stijgend aantal in sector 4. Licht stijgend aantal in totaal	Dalend aantal, relatief gezien een omgekeerde trend met totaal aantal op 'De Put'	Aanwijzing van mogelijke verstoring (significant verschil, ANOVA: $P=0,01$)
Smient <i>Wigeon</i>	Stijgend aantal in sector 3 en 4	Stijgend aantal, relatief gezien een gelijke trend met totaal aantal op 'De Put'	Geen duidelijke aanwijzing van verstoring (geen significant verschil: ANOVA: $P>0,05$)
Wintertaling <i>Common Teal</i>	Dalend aantal in sector 3, stijgend aantal in sector 4. Dalend aantal in totaal	Stijgend aantal, relatief gezien een omgekeerde trend met 'De Put'	Mogelijke aanwijzing van lichte verstoring (geen significant verschil: ANOVA: $P>0,05$)
Wilde Eend <i>Mallard</i>	Dalend aantal in sector 3, stijgend aantal in sector 4. Licht dalend aantal in totaal	Dalend aantal, relatief gezien een gelijke trend met 'De Put'	Mogelijke aanwijzing van lichte verstoring (geen significant verschil: ANOVA: $P>0,05$)
Meerkoet <i>Coot</i>	Stijgend aantal in sector 3, gelijk aantal in sector 4	Licht dalend aantal, relatief gezien een omgekeerde trend met 'De Put'	Geen aanwijzing van verstoring (geen significant verschil: ANOVA: $P>0,05$)



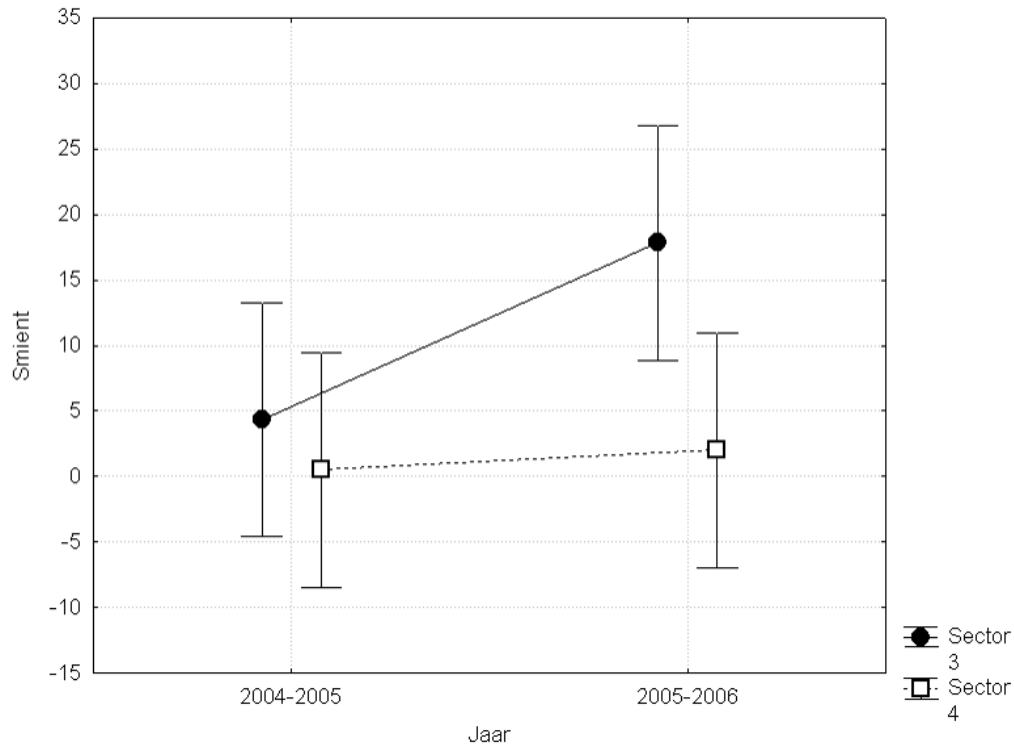
Figuur 102 Gemiddeld aantal pleisterende/rustende Futen in sector 3 en 4 van "De Put" gedurende het winterhalfjaar, voor het plaatsen van de windturbines (2004/2005) en erna (2005/2006). De verticale balken geven het 95% betrouwbaarheidsinterval weer. Significant verschil voor de interactie tussen "Jaar" en "Sector" variabelen (Factoriële ANOVA: $P=0,01$). Geen significant verschil voor de afzonderlijke "Jaar" en "Sector" variabelen (Factoriële ANOVA: $P>0,05$).

Figure 102 Mean number of foraging/resting Great Crested Grebes in sector 3 and 4 of "De Put" during the winter season, before the construction of the turbines (2004/2005) and after (2005/2006). The vertical bars show the 95% confidence interval. Significant difference for the interaction between "Year" and "Sector" variables (Factorial ANOVA: $P=0.01$). No significant difference for the separate "Year" and "Sector" variables (Factorial ANOVA: $P>0.05$).



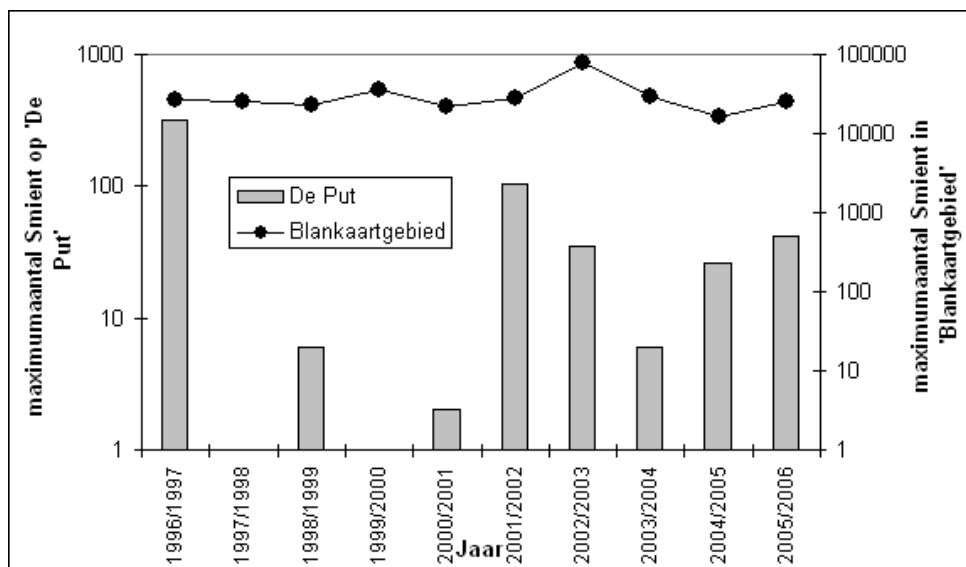
Figuur 103 Evolutie van het vastgestelde maximumaantal pleisterende/rustende Futen op de waterplas 'De Put' en in het Blankaartgebied gedurende de voorbije winterperiodes (logaritmische schaalverdeling).

Figure 103 Evolution of the found maximum-number foraging/resting Great Crested Grebes on the pond 'De Put' and in the Blankaart-area during the last winter seasons (logarithmic scale).



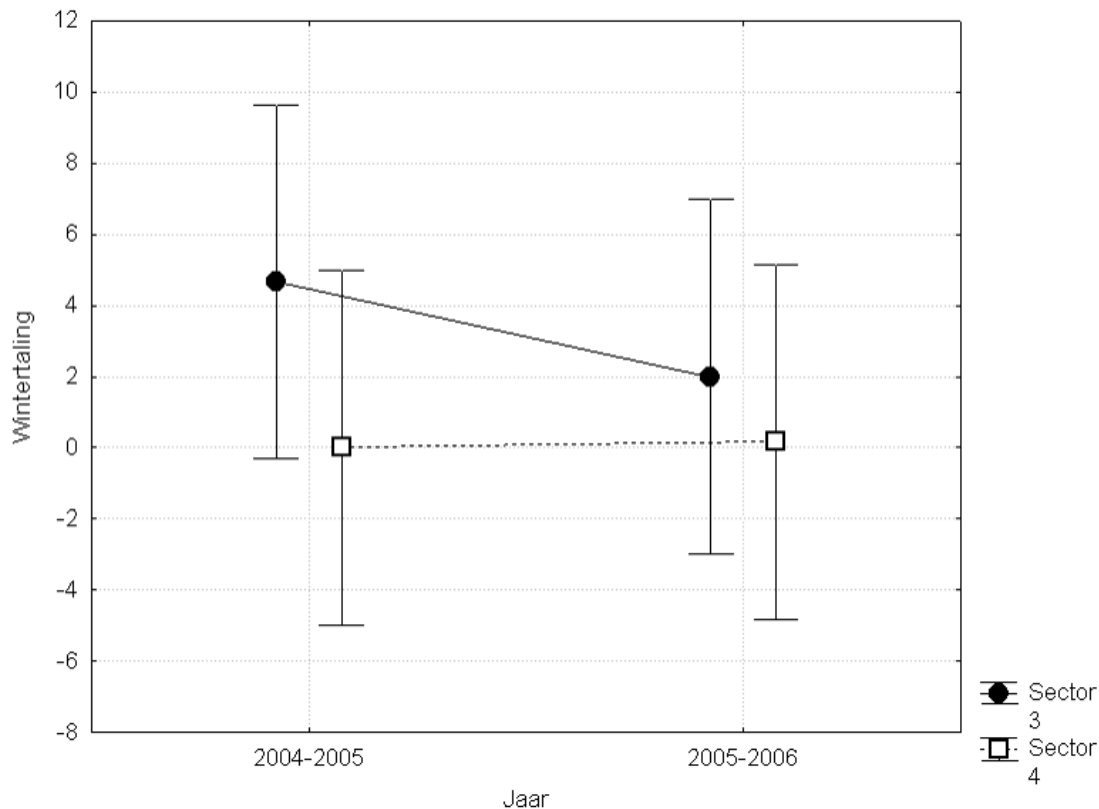
Figuur 104 Gemiddeld aantal pleisterende/rustende Smienten in sector 3 en 4 van "De Put" gedurende het winterhalfjaar, voor het plaatsen van de windturbines (2004/2005) en erna (2005/2006). De verticale balken geven het 95% betrouwbaarheidsinterval weer. Significant verschil voor de "Sector"-variabele (Factoriële ANOVA: $P=0,03$), geen significant verschil voor de "Jaar" variabele en de interactie tussen "Jaar" en "Sector" variabelen (Factoriële ANOVA: $P>0,05$).

Figure 104 Mean number of foraging/resting Wigeons in sector 3 and 4 of "De Put" during the winter season, before the construction of the turbines (2004/2005) and after (2005/2006). The vertical bars show the 95% confidence interval. Significant difference for the "Sector" variable (Factorial ANOVA: $P=0.03$). No significant difference for the "Year" variable and interaction between "Year" and "Sector" variable (Factorial ANOVA: $P>0.05$).



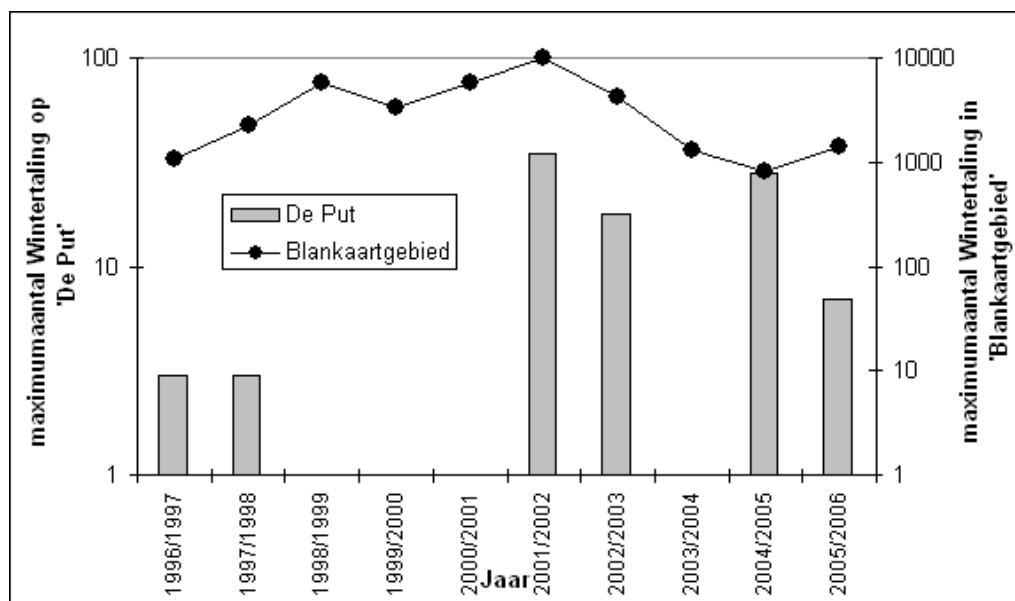
Figuur 105 Evolutie van het vastgestelde maximaantal pleisterende/rustende Smienten op de waterplas 'De Put' en in het Blankaartgebied gedurende de voorbije winterperiodes.

Figure 105 Evolution of the found maximum-number foraging/resting Wigeons on the pond 'De Put' and in the Blankaart-area during the last winter seasons.



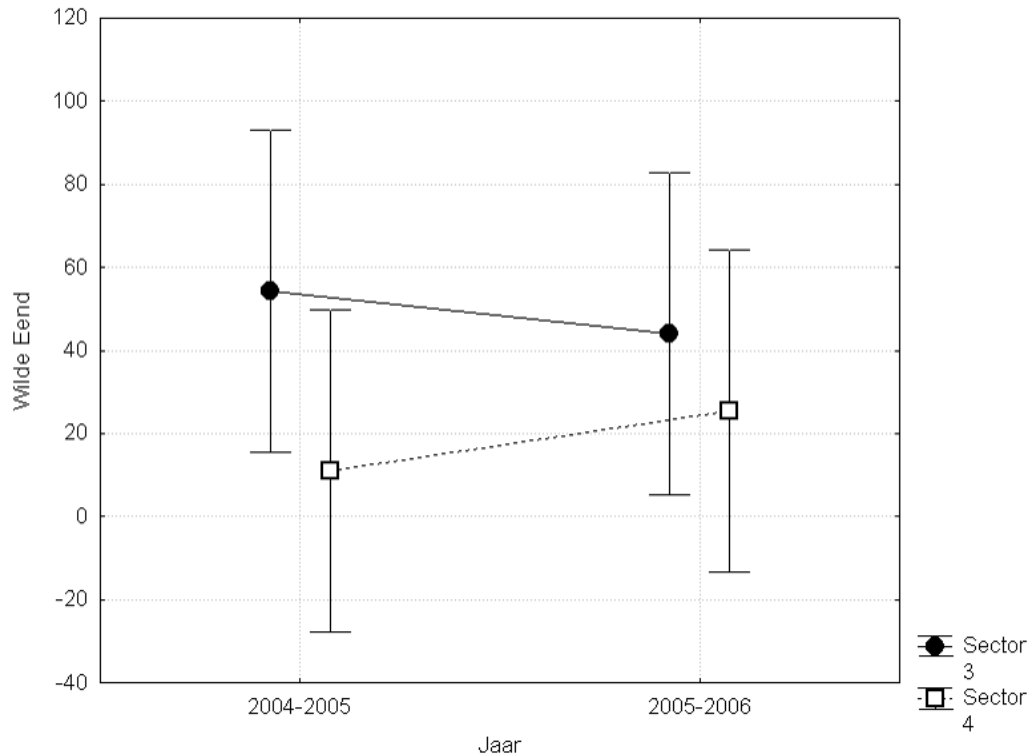
Figuur 106 Gemiddeld aantal pleisterende/rustende Wintertalingen in sector 3 en 4 van "De Put" gedurende het winterhalfjaar, voor het plaatsen van de windturbines (2004/2005) en erna (2005/2006). De verticale balken geven het 95% betrouwbaarheidsinterval weer. Geen significante verschillen voor de verschillende variabelen en interacties (Factoriële ANOVA: $P > 0,05$).

Figure 106 Mean number of foraging/resting Common Teals in sector 3 and 4 of "De Put" during the winter season, before the construction of the turbines (2004/2005) and after (2005/2006). The vertical bars show the 95% confidence interval. No significant differences for all separate variables and interactions (Factorial ANOVA: $P > 0.05$).



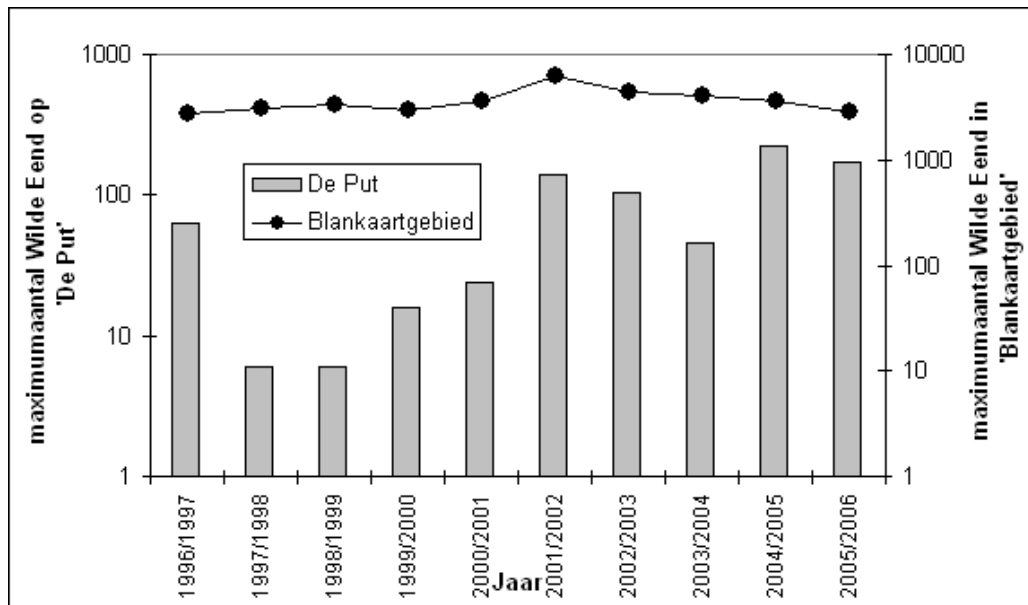
Figuur 107 Evolutie van het vastgestelde maximaal aantal pleisterende/rustende Wintertalingen op de waterplas 'De Put' en in het Blankaartgebied gedurende de voorbije winterperiodes.

Figure 107 Evolution of the found maximum-number foraging/resting Common Teals on the pond 'De Put' and in the Blankaart-area during the last winter seasons.



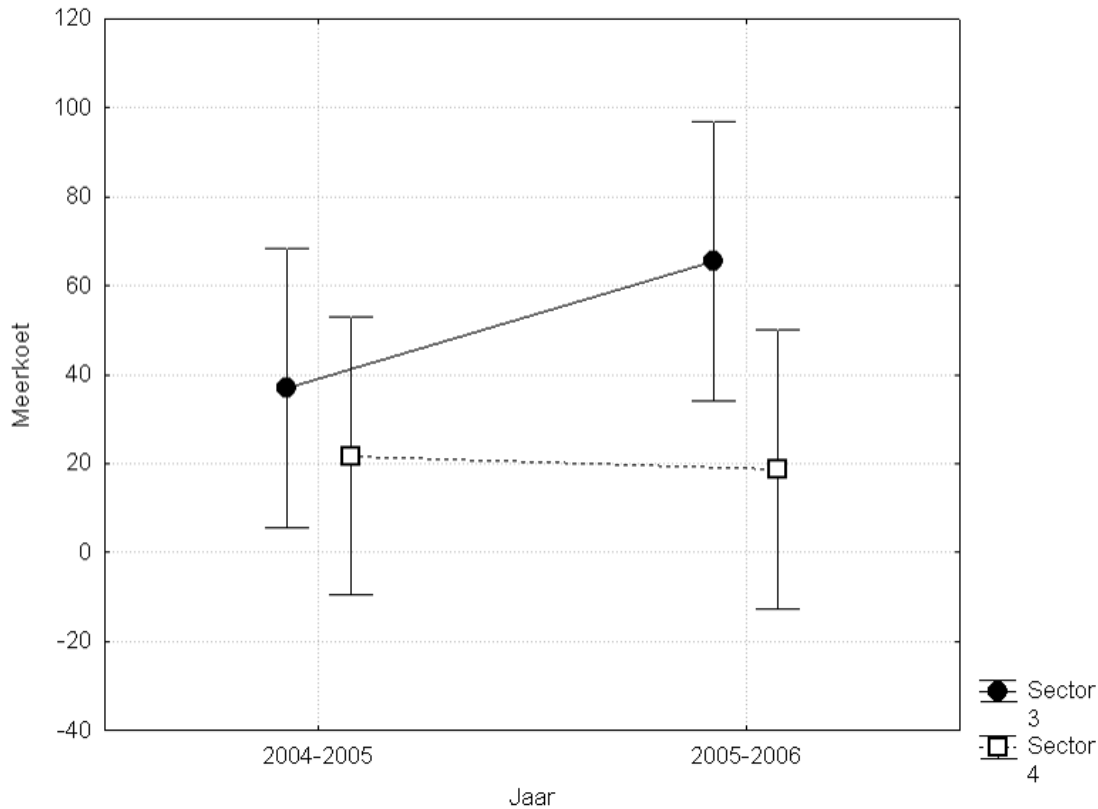
Figuur 108 Gemiddeld aantal pleisterende/rustende Wilde Eenden in sector 3 en 4 van "De Put" gedurende het winterhalfjaar, voor het plaatsen van de windturbines (2004/2005) en erna (2005/2006). De verticale balken geven het 95% betrouwbaarheidsinterval weer. Geen significante verschillen voor de verschillende variabelen en interacties (Factoriële ANOVA: $P > 0,05$).

Figure 108 Mean number of foraging/resting Mallards in sector 3 and 4 of "De Put" during the winter season, before the construction of the turbines (2004/2005) and after (2005/2006). The vertical bars show the 95% confidence interval. No significant differences for all separate variables and interactions (Factorial ANOVA: $P > 0.05$).



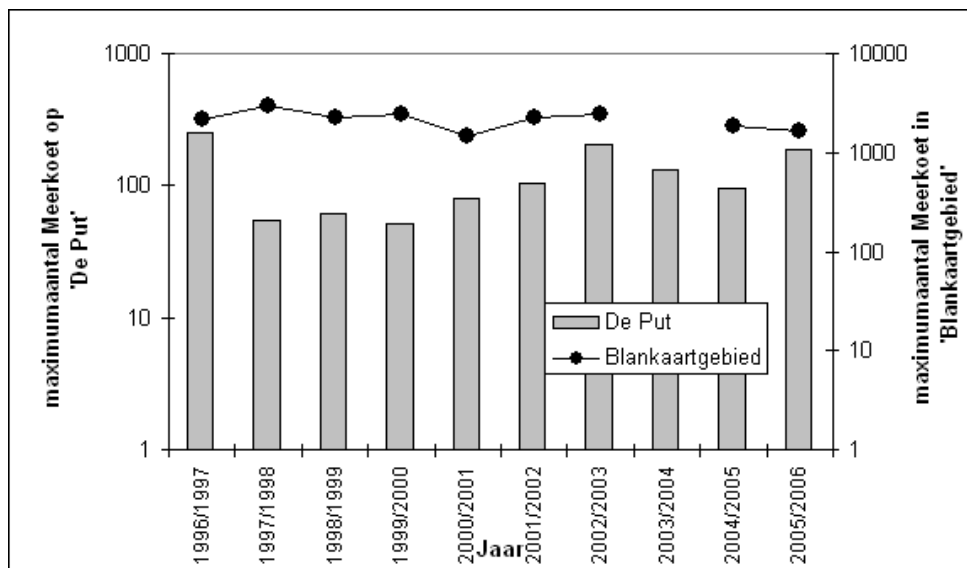
Figuur 109 Evolutie van het vastgestelde maximumaantal pleisterende/rustende Wilde Eenden op de waterplas 'De Put' en in het Blankaartgebied gedurende de voorbije winterperiodes.

Figure 109 Evolution of the found maximum-number foraging/resting Mallards on the pond 'De Put' and in the Blankaart-area during the last winter seasons.



Figuur 110 Gemiddeld aantal pleisterende/rustende Meerkoeten in sector 3 en 4 van "De Put" gedurende het winterhalfjaar, voor het plaatsen van de windturbines (2004/2005) en erna (2005/2006). De verticale balken geven het 95% betrouwbaarheidsinterval weer. Geen significante verschillen voor de verschillende variabelen en interacties (Factoriële ANOVA: $P > 0,05$).

Figure 110 Mean number of foraging/resting Coots in sector 3 and 4 of "De Put" during the winter season, before the construction of the turbines (2004/2005) and after (2005/2006). The vertical bars show the 95% confidence interval. No significant differences for all separate variables and interactions (Factorial ANOVA: $P > 0.05$).

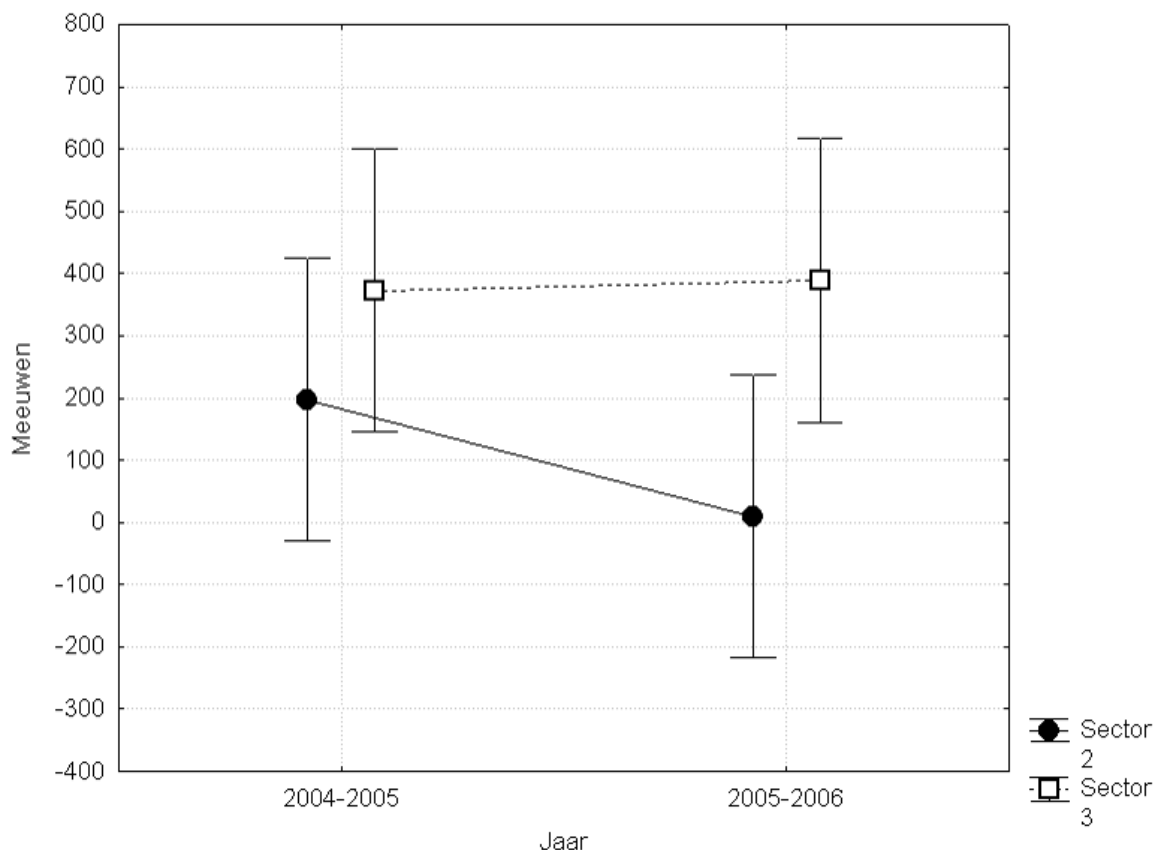


Figuur 111 Evolutie van het vastgestelde maximumaantal pleisterende en/of rustende Meerkoeten op de waterplas 'De Put' en in het Blankaartgebied gedurende de voorbije winterperiodes.

Figure 111 Evolution of the found maximum-number foraging/resting Coots on the pond 'De Put' and in the Blankaart-area during the last winter seasons.

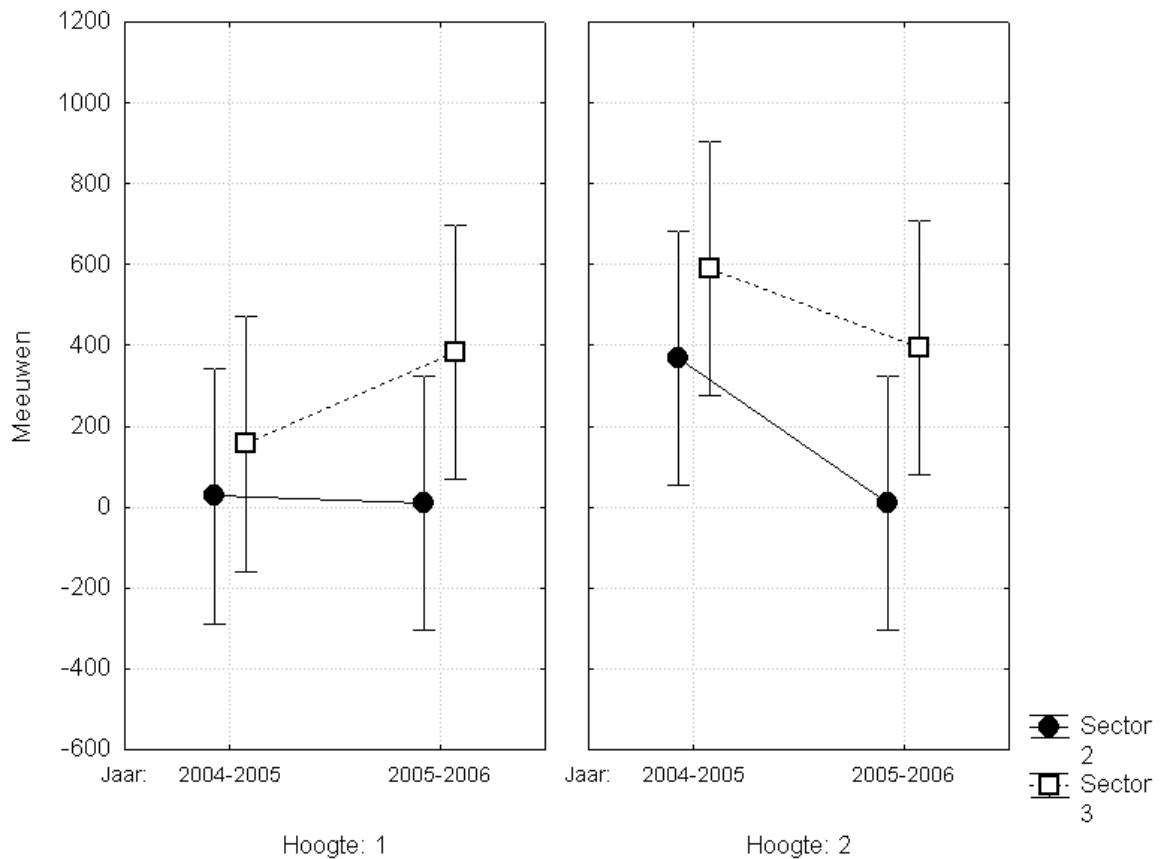
2.7.1.4 Langsvliegende vogels

Er werd na het plaatsen van de windturbines geen significant verstrend effect gevonden op de dagelijks overvliegende lokale meeuwen op slaaptrek (Figuur 112). In sector 2 vlogen na het plaatsen van de windturbines gemiddeld wel minder meeuwen over, maar het verschil tussen de 2 winterperiodes was niet significant (Factoriële ANOVA: $P > 0,05$). Dit komt grotendeels omdat het aantal overvliegende meeuwen vrij sterke variaties vertoonde tussen de verschillende teldagen. De slaaptrekroute nabij de windturbinelocatie kent blijkbaar geen echt vast patroon (Figuur 116-117). In vergelijking met de referentiesituatie (2004/2005) vlogen de meeuwen na het plaatsen van de windturbines gemiddeld ook lager (minder op rotorhoogte), maar ook hier was het verschil niet significant (Figuur 113; Factoriële ANOVA: $P > 0,05$). Mogelijk was er - ondanks het ontbreken van significantie - dus wel sprake van uitwijkgedrag.



Figuur 112 Gemiddeld aantal overvliegende meeuwen (Kokmeeuw en Stormmeeuw) op 1 avond in sector 2 en 3 van "De Put" gedurende het winterhalfjaar, voor het plaatsen van de windturbines (2004/2005) en erna (2005/2006). De verticale balken geven het 95% betrouwbaarheidsinterval weer. Significant verschil voor de "Sector"-variabele (Factoriële ANOVA: $P = 0,02$), geen significant verschil voor de "Jaar" variabele en de interactie tussen "Jaar" en "Sector" variabelen (Factoriële ANOVA: $P > 0,05$).

Figure 112 Mean number of passing gulls (Black-headed Gull and Common Gull) on 1 evening in sector 2 and 3 of "De Put" during the winter season, before the construction of the turbines (2004/2005) and after (2005/2006). The vertical bars show the 95% confidence interval. Significant difference for the "Sector" variable (Factorial ANOVA: $P = 0.02$). No significant difference for the "Year" variable and interaction between "Year" and "Sector" variable (Factorial ANOVA: $P > 0.05$).

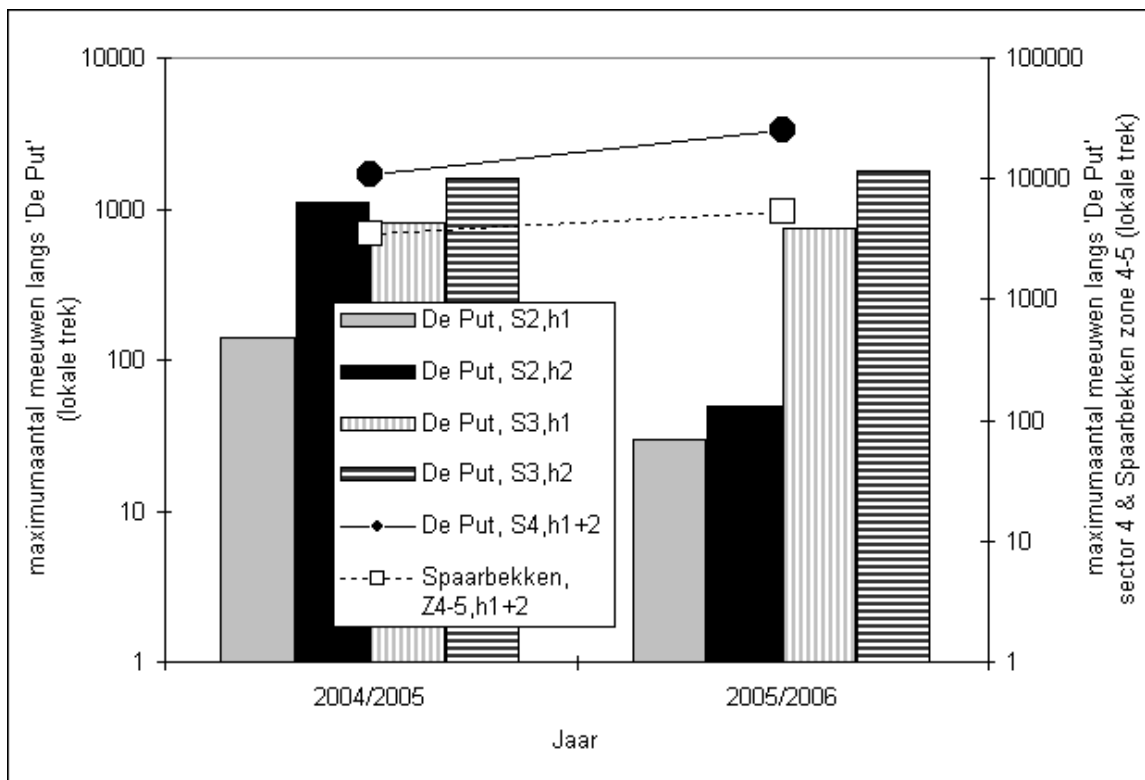


Figuur 113 Gemiddeld aantal overvliegende meeuwen (Kokmeeuw en Stormmeeuw) op 1 avond in sector 2 en 3 van "De Put" gedurende het winterhalfjaar, onder rotorhoogte (hoogte 1) en op rotorhoogte (hoogte 2), voor het plaatsen van de windturbines (2004/2005) en erna (2005/2006). De verticale balken geven het 95% betrouwbaarheidsinterval weer. Significant verschil voor de "Sector"-variabele (Factoriële ANOVA: $P=0,02$), geen significant verschil voor de afzonderlijke "Jaar" en "Hoogte" variabelen en interacties (Factoriële ANOVA: $P>0,05$).

Figure 113 Mean number of passing gulls (Black-headed Gull and Common Gull) on 1 evening in sector 2 and 3 of "De Put" during the winter season, below rotor height ('hoogte 1') and at rotor height ('hoogte 2'), before the construction of the turbines (2004/2005) and erna (2005/2006). The vertical bars show the 95% confidence interval. Significant difference for the "Sector" variable (Factorial ANOVA: $P=0.02$). No significant difference for the "Year" and "Height" variables and interactions (Factorial ANOVA: $P>0.05$).

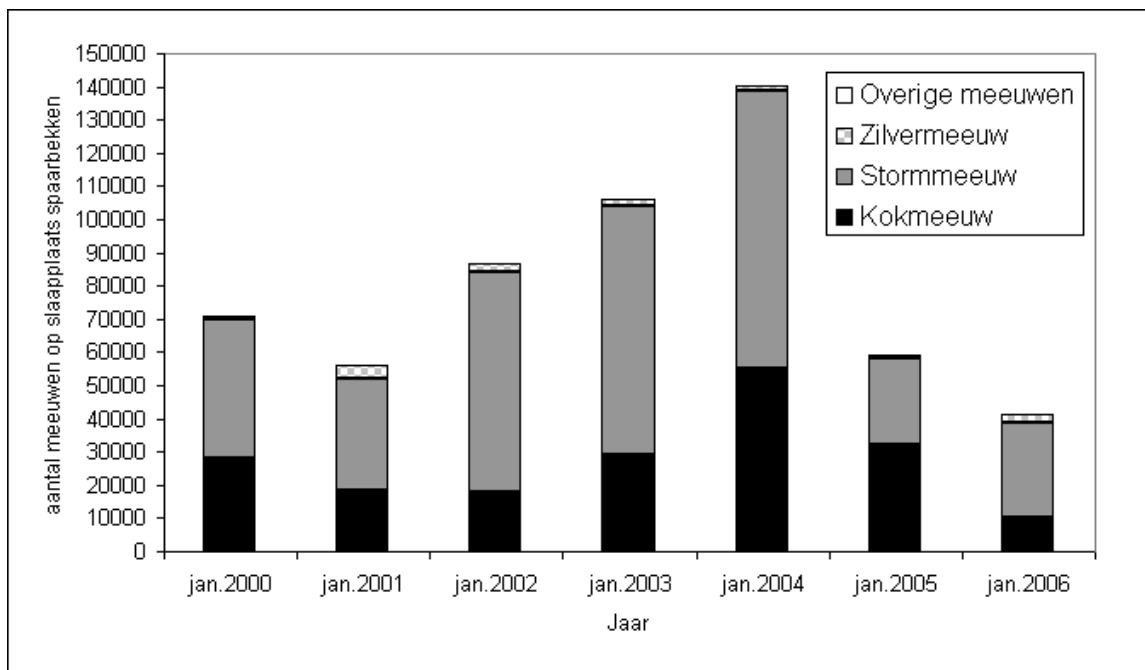
In figuur 114 is op basis van de vastgestelde maximumaantallen (maximum van telkens 6 tellingen) in 2005/2006 ook duidelijk een afname te zien van overvliegende meeuwen in sector 2 op rotorhoogte, waarschijnlijk dus door uitwijkgedrag voor de windturbines, maar zoals eerder beschreven is er op basis van de gemiddelde waarden geen significant verschil. Overvliegende meeuwen in de buurt van de windturbines maakten soms kleine koerscorrecties, maar dit was niet altijd met zekerheid te bepalen en werd voorlopig niet verder geanalyseerd.

Het aantal meeuwen op de slaapplek van het spaarbekken in Merkem (Blankaartgebied) is onderhevig aan sterke schommelingen. Tijdens de onderzoeksperiode (2004-2006) werden er de laagste aantallen vastgesteld van de laatste 7 jaar (Figuur 115).



Figuur 114 Maximumaantal overvliegende meeuwen (Kokmeeuw en Stormmeeuw) op 1 avond in de sectoren 2, 3 en 4 van "De Put" (S2-4) alsook in de zone 4-5 langs het spaarbekken (toekomend op slaappleats, zie figuur 19-20), gedurende het winterhalfjaar, onder rotorhoogte (h1) en op rotorhoogte (h2), voor het plaatsen van de windturbines (2004/2005) en erna (2005/2006).

Figure 114 Maximum number of passing gulls (Black-headed Gull and Common Gull) on 1 evening in sectors 2, 3 and 4 of the pond "De Put" (S2-4) and also in the zone 4-5 alongside the water reservoir "Spaarbekken" (toekomend op slaappleats, zie figuur 19-20), during the winter season, below rotor height (h1) and at rotorheight (h2), before the construction of the turbines (2004/2005) and after (2005/2006).



Figuur 115 Evolutie van het vastgestelde aantal meeuwen op de slaappleats in het spaarbekken Merkem (=Blankaartgebied). Telling van aanvliegende vogels in verschillende zones, zie ook figuur 116-117).

Figure 115 Evolution of the counted number of gulls on the sleeping place in the water reservoir "Spaarbekken" of Merkem (=inside the "Blankaartgebied"). Count of arriving (in flight) birds in different zones, see also figure 116-117.).



Figuur 116 Slaaptrek van meeuwen richting slaappleats (spaarbekken) in de winterperiode 2004/2005.

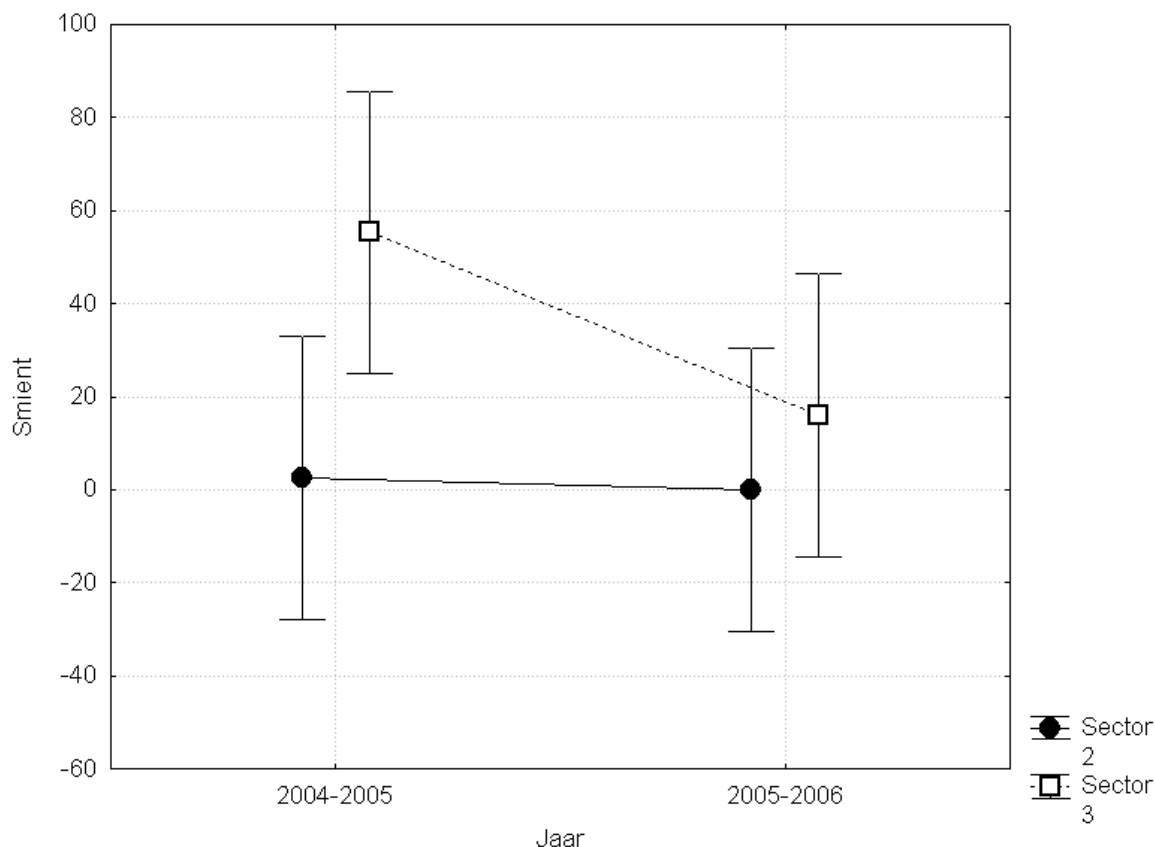
Figure 116 Local gull migration to the sleeping place (Spaarbekken) during the winter 2004/2005.



Figuur 117 Slaaptrek van meeuwen richting slaappleats (spaarbekken) in de winterperiode 2005/2006.

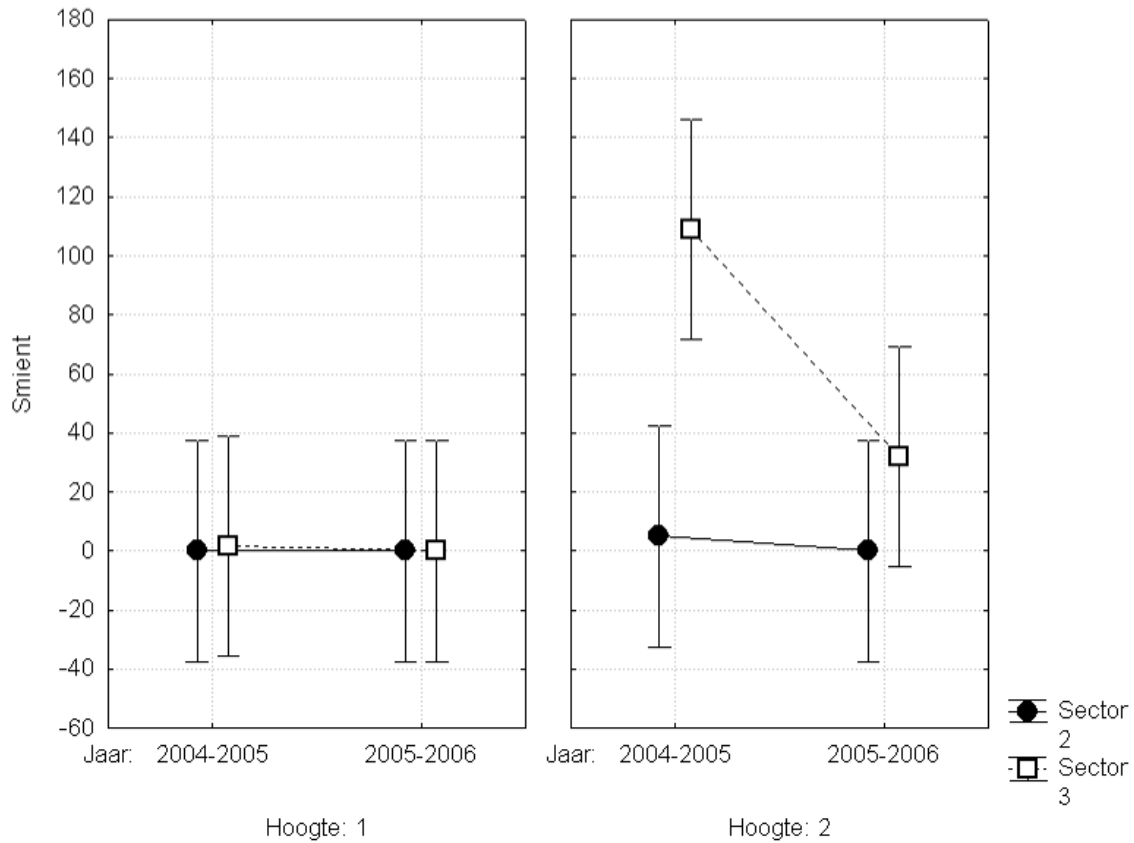
Figure 117 Local gull migration to the sleeping place (Spaarbekken) during the winter 2005/2006.

Door het relatief kleine aantal vastgestelde (dagelijks) overvliegende lokale eenden (voedseltrek) en de grote variaties tussen de verschillende teldagen langs de windturbine locatie (Smient, Wilde Eend), is het moeilijk om besluiten te trekken betreffende de mate van verstoring op de lokale trekroutes (Figuur 118-123). Er was wel in zowel sector 2 als 3 een afname van het vastgestelde aantal overvliegende Smienten en Wilde Eenden (vooral goed te zien in sector 3), wat kan wijzen op uitwijkgedrag voor de windturbines, maar de verschillen waren niet significant (Factoriële ANOVA: $P > 0,05$).



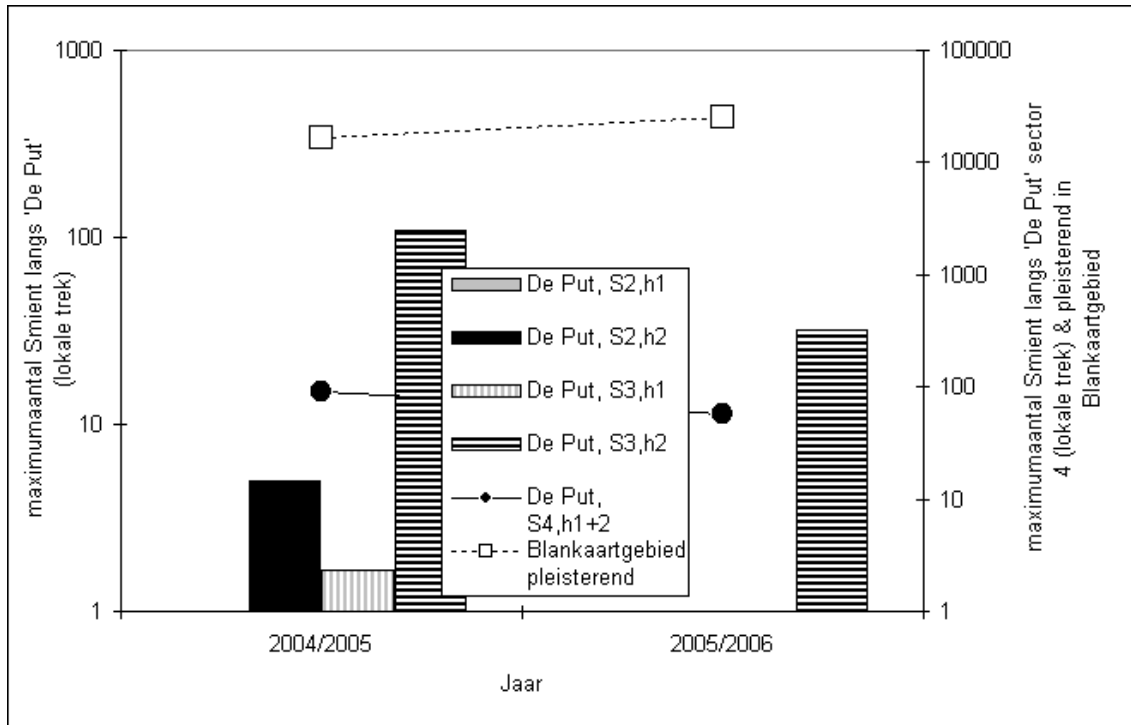
Figuur 118 Gemiddeld aantal overvliegende Smienten op 1 avond/nacht in sector 2 en 3 van "De Put" gedurende het winterhalfjaar, voor het plaatsen van de windturbines (2004/2005) en erna (2005/2006). De verticale balken geven het 95% betrouwbaarheidsinterval weer. Significant verschil voor de "Sector"-variabele (Factoriële ANOVA: $P=0,03$), geen significant verschil voor de "Jaar" variabele en de interactie tussen "Jaar" en "Sector" variabelen (Factoriële ANOVA: $P > 0,05$).

Figure 118 Mean number of passing Wigeons on 1 evening+night in sector 2 and 3 of "De Put" during the winter season, before the construction of the turbines (2004/2005) and after (2005/2006). The vertical bars show the 95% confidence interval. Significant difference for the "Sector" variable (Factorial ANOVA: $P=0.03$). No significant difference for the "Year" variable and interaction between "Year" and "Sector" variable (Factorial ANOVA: $P > 0.05$).



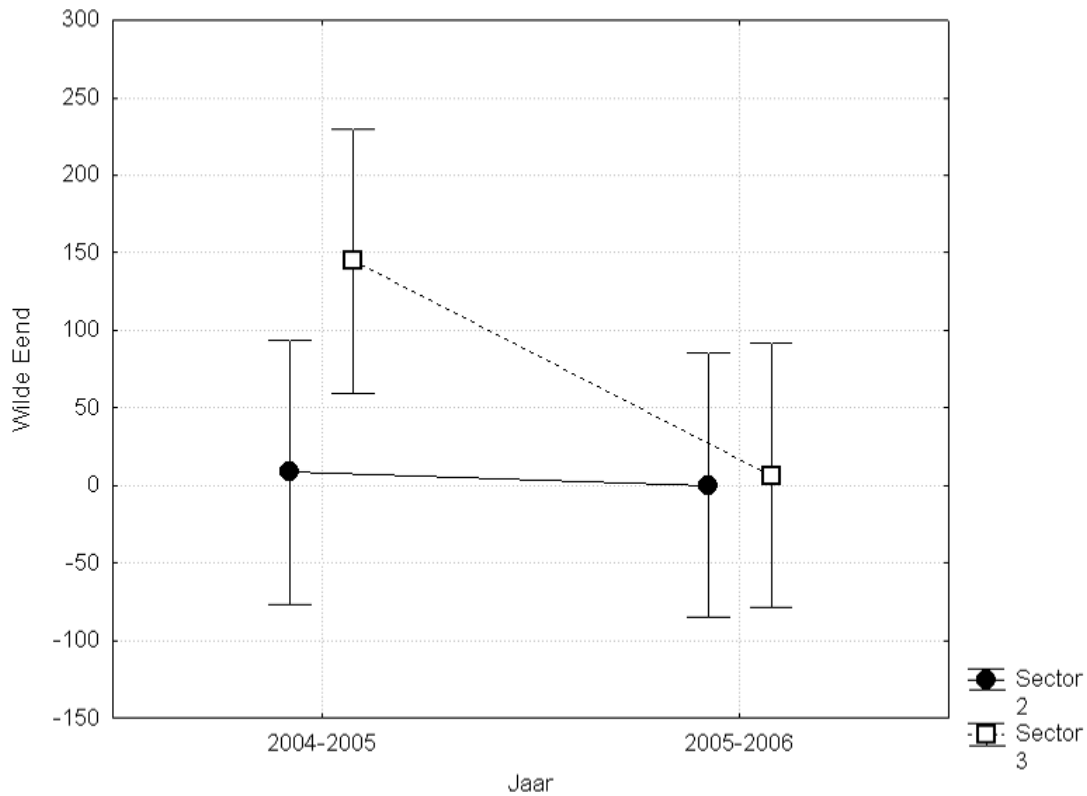
Figuur 119 Gemiddeld aantal overvliegende Smienten op 1 avond in sector 2 en 3 van "De Put" gedurende het winterhalfjaar, onder rotorhoogte (hoogte 1) en op rotorhoogte (hoogte 2), voor het plaatsen van de windturbines (2004/2005) en erna (2005/2006). De verticale balken geven het 95% betrouwbaarheidsinterval weer. Significant verschil voor de "Sector" en "Hoogte" variabele apart (Factoriële ANOVA: $P=0,01$) en interactie tussen "Sector" en "Hoogte" variabelen (Factoriële ANOVA: $P=0,01$). Geen significant verschil voor de afzonderlijke "Jaar" variabele, en de interacties tussen "Jaar" en overige variabelen (Factoriële ANOVA: $P>0,05$).

Figure 119 Mean number of passing Wigeons on 1 evening in sector 2 and 3 of "De Put" during the winter season, below rotor height ('hoogte 1') and at rotor height ('hoogte 2'), before the construction of the turbines (2004/2005) and after (2005/2006). The vertical bars show the 95% confidence interval. Significant difference for the "Sector" and "Height" variables separately (Factorial ANOVA: $P=0.01$) and interaction between "Sector" and "Height" variables (Factorial ANOVA: $P=0.01$). No significant difference for the "Year" variable and interaction between "Year" and other variables (Factorial ANOVA: $P>0.05$).



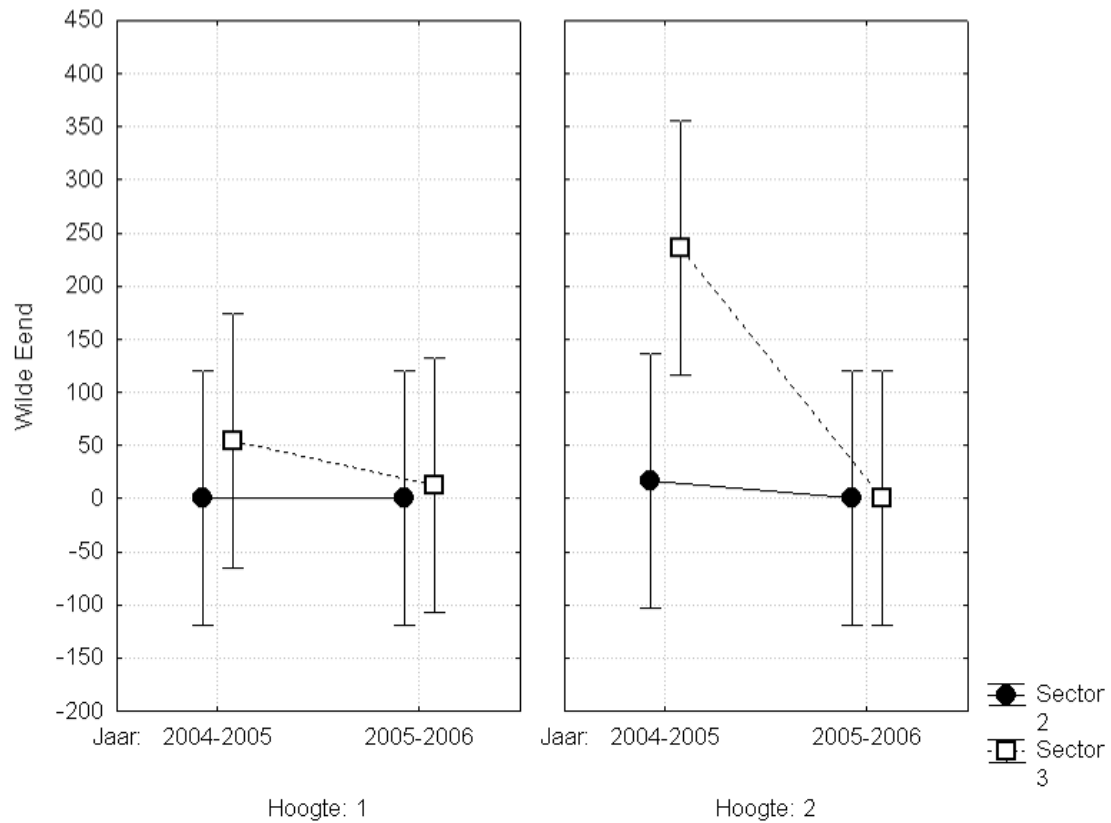
Figuur 120 Maximumaantal overvliegende Smienten op 1 avond/nacht in de sectoren 2, 3 en 4 van "De Put" (S2-4) alsook het maximaantal pleisterende vogels in het Blankaartgebied gedurende het winterhalfjaar. Onder rotorhoogte (h1) en op rotorhoogte (h2), voor het plaatsen van de windturbines (2004/2005) en erna (2005/2006).

Figure 120 Maximum number of passing Wigeons on 1 evening in sectors 2, 3 and 4 of the pond "De Put" (S2-4) and also the maximum number of foraging or resting Wigeons in the wide area around (Blankaartgebied) during the winter season. Below rotor height (h1) and at rotorheight (h2), before the construction of the turbines (2004/2005) and after (2005/2006).



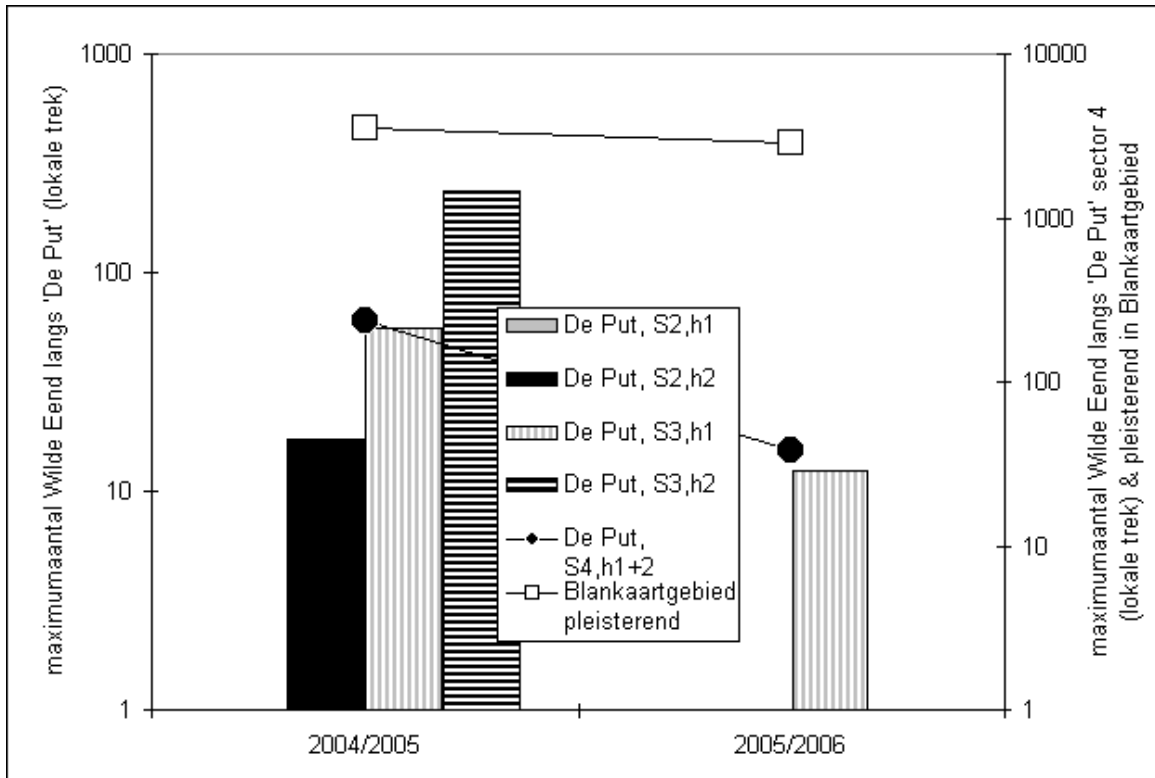
Figuur 121 Gemiddeld aantal overvliegende Wilde Eenden op 1 avond/nacht in sector 2+3 van "De Put" gedurende het winterhalfjaar, voor het plaatsen van de windturbines (2004/2005) en erna (2005/2006). De verticale balken geven het 95% betrouwbaarheidsinterval weer. Geen significante verschillen voor verschillende variabelen en interacties (Factoriële ANOVA: $P > 0,05$).

Figure 121 Mean number of passing Mallards on 1 evening+night in sector 2 and 3 of "De Put" during the winter season, before the construction of the turbines (2004/2005) and after (2005/2006). The vertical bars show the 95% confidence interval. No significant difference for all variables and interactions (Factorial ANOVA: $P > 0.05$).



Figuur 122 Gemiddeld aantal overvliegende Wilde Eenden op 1 avond in sector 2 en 3 van "De Put" gedurende het winterhalfjaar, onder rotorhoogte (hoogte 1) en op rotorhoogte (hoogte 2), voor het plaatsen van de windturbines (2004/2005) en erna (2005/2006). De verticale balken geven het 95% betrouwbaarheidsinterval weer. Geen significante verschillen voor de verschillende variabelen en interacties (Factoriële ANOVA: $P > 0,05$).

Figure 122 Mean number of passing Mallards on 1 evening in sector 2 and 3 of "De Put" during the winter season, below rotor height ('hoogte 1') and at rotor height ('hoogte 2'), before the construction of the turbines (2004/2005) and after (2005/2006). The vertical bars show the 95% confidence interval. No significant difference for all variables and interactions (Factorial ANOVA: $P > 0.05$).



Figuur 123 Maximumaantal overvliegende Wilde Eenden op 1 avond/nacht in de sectoren 2, 3 en 4 van "De Put" (S2-4) alsook het maximumaantal pleisterende vogels in het Blankaartgebied gedurende het winterhalfjaar. Onder rotorhoogte (h1) en op rotorhoogte (h2), voor het plaatsen van de windturbines (2004/2005) en erna (2005/2006).

Figure 123 Maximum number of passing Mallards on 1 evening in sectors 2, 3 and 4 of the pond "De Put" (S2-4) and also the maximum number of foraging or resting Mallards in the wide area around (Blankaartgebied) during the winter season. Below rotor height (h1) and at rotorheight (h2), before the construction of the turbines (2004/2005) and after (2005/2006).

2.8 Overige locaties (steekproeven)

2.8.1 Zandvlietsluis, Antwerpen

In 2004 werden 2 windturbines van elk 2000 kW (2 MW) geplaatst tussen BASF (ten noorden) en de Zandvlietsluis (ten zuiden) in het Antwerps havengebied. De turbines hebben een masthoogte van 98m en rotordiameter 71m (Figuur 124).



Figuur 124 Windturbines nabij de Zandvlietsluis in het Antwerps havengebied.

Figure 124 Wind turbines near the Zandvlietsluis in the Antwerp port area.

In de Antwerpse haven liggen enkele waterplassen en kanaaldokken waar vooral tijdens de winterperiode watervogels op pleisteren. De Schelde met diverse belangrijke vogelgebieden, ligt ten westen van de windturbines. Het aantal pleisterende vogels in de directe nabijheid van de windturbines was beperkt tot enkele tientallen (max. een paar honderd) watervogels op de naastliggende waterplas (net ten zuiden) en verspreide kleine aantallen watervogels op de dokken (Figuur 125). Tijdens het broedseizoen was er wel een broedkolonie meeuwen (in 2006 ca. 725 koppels Zwartkopmeeuw en een paar duizend koppels Kokmeeuw) net ten WZW op een minimumafstand van ongeveer 200m tot de turbines, alsook een kleinere kolonie ten ZZO ook op ongeveer 200m.



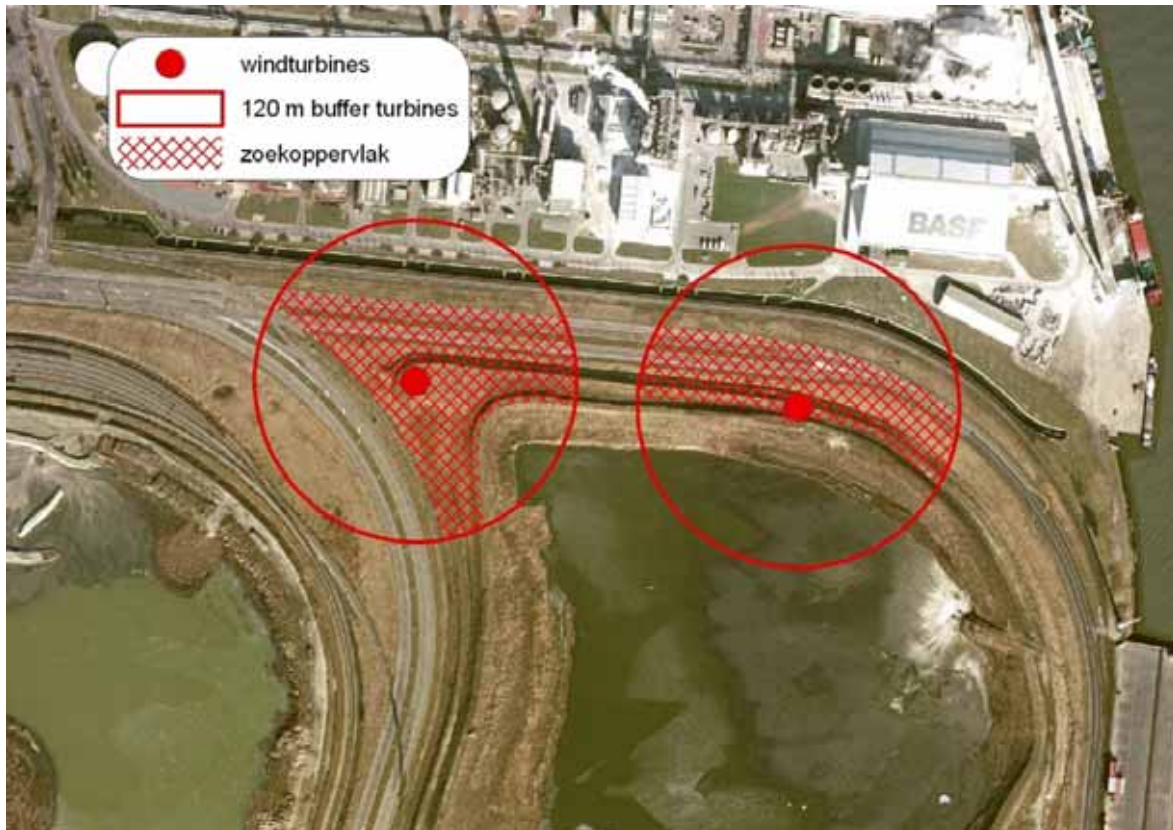
Figuur 125 Windturbines nabij de Zandvlietsluis in het Antwerps havengebied.

Figure 125 Wind turbines North of Zandvlietsluis.

Aanvaringsaspect - Mortaliteit

In de periode februari tot en met oktober 2006 werd één keer per maand gezocht naar aanvaringslachtoffers (Figuur 126), vooral gericht op grote vogels (snelstappend zoekend, en lang gras op dijk niet overal van dichtbij onderzocht).

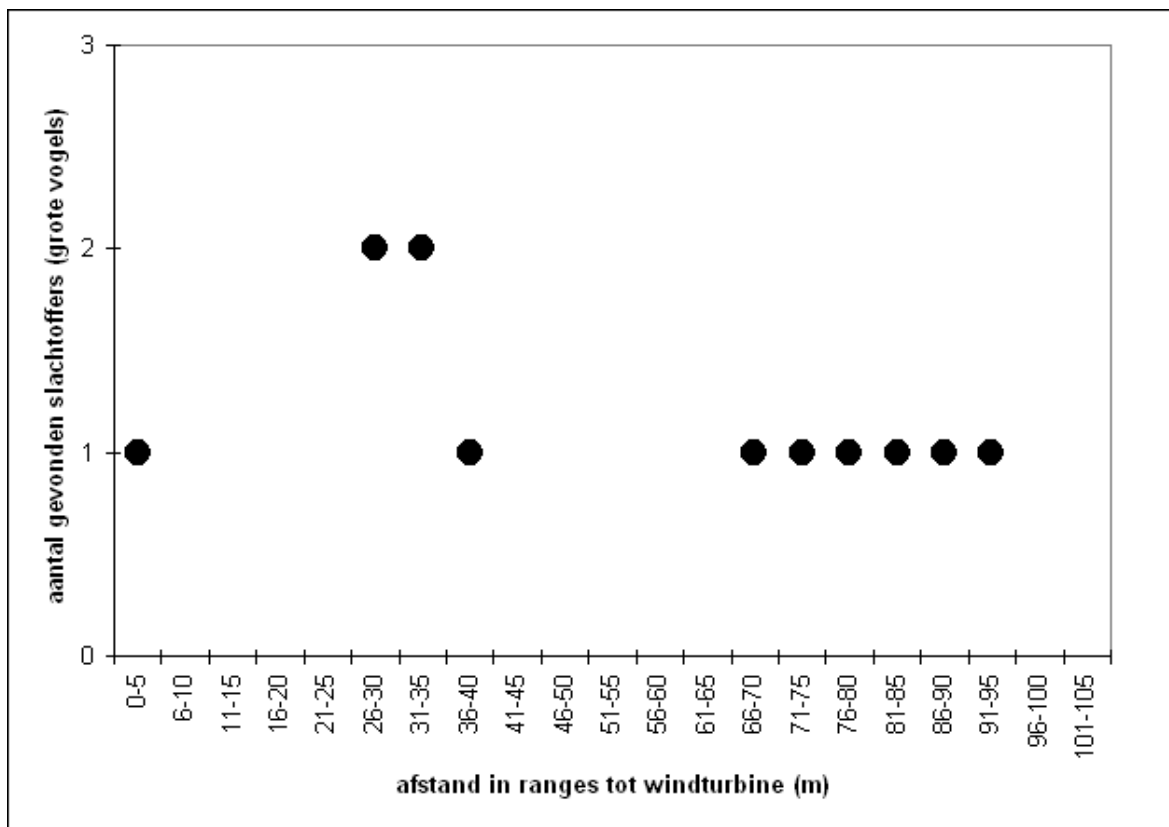
Er werden 12 zekere of waarschijnlijke aanvaringslachtoffers gevonden: 8 aan de westelijke turbine (6 Kokmeeuwen, 1 Zwartkopmeeuw, 1 Smient) en 4 aan de oostelijke turbine (1 Kokmeeuw, 2 Bergeenden, 1 Krakeend). De meeuwen werden allen in de lente- en zomerperiode gevonden (cfr. broedkolonie nabij). De slachtoffers lagen verspreid over een afstand van 0 tot 92m tot de turbines (Figuur 127).



Figuur 126 Windturbines met aanduiding van 120m zoekcirkel, en beschikbaar zoekoppervlak.

Figure 126 Wind turbines with 120m buffer, and real available search area.

Rekening houdende met de correctiefactoren (enkel voor beschikbaar zoekoppervlak want er werden geen kleine vogels gevonden) komen we uit op ongeveer 34 aanvaringslachtoffers, of 17 per turbine voor de periode februari-oktober 2006 (westelijke turbine= 19,44, oostelijke turbine=14,08). Een extrapolatie zonder rekening te houden met variatie in de tijd, geeft dan gemiddeld 21 aanvaringslachtoffers per turbine per jaar, maar aangezien de meeuwen in de periode maart-juli werden vastgesteld, kan het werkelijk aantal slachtoffers iets lager uitkomen (ca. 20).



Figuur 127 Afstand tot de windturbines waarop de effectief gevonden aanvaringslachtoffers in de periode februari tot oktober 2006 werden vastgesteld. Niet de volledige oppervlakte binnen de zoekcirkel kon afgezocht worden (zie correctiefactor beschikbaar zoekoppervlak).

Figure 127 Distance to the wind turbines where the found collision fatalities ('grote vogels'= large bird in the period February-October 2006 were recorded. Not the whole area within the search circle could be searched (see correction factor available search area).

2.8.2 Rupeltunnel/A12, Puurs

In 2006 werden 2 windturbines van elk 2000 kW (2 MW) geplaatst aan de Rupeltunnel langs de A12 in Puurs. De windturbines hebben een masthoogte van 100m en rotordiameter 80m (Figuur 128).



Figuur 128 Windturbines langs A12/Rupeltunnel in Puurs.

Figure 128 Wind turbines alongside A12/Rupeltunnel in Puurs.

Vooraf gedurende de winterperiode komen op de Rupel en het kanaal Ruisbroek-Puurs belangrijke aantallen watervogels voor (Figuur 129). Ter hoogte van de windturbines gaat het slechts om relatief kleine aantallen. Langs de Rupel en het kanaal zijn er dan wel regelmatig lokale vliegbewegingen van eenden (tussen de meer noordwest gelegen Schelde en de waterplassen ten zuidoosten van de turbines). Enkele avondtellingen gaven de indicatie dat er over de windturbinelocatie zelf relatief weinig lokale vliegbewegingen zijn.



Figuur 129 Windturbines langs A12/Rupeltunnel in Puurs.

Figure 129 Wind turbines alongside A12/Rupeltunnel in Puurs.



Figuur 130 Windturbines met aanduiding van 120m zoekcirkel, en beschikbaar zoekoppervlak.

Figure 130 Wind turbines with 120m buffer, and real available search area.

Aanvaringsaspect - Mortaliteit

In 2007 werd in de periodes januari-april en september-december om de 2 maanden gezocht naar aanvaringsslachtoffers (Figuur 130). In maart en april werd een Wilde Eend en Houtduif als zeker aanvaringsslachtoffer vastgesteld. De slachtoffers lagen op een afstand van resp. 30 en 90m tot de turbines. Met correctiefactoren geeft dit 10 vogelslachtoffers (5 per turbine) gedurende de zoekperiode.

3 Globale analyse en discussie

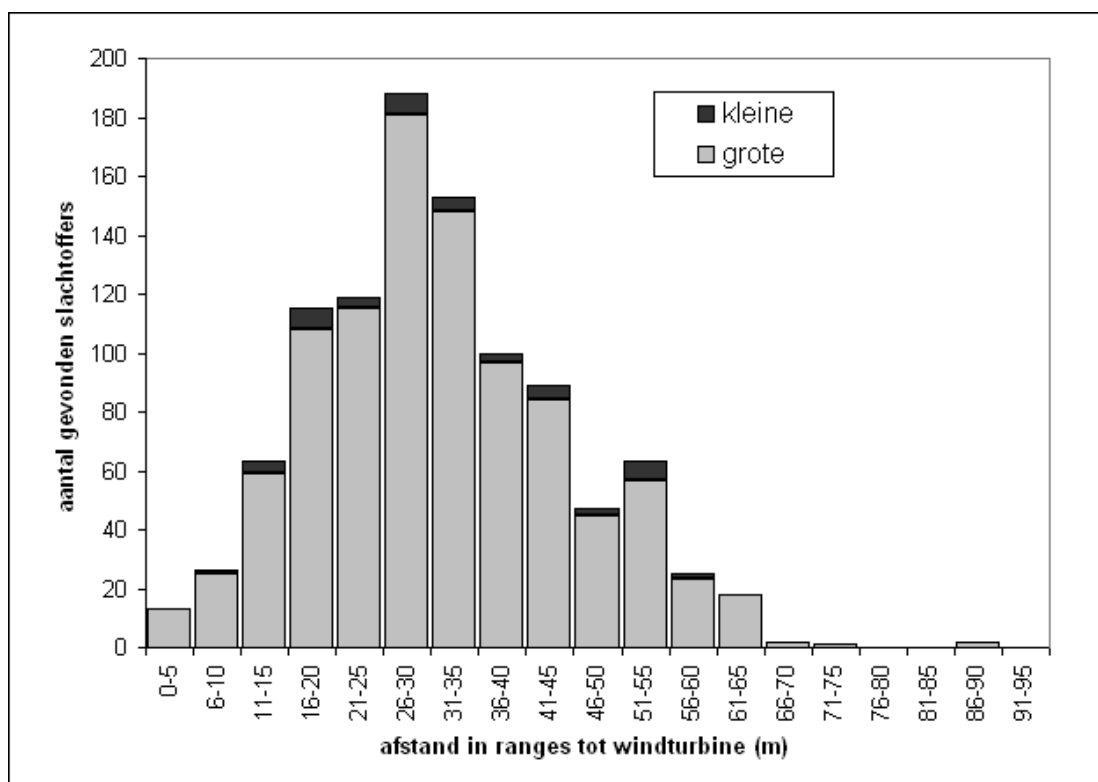
3.1 Aanvaringsaspect bij vogels

3.1.1 Correctiefactoren

3.1.1.1 Zoekoppervlak

Het is belangrijk om de grootte van de zoekcirkel zo correct mogelijk te bepalen om de meeste aanvaringssslachtoffers te kunnen vinden, en voor de oppervlakte die binnen die cirkel niet kan afgezocht worden, een correctiefactor te berekenen. Voor deze correctiefactor werd een zoekcirkel gebruikt waarbinnen effectief ook de meeste slachtoffers werden gevonden, en/of een zoekcirkel op basis van de resultaten op andere locaties. Dat laatste is belangrijk aangezien het beschikbaar zoekoppervlak op enkele plaatsen relatief klein was en aldus een verkeerd beeld zou kunnen opleveren van de werkelijke afstand tot waar de meeste slachtoffers vallen.

De verhouding tussen de straal van de zoekcirkel en de hoogte van de windturbines, was niet gelijk voor alle onderzochte Vlaamse locaties. De resultaten van de 600 kW turbines langs het Boudewijnkanaal zijn het meest betrouwbaar om te bepalen tot op welke afstand nog slachtoffers op de grond gevonden worden. Daar zijn immers gedurende de verschillende jaren al veel slachtoffers (n=1024) effectief vastgesteld (groot aantal, dus hogere betrouwbaarheid) en was het beschikbaar zoekoppervlak aan alle turbines ook relatief groot. De verdeling van de afstanden toont daar ongeveer het patroon van een normale verdeling (Figuur 131), met een gemiddelde afstand van 32,6m. De maximumafstand waarop 99% van de slachtoffers werden aangetroffen, was daar ongeveer 65m (Figuur 131, Tabel 39). Er werd geen relatie gevonden tussen de afstand waarop een slachtoffer werd gevonden en de grootte van de vogel.



Figuur 131 Afstand tot de turbines langs het Boudewijnkanaal (mast=55m, tip=79m) waarop de effectief gevonden (zekere en waarschijnlijke) aanvaringssslachtoffers in de periode 2001-2006 werden vastgesteld. Niet de volledige oppervlakte binnen de zoekcirkel kon afgezocht worden.

Figure 131 Distance to the wind turbines alongside the Boudewijn-canal (mast=55m, tip=79m; see 2.2) where the found (certain and probable) collision fatalities ('grote'= large birds, 'kleine'= small birds) in the period 2001-2006 were recorded. Not the whole area within the search circle could be searched (see correction factor available search area).

Tabel 39 Windturbines en afstand waarop zekere en waarschijnlijke slachtoffers werden gevonden, langs het Boudewijnkanaal (zie 2.2), Kleine Pathoekeweg (zie 2.3), Schelle (zie 2.4) en Kluzendok (zie 2.6). Boudewijnkanaal en Schelle zijn het meest betrouwbaar inzake afstanden, aangezien daar een hoog percentage van de "zoekcirkel" ook effectief kon afgezocht worden.

Table 39 Wind turbines and the distance to the turbines of found collision fatalities, at the Boudewijn-canal (see 2.2), Kleine Pathoekeweg (see 2.3), Schelle (see 2.4) and Kluzendok (see 2.6). Boudewijn-canal and Schelle are the most reliable concerning the distances, as a high percentage of the area within the "search circle" could be searched.

	Boudewijn- kanaal (m)	Kleine Pathoekeweg (m)	Schelle (m)	Kluzendok (m)
Masthoogte <i>Mast height</i>	55	85	85	98
Tiphoogte <i>Tip height</i>	79	120	120	134
Mast x 1,1	61	94	94	108
Mast x 1,2	66	102	102	118
Mast x 1,3	75	111	111	127
Tip / 1,1	72	109	109	122
Tip / 1,2	66	100	100	112
95% slachtoffers binnen.. <i>95% fatalities found within..</i>	55	75	95	95
99% slachtoffers binnen.. <i>99% fatalities found within..</i>	65	85	110	110
Nog slachtoffers tot.. <i>Fatalities up to..</i>	90	90	110	110

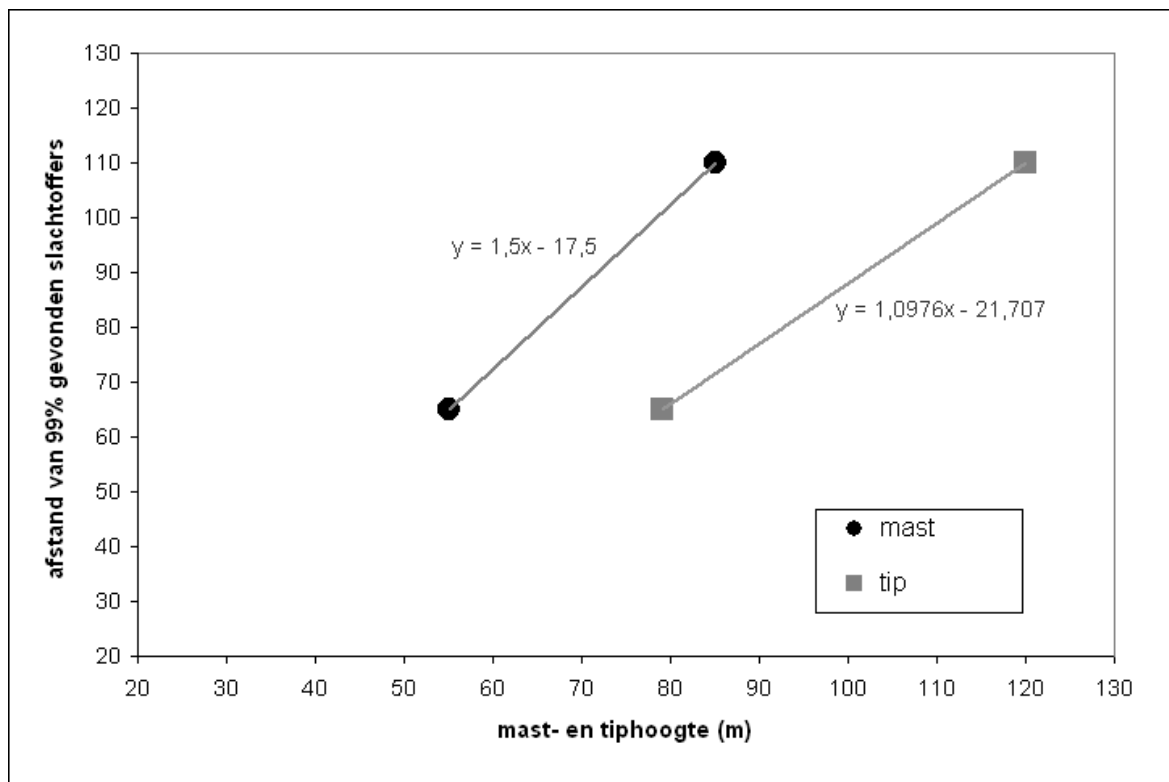
De verhouding van turbinehoogte en maximumafstand van slachtoffers kan mogelijk wel verschillend zijn bij de meest moderne grote windturbines van meer dan 1 MW. Daarom werden de resultaten van het Boudewijnkanaal (600 kW turbines) vergeleken met deze van de 1,5 MW turbines in Schelle. Daar werden wel minder slachtoffers vastgesteld, maar het beschikbaar zoekoppervlak was ook relatief groot om een goed beeld te krijgen van de afstandsverdeling. Aan de Kleine Pathoekeweg en het Kluzendok was het beschikbaar zoekoppervlak niet groot genoeg om betrouwbare gegevens uit te halen ivm. maximumafstand van slachtoffers tot de mast (Tabel 39). De relatie tussen Boudewijnkanaal en Schelle is weergegeven in Figuur 132.

Uit de vergelijking in figuur 132 halen we dat de maximumafstand van de meeste aanvaringsslachtoffers niet volledig evenredig is met masthoogte versus tiphoogte van de turbines. Misschien is dit te wijten aan het verschil in turbintype (grote moderne turbines versus middelgrote) of gewoon door toevallige variatie in de resultaten.

De situatie in windparken kan ook verschillend zijn omwille van diverse omgevingsfactoren en bijvoorbeeld ook de vlieghoogte, de hoek waarop vogels de turbines voorbijvliegen, enz.

In Akershoek et al. (2005) en Krijgsveld et al. (2008) werd de grootte van het zoekoppervlak bepaald door de masthoogte x1,1. Dit werd aanvankelijk ook toegepast voor de turbines langs het Boudewijnkanaal. Aan de oostelijke strekdam in Zeebrugge werd echter aan de 400 kW turbines nog een belangrijk aandeel vogel gevonden tot een afstand die gelijk is aan de tiphoogte, wat op die locatie overeenkomt met de masthoogte x1,5. Dit komt mogelijk doordat het hier gaat om zeer kleine turbines (meerderheid 400 kW) en doordat misschien relatief meer lokale vogels in aanvaring kunnen komen met het hoogste deel van de wieken waardoor ze op grotere afstand vallen. De factor vlieghoogte zou hierin dus een belangrijke factor kunnen zijn.

Aangezien aan het Boudewijnkanaal werd vastgesteld dat ongeveer 99% van de slachtoffers binnen de 65m (=mast x1,2) lagen, werd voor de nieuwe windturbinelocaties sinds 2004 deze regel toegepast als minimumwaarde (zie Tabellen 1 en 2).



Figuur 132 Vergelijking tussen de mast- en tiphoogte van de turbines langs het Boudewijnkanaal (mast=55m, tip=79m) met deze van Schelle (mast=85m, tip=120m), en de afstand waarop 99% van de gevonden aanvaringslachtoffers lagen tov. de turbines.

Figure 132 Comparison between the mast- and tip height of the wind turbines alongside the Boudewijn-canal (mast=55m, tip=79m; see 2.2) with the turbines in Schelle (mast=85m, tip=120m), and the maximum distance (to the turbines) of 99% of the found collision fatalities.

Het lijkt wel betrouwbaarder om de bepaling van de straal van de noodzakelijke zoekcirkel te halen uit de tiphoogte (hoogste punt van de wieken) en niet de masthoogte, aangezien de lengte van de wieken niet altijd in relatie staat tot de masthoogte.

Voor het bepalen van de aangeraden straal van de zoekcirkel waarin de meeste (99%) van de slachtoffers zullen vallen, kan uit figuur 132 de volgende formule worden toegepast (Tabel 40):

Tabel 40 Voorgestelde formule voor het berekenen van de straal van zoekcirkel rondom een windturbine.
 y= straal (m) van zoekcirkel, waarbinnen 99% van de slachtoffers vallen.
 x= tiphoogte (hoogste punt van de windturbine= masthoogte+wieklengte).

Table 40 Proposed formula to determine the radius of search circle around a wind turbine.
 Y= radius (m) of search circle, in which 99% of the collision fatalities can be found
 X= tip height (highest point of the turbine=mast height+blade length).

$$y = 1,0976 x - 21,707$$

Grünkorn et al. (2005) adviseerde uit eigen onderzoek om de straal van de zoekcirkel gelijk te stellen aan de totale hoogte van de windturbine (=tiphoogte). Het onderzoek op de Vlaamse locaties lijkt deze aanbeveling te bevestigen, maar maakt ook duidelijk dat ongeveer 99% van de aanvaringslachtoffers binnen een iets kleinere afstand tot de mast teruggevonden worden. Deze afstand (straal van zoekcirkel) komt voor de locatie langs het Boudewijnkanaal (met de meest betrouwbare gegevens inzake afstanden) ongeveer overeen met de "tiphoogte/1,2" (zie Tabellen 39 en 40).

3.1.1.2 Zoekfrequentie

Indien er zoals in de 7 systematisch onderzochte Vlaamse windparken een volledig jaar naar slachtoffers kan gezocht worden, met een (quasi) gelijke zoekfrequentie en waarbij de correctiefactoren voor zoekoppervlak, zoekefficiëntie en vooral ook predatie zijn afgestemd op die zoekfrequentie, dan is een correctiefactor voor zoekfrequentie niet nodig.

Het zoeken naar aanvaringsslachtoffers gebeurde op de meeste onderzochte locaties in Vlaanderen doorgaans om de 14 dagen (Tabellen 1 en 2). Er werd slechts tijdens korte periodes dagelijks of bijna dagelijks gezocht (bv. tijdens het broedseizoen van de sterns in Zeebrugge). De berekening van het aantal slachtoffers van kleine vogels is derhalve onderworpen aan een niet onbelangrijke onzekerheid door correctiefactoren. Deze onzekerheid kan zowel betekenen dat er in werkelijkheid minder of meer aanvaringsslachtoffers waren. We vermoeden echter dat de werkelijke waarde niet ver ligt van de berekende, zeker in geval van grote slachtoffers zoals meeuwen, sterns en eenden. Voor grote vogels was immers enkel de correctiefactor voor beschikbaar zoekoppervlak van wezenlijk belang en niet de – voor meer fouten gevoelige – correctiefactoren voor predatie en zoekefficiëntie. In geval van kleine vogels is de onzekerheid dus groter.

In de toekomst is het aangeraden op enkele locaties gedurende langere periodes dagelijks naar slachtoffers te zoeken. Toch kan uit vergelijkend veldonderzoek van o.a. Grünkorn et al. (2005) gesteld worden dat het zoeken naar slachtoffers met een zoekinterval van ongeveer 14 dagen, betrouwbare gegevens kan opleveren. In plaats van een kleinere zoekinterval van bv. 7 dagen (of korter) aan een beperkt aantal turbines, kan het met een gelijke werklast (in uren) zinvoller zijn om meer windturbines te onderzoeken met zoekinterval van 10-14 dagen (Grünkorn et al. 2005). Het aantal aanvaringsslachtoffers blijkt vaak zeer variabel tussen verschillende turbines, zelfs binnen hetzelfde windpark (Langston & Pullan 2003 ; Hötker et al. 2006). Het is daarom van groot belang dat zoveel mogelijk windparken en turbines binnen die windparken onderzocht worden. Het onderzoek in Vlaanderen was daarop toegespitst. Uiteraard is het ook aangeraden om op enkele geselecteerde locaties een veel korter zoekinterval te gebruiken (tot zelfs dagelijks) voor een detailonderzoek, afhankelijk van de situatie en eventueel slechts gedurende een bepaalde periode, zoals tijdens het broedseizoen van de sterns aan de Oostdam in Zeebrugge, of tijdens de voor- en najaarstrek van kleine zangvogels. Vooral om een nauwkeuriger beeld te krijgen van kleine aanvaringsslachtoffers (zangvogels/vleermuizen), is een klein zoekinterval aan te raden.

Aan de 2 windturbines langs de Zandvlietsluis in Antwerpen, werd in de periode april-december 2007 een zeer gedetailleerd onderzoek verricht naar aanvaringsslachtoffers, met een dagelijkse of bijna dagelijkse zoekinterval (Derde et al. 2008). Hierbij werd het aantal aanvaringsslachtoffers (inclusief "mogelijke" slachtoffers, en met correctiefactoren) voor deze periode berekend op ongeveer 18 vogels per turbine. Mogelijk waren er meer (30-58) maar dit kan een overschatting zijn van het werkelijk aantal, omdat de factoren zoekzone en "mogelijk" slachtoffer zeer voorzichtig werden ingeschat. Het cijfer 18 komt wel goed overeen met de uitkomst van de steekproef die in 2006 werd verricht (17 vogels/turbine in periode februari-oktober) waarbij slechts 1 keer in de maand werd gezocht (zie deel 2.8.1) en waarbij de "zekere" en "waarschijnlijke" aanvaringsslachtoffers meegerekend werden. Hierbij dient wel bemerkt dat ook bij het gedetailleerd onderzoek van Derde et al (2008) geen kleine vogels werden gevonden, wellicht ook omdat die er niet of nauwelijks waren. Indien er wel verschillende kleine slachtoffers waren geweest, was de kans wellicht groter dat die gevonden werden in het gedetailleerd onderzoek met kleiner zoekinterval. De verschillende classificatie (waarschijnlijk versus mogelijk) maakt het wel moeilijk om een exacte vergelijking te maken.

3.1.1.3 Zoekefficiëntie

De correctiefactor voor zoekefficiëntie werd bij de onderzochte Vlaamse windparken daar waar nodig (niet-egaal terrein met grassen, kruiden en/of kleine struiken) enkel toegepast voor kleine vogels. Behalve voor de sterns in Zeebrugge (wel eigen test) werd deze correctiefactor overgenomen uit het onderzoek van Winkelman (1992a), zijnde een factor 2 (i.e. 50% van vogels werd effectief gevonden) voor kleine vogels in lang gras met kruiden. Een gelijkaardige factor voor kleine vogels op vergelijkbaar terrein, werd ook in andere onderzoeken gevonden (Winkelman 1992a). Er werd aangenomen dat de werkelijke waarde op de onderzochte locaties gelijkaardig zal zijn, maar het is wel aangeraden om indien mogelijk steeds op elke locatie zelf een test uit te voeren, om de nauwkeurigheid nog te verhogen.

Uit de meeste studies kan geconcludeerd worden dat er geen belangrijke zoekefficiëntiecorrectie nodig is voor grote vogels zoals meeuwen.

3.1.1.4 Predatie

Voor de belangrijke predatiefactor werden ter plekke wel testen uitgevoerd, aangezien die zeer locatieafhankelijk kan zijn. De correctie voor predatie werd enkel toegepast voor kleine vogels (vleugeldiameter kleiner dan die van een duif) en vanaf 2004 ook voor sterns.

Vrijwel alle slachtofferonderzoeken bij obstakels hebben te maken met voortijdige predatie, maar meestal is de correctiefactor voor grote vogels van weinig belang.

3.1.2 Nieuwe methodes voor registratie aanvaringssslachtoffers

De opkomst van offshore windenergie heeft de ontwikkeling van automatische registratiesystemen voor aanvaringen gestimuleerd. Op zee kan immers niet onder de turbines gezocht worden naar aanvaringssslachtoffers.

Radar geeft informatie over de flux (het aantal) vogels of vleermuizen die op een bepaalde locatie langsvliegen. Er kunnen dus geen rechtstreekse aanvaringen vastgesteld worden, maar het is een nuttig instrument voor o.m. de bestudering van het gedrag van vogels en vleermuizen, en het inschatten van aanvaringskansen (Desholm et al. 2006). De meest gebruikte radars voor vogelbewegingen zijn X-band en S-band radars (aangepaste scheepsradars) die ofwel in de normale horizontale stand staan (om beeld te geven van vliegroutes) ofwel in de verticale stand (om hoogteverdeling weer te geven).

Het TADS systeem (Thermal Animal Detection System) bestaat uit een infrarood camera gemonteerd onderaan de windturbine, waarbij alle vogels of vleermuizen die in of rond het rotorvlak voorbijvliegen worden gedetecteerd (Desholm 2003). Enkel de beelden waarbij een overvliegende vogel te zien is, worden automatisch bewaard voor verdere analyse. Het TADS systeem kan in de eerste plaats informatie geven inzake het gedrag en de aanvaringskans in het rotorvlak van turbines, en aanvaringen detecteren in een beperkt gezichtsveld. Het beperkte gezichtsveld is een nadeel in relatie tot een goede beoordeling, in het bijzonder rekening houdend met de hoge prijs per camera-systeem. Om betrouwbare gegevens te verzamelen zou een groot aantal turbines in bijvoorbeeld een offshore windpark moeten voorzien zijn van het systeem. Tot op heden is dit nog niet het geval (Desholm et al. 2006). De interpretatie van de bewaarde beeldgegevens (beelden met overvliegende vogels) moet manueel gebeuren, wat ook als een nadeel kan aanzien worden (soms moeilijk om met zekerheid te bepalen of er een aanvaring was of niet).

Het WT-Bird systeem is ontwikkeld om alle aanvaringen automatisch te registreren. Het is momenteel nog in ontwikkeling (testfase) en bestaat uit microfoons en camera's (Wiggelinkhuizen et al. 2006). Aanvaringen worden gedetecteerd door het akoestisch signaal van vogels die tegen onderdelen van de turbine vliegen. Op dergelijke momenten worden de beelden van de camera's bewaard voor registratie van de betreffende vogel. De microfoons zijn geplaatst op de binnenkant van de turbine en geluiden worden continu geanalyseerd door geluidssoftware. Het systeem is echter nog niet voldoende getest om met zekerheid aanvaringen te registreren. Gezien de ontwikkelingsfase is de kostprijs ook nog relatief hoog. Enkele problemen moeten nog worden opgelost, zoals het achtergrondgeluid van grote (offshore) turbines. Akoestische monitoring zou kunnen gecombineerd worden met radar en het TADS systeem, zodat aanvaringen beter kunnen bepaald worden (Desholm et al. 2006). Gezien de snelle expansie van offshore windenergie, zou de ontwikkeling van een betrouwbaar en relatief goedkoop systeem prioriteit moeten hebben.

3.1.3 Mortaliteit

Het gemiddeld aantal aanvaringslachtoffers in de 7 systematisch onderzochte windparken in Vlaanderen was zeer variabel, gaande van 1-42 vogels per turbine per jaar (Tabel 41). In de periode 2001-2006 werden 1757 slachtoffers gevonden. In totaal (na berekening met correctiefactoren) geeft dit 5848 slachtoffers of gemiddeld 22 vogels per turbine per jaar (Bijlage 7b). Het verschil in gemiddeld aantal slachtoffers tussen de windparken met minstens 2 onderzoeksjaren, is significant (Kruskal-Wallis Chi²-test, P<0,01). De meerderheid van de gevonden slachtoffers waren meeuwen, maar na de toepassing van correctiefactoren was het aandeel kleine vogels ook niet onbelangrijk. Ook de variatie binnen een windpark was soms groot.

Het relatief groot aantal aanvaringslachtoffers van sterns (broedend op schiereiland naast de windturbines aan de Oostdam in Zeebrugge) was de meest opvallende en significante impact in de onderzochte Vlaamse windparken. De Europese Vogelrichtlijn vereist dat Lidstaten van de EU "passende maatregelen nemen om verslechtering van de woongebieden van vogels, en verstoring te voorkomen, voor zover deze van wezenlijke (significante) invloed zijn". Sterns zijn K-strategen, dit wil zeggen dat ze langlevend zijn en jaarlijks een relatief klein aantal jongen grootbrengen (trage voortplanting). Deze soorten zijn daarom gevoelig voor externe factoren die bijkomende mortaliteit bij adulte vogels veroorzaken. Enkele auteurs hebben de jaarlijkse mortaliteit van adulte Visdieven in broedkolonies berekend: de lokale mortaliteit was 8 tot 10%, en de schattingen op basis van ringgegevens lopen uiteen van 7 tot 12% (Becker and Ludwigs 2004). Voor bepaalde langlevende soorten zoals sterns kan een bijkomende mortaliteit van 0,5% reeds een belangrijke impact hebben op de populatie (Dierschke et al. 2003). Populatiemodellen tonen aan dat een significante vermindering in de grootte van de populaties van vogels en vleermuizen, reeds kan veroorzaakt worden door een relatief kleine (0,1%) bijkomende toename van jaarlijkse mortaliteit (Hötcker et al. 2006). Een Milieueffectenrapport (MER) en Milieueffectenbeoordeling (MEB) voor een gepland windpark langs de westelijke strekdam te Zeebrugge, concludeerde dat een geschatte bijkomende mortaliteit van ongeveer 1% in de sternpopulatie te Zeebrugge, een significante negatieve impact zou veroorzaken op die populatie (BMM 2004). Gezien de internationale belangrijkheid van de broedkolonie te Zeebrugge, is het in toepassing van de wettelijke en regelgevende verplichtingen gegrond de beschreven impact door de windturbines als significant te beschouwen. Passende maatregelen zijn dus noodzakelijk. In 2006 (en update 2007) maakte de projectontwikkelaar van het windpark bekend dat er een aanvraag zou komen om de bestaande windturbines te vervangen door grotere turbines met meer tussenruimte. In een analyse (Everaert 2007a) werd ingeschat dat dit zal resulteren in een significante daling van het aantal aanvaringslachtoffers onder de sterns in vergelijking met de huidige situatie ("win-win" situatie beschreven in de Instandhoudingsdoelstellingen van het Vogelrichtlijngebied in Zeebrugge, zie 2.1). De vergunning voor de vervanging van de turbines werd uiteindelijk verleend, met voorwaarden. Er zal nog wel een impact zijn, en uit de monitoring zal moeten blijken of de impact op de populatie inderdaad tot een aanvaardbaar niveau kan herleid worden. Anders moeten alsnog maatregelen genomen worden. Belangrijk hierbij is dat ook de impact van de bestaande turbines (geplande vervanging) op de populatie broedende meeuwen verder moet onderzocht worden, en de eventuele andere effecten zoals verhoging van de verstoringdruk op pleisterende en rustende vogels, en aanvaring van seizoenale trekvogels.

Met uitzondering van de impact op sterns (zie 2.1.1.1 en hierboven), werden bij de bestaande onderzochte windturbines in Vlaanderen geen duidelijk significante negatieve effecten vastgesteld op een populatie van vogels. De extra mortaliteit van Blauwe Reigers (2,7%) uit de broedkolonie 'kasteel Ten Berghe' in Koolkerke, door aanvaring met de 600 kW windturbines langs het Boudewijnkanaal in Brugge, was ook betrekkelijk hoog, maar de significantie van deze impact op de lokale populatie, is voorlopig niet echt duidelijk (zie 2.2.1.1).

In de windparken te Brugge (14 + 7 turbines) en Zeebrugge (25 turbines) kwamen jaarlijks ook ongeveer 700 tot 800 meeuwen in aanvaring. Waarschijnlijk is dit geen echt significante impact op de totale populatie in de regio, maar de mogelijk bijkomende impact in geval van een aanzienlijke toename aan windturbines in de toekomst, moet nader onderzocht worden.

Het bepalen van een significante cumulatieve impact op bijvoorbeeld een landelijke populatie van een soort, zal doorgaans bijzonder moeilijk en tijdrovend zijn. In principe moet ook gesproken kunnen worden van significantie in termen van "aantallen" slachtoffers ipv. significantie op "populativeniveau", zeker in geval van zeldzame en/of bedreigde soorten.

Aan de 2 windturbines in Nieuwkapelle (deel 2.7) werd het laagste aantal aanvaringslachtoffers vastgesteld. Dit was nochtans een locatie waar eerder in het planningsproces werd gewezen op een mogelijk belangrijke impact, maar er was een gebrek aan voldoende gegevens om een betrouwbare exacte inschatting te maken (Ravel 2003). De turbines werden uiteindelijk toch geplaatst zonder verder onderzoek. Het gevonden aantal aanvaringslachtoffers (2 meeuwen) tijdens de onderzoeksperiode was laag, zeker in vergelijking met de risicoanalyses die eerder werden opgemaakt voor de betreffende turbines (Everaert 2003b; Spaans 2003a+b). Er werden in Nieuwkapelle geen kleine vogels als aanvaringslachtoffer vastgesteld. Aangezien er gemiddeld slechts om de 14 dagen werd gezocht naar aanvaringslachtoffers, bestaat wel de mogelijkheid dat er kleine vogels in aanvaring kwamen, maar dit zal naar verwachting eerder uitzonderlijk geweest zijn. Grote aantallen aanvaringslachtoffers van kleine vogels zouden immers ook moeten gedetecteerd worden bij een zoekfrequentie van 14 dagen. De oorspronkelijk hogere inschatting van het mogelijk aantal slachtoffers is het gevolg van de sterke variabiliteit van het aantal overvliegende meeuwen ter hoogte van de turbines, zowel binnen 1 winterperiode alsook tussen de verschillende winterperiodes. Verder onderzoek is hier zeker aangeraden, o.a. omwille van het feit dat tijdens de onderzoeksperiode na het plaatsen van de turbines in de wijde omgeving de kleinste aantallen overwinterende meeuwen werden vastgesteld sinds jaren. Het belang van voldoende vooronderzoek en/of voldoende beschikbare gegevens van voorgaande jaren, komt hier dus sterk naar voor. Voor een betrouwbare kwantitatieve inschatting van het mogelijk aantal aanvaringslachtoffers op potentiële risicolocaties zijn specifieke telgegevens nodig van het aantal overvliegende vogels in de directe nabijheid van de (geplande) windturbines, over een periode van meerdere jaren.

In tabel 41 staan voorbeelden van Europese studies waarbij ook correctiefactoren werden toegepast. Er bestaan relatief weinig van dergelijke studies. Een uitgebreide lijst (incl. studies in de VS) is ook te vinden in Hötker et al. (2006) en Hötker (2006). Het gemiddeld aantal aanvaringslachtoffers in onderzochte Europese windparken op het land varieert van enkele vogels tot maximaal ongeveer 60 vogels per windturbine per jaar. De resultaten in Nederland zijn vrij gelijkaardig als deze in Vlaanderen, met een windpark-gemiddelde tot ongeveer 40 slachtoffers per turbine per jaar.

Tabel 41 Gemiddelde mortaliteitsgraad van vogels door aanvaring bij enkele windparken in Europa. Bij de voorgestelde studies werd op een bepaalde manier gebruik gemaakt van correctiefactoren voor predatie en zoek efficiëntie. (a) Gedurende de eerste 3 jaar waren er 23 turbines, tijdens de laatste 2 jaar waren 24 turbines operationeel, tijdens het laatste jaar waren 3 turbines gedurende een groot deel van het broedseizoen niet operationeel. (b) Aanvankelijk waren er 5 windturbines, daarna werden nog 9 turbines bijgeplaatst. (c) Er werden geen kleine aanvaringslachtoffers gevonden, maar door de zoekinterval van 14 dagen werden misschien vogels gemist (d) Dit betreft enkel het aantal grote vogels. Kleine (zang)vogels werden hier niet nader onderzocht. (e) Gebaseerd op berekende maximumaantal per jaar. (f) Deze cijfers werden berekend op basis van gemiddelde aantallen in het voor- en najaar, origineel voorgesteld als aantal slachtoffers per turbine per dag. Rekening houdend met de gevonden aanvaringskansen 's nachts, zijn de cijfers in voor- en najaar waarschijnlijk wat onderschat, maar door de te verwachten lagere aantallen tijdens de rest van het jaar, zullen de hier weergegeven cijfers wellicht de werkelijkheid vrij goed weergeven (Winkelman 2008). (g) Deze cijfers werden berekend op basis van gemiddelde aantallen in de periode oktober-december, origineel voorgesteld als aantal slachtoffers per turbine per dag.

Table 41 Mean avian mortality rates from collision at some wind farms in Europe. These studies used some correction factors (search area, scavenging removal and/or search efficiency rates) to adjust the figures. (a) During the first 3 years there were 23 turbines, during the last 2 years only 24 turbines were operational, and during the last year 3 turbines were not operational during the breeding season. (b) First there were 5 wind turbines, next 9 additional turbines were build. (c) no small-sized collision fatalities were found but because of the 14-days search interval, maybe some birds were missed. (d) This is only the number of large sized birds. Small sized birds are not included because they weren't surveyed. (e) Based on the calculated maximum number per year. (f) These rates were calculated from numbers in spring and autumn, originally expressed as birds per turbine per day. In reality the rates in spring and autumn were possibly higher, taking the calculated collision chance at night into account, but due to the expected lower rates during the rest of the year, the represented rates here (per year) will be a good estimate (Winkelman 2008). (g) These rates were calculated from numbers in October-December, originally expressed as birds per turbine per day.

Plaats <i>Place</i>	Aantal turbines <i>Number of turbines</i>	Type turbines (kW) <i>Type of turbines</i>	Aantal vogels/turbine/jaar <i>Number of birds/turbine/year (gem. = mean)</i>	Studie- periode (jaar) <i>Years of study</i>	Referentie <i>Reference</i>
Belgium (Oostdam)	25 (a)	200-600	19,0-23,8 (gem. 21,3)	7	
" (Boudewijnkanaal)	5 (b)	600	11,8	1	
" (Boudewijnkanaal)	14 (b)	600	21,3-34,7 (gem. 26,1)	5	Everaert et al. 2002
" (Kleine Pathoekeweg)	7	1800	41,2-43,3 (gem. 42,3)	2	Everaert 2003a
" (Centrale Schelle)	3	1500	7,4-17,6 (gem. 12,1)	3	Everaert 2006a
" (Rodenhuize)	2	2000	min. 2,8 (c)	1	Everaert 2006a+b
" (Kluizendok)	11	2000	5,7-7,5 (gem. 6,6)	2	& dit rapport
" (De Put)	2	800	min. 1,0 (c)	1	
Spain (Salajones)	33	660	22	1	
" (Izco)	75	660	23	1	
" (Alaiz)	75	660	4	1	Lekuona 2001
" (Guerinda)	145	660	8	1	
" (El Perdón)	40	500-600	64	1	
Spain (Basque Country)	40	650-850	5-7	3	Onrubia et al. 2002
Spain (Tarifa)	190	100-150	0,45 (d)	1	
" (Tarifa)	66	150-180	0,05 (d)	1	SEO/Birdlife 1995
England (Blyth)	9	300	1,34	2	Still et al. 1996
France (Vendée)	8	2400	10,8-33,7 (gem. 20,8) (e)	3	Dulac 2008
The Nederlands (Zeeland)	5	250	2-7	1	Musters et al. 1996
" (Oosterbierum)	18	300	22-33 (f)	1	Winkelman 1995
" (Urk)	25	300	15-18 (f)	1	"
" (Almere)	10	1650	20 (g)	1	Krijgsveld et al. 2008
" (Waterkaaptocht)	8	1650	27 (g)	1	"
" (Groettocht)	7	1650	39 (g)	1	"

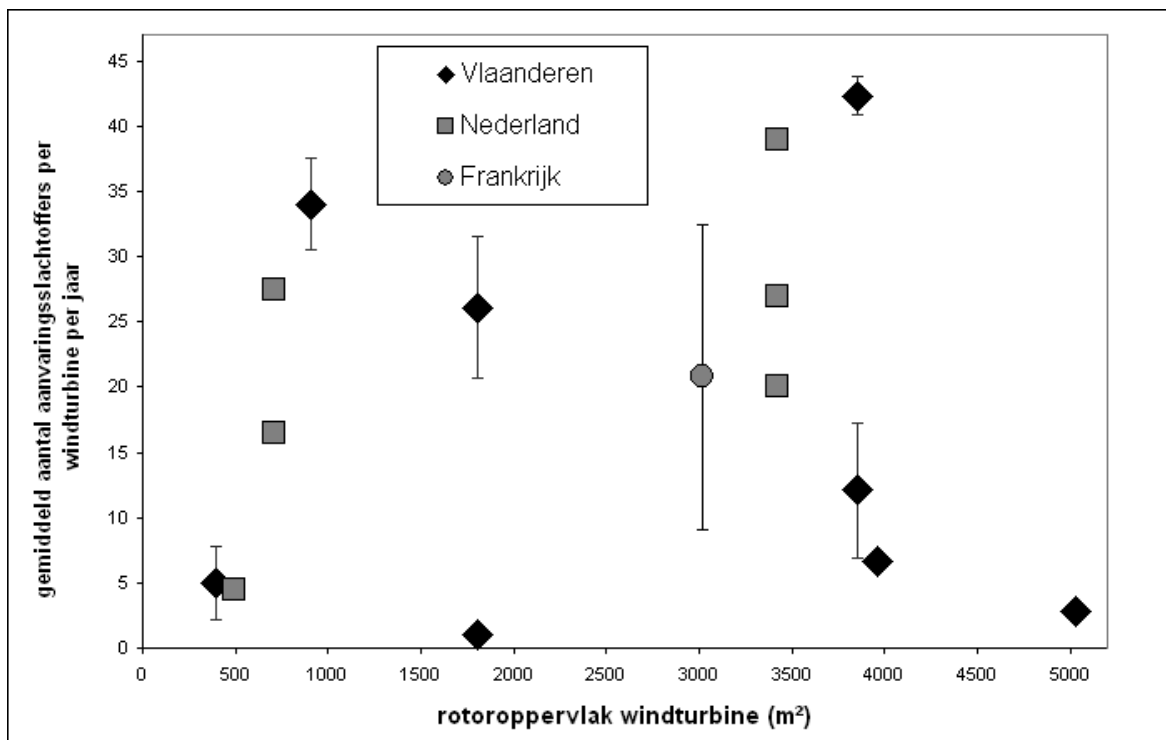
De impact tussen en binnen windturbine locaties is sterk verschillend. Aan bepaalde individuele windturbines binnen hetzelfde windpark vallen soms tot meer dan 100 slachtoffers per jaar (Everaert 2003a; Langston & Pullan 2003). Het aanvaringsaspect kan op sommige windturbine locaties een belangrijke invloed hebben waarbij lokale factoren een zeer belangrijke rol spelen (Drewitt & Langston 2006). De onderzoeksresultaten van afzonderlijke windparken kunnen daarom niet veralgemeend worden.

Zeer grote aantallen slachtoffers per windturbine (bv. de massa-aanvaringen bij vuurtorens en hoge torens tijdens slechte weersomstandigheden) lijken niet of nauwelijks voor te komen (Langston et al. 2003; Hötter 2006). In Duitsland (Sylt en Helgoland, met telkens slechts 1 windturbine) werd het aantal aanvarings-slachtoffers na een volledig studiejaar, berekend op respectievelijk 2,8-103 en 8,5-309 vogels per turbine per jaar (Benner et al. 1993). Een voorbeeld van meerdere aanvaringen op korte tijd, werd vastgesteld aan een windturbine in Zweden, waarbij na 1 nacht met slechte weersomstandigheden 49 vogels in aanvaring kwamen. Deze turbine was op dat moment niet operationeel, maar wel verlicht (Gill et al. 1996; Karlsson 1983). Globaal kunnen we stellen dat dergelijke grote aantallen waarschijnlijk eerder uitzonderlijk zullen zijn, maar met meer en grotere geplande windturbines, is het niet volledig duidelijk of dit een zeldzaam verschijnsel zal blijven.

Figuur 133 geeft een beeld van studies in Vlaamse, Nederlandse, en Franse windparken nabij of in open tot halfopen gebieden met waterplassen, rivieren, kanalen, dokken, of de zee, waarbij tijdens het onderzoek werd gezocht naar alle aanvarings-slachtoffers en waarbij werd gewerkt met correctiefactoren. De grootte van de windturbines lijkt hieruit geen doorslaggevend invloed te hebben. Grote moderne turbines van ≥ 1500 kW kunnen evenveel of zelfs meer slachtoffers veroorzaken dan kleinere turbines. Er is een lichte toename van het aantal aanvarings-slachtoffers bij een groter rotoroppervlak, maar de relatie is niet significant (geen correlatie: $r=0,17$, $P>0,05$). Dat het rotoroppervlak en het aantal aanvarings-slachtoffers niet 1 op 1 toeneemt werd al geconstateerd door Tucker (1996) die hiervoor een correctiefactor afleidde. Het model van Tucker zou echter nog een overschatting geven (zie verder in 3.1.5).

Extrapolatie van de gegevens met kleine 300 kW windturbines te Oosterbierum en Urk in Nederland (open landschap nabij of aan de kust gelegen), toonde dat bij 1000 MW geïnstalleerd vermogen aan windturbines, op jaarbasis gemiddeld 21000 (maximaal 134000) zekere en zeer waarschijnlijke aanvarings-slachtoffers zouden vallen (Winkelman 1992a). Inclusief mogelijke slachtoffers geeft dit een gemiddelde van 46000 (maximaal 257000). Extrapolatie van recente gegevens met grote 1650 kW windturbines te Almere, Waterkaaptocht en Groettocht in Nederland (open landschap nabij of aan de kust gelegen, zie Tabel 41), geeft voor 1000 MW geïnstalleerd vermogen aan windturbines (=500 grote turbines van 2000 kW) op jaarbasis gemiddeld 17000 zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijke slachtoffers (34 per 2000 kW per jaar). Eenzelfde extrapolatie van recente gegevens met grote 1500 tot 2000 kW windturbines aan de Kleine Pathoekeweg, Centrale Schelle, Rodenhuijze en Kluisendok in Vlaanderen (open tot halfopen landschap nabij water en/of de kust), geeft voor 1000 MW geïnstalleerd vermogen aan windturbines op jaarbasis gemiddeld 10000 zekere en waarschijnlijke slachtoffers (20 per 2000 kW per jaar). Bemerkt hierbij het verschil met de berekening bij grote turbines in Nederland (daar wel incl. 'mogelijke' slachtoffers). Wellicht ligt het werkelijke aantal ergens tussenin.

Uit deze extrapolaties komt duidelijk naar voren dat het aantal aanvarings-slachtoffers op de onderzochte locaties bij kleine en grote turbines ongeveer gelijk is als men rekent met het "aantal per turbine" (mogelijk iets meer bij grote turbines), maar bij de berekening per geïnstalleerde vermogenseenheid is er een duidelijk verschil in het voordeel van grote turbines. Een lijnopstelling grote windturbines geeft gemiddeld minder slachtoffers dan een lijnopstelling over dezelfde afstand met een groter aantal kleine turbines. In deze vergelijking is het aantal vliegbewegingen op de locaties echter niet in rekening gebracht, maar een vergelijking van de berekende aanvaringskansen (slechts een iets hogere aanvaringskans voor meeuwen bij grote turbines, geen significant verschil, zie 3.1.4) lijkt deze stelling te bevestigen.



Figuur 133 Gemiddeld aantal aanvaringsslachtoffers van vogels per windturbine per jaar voor verschillende windparken in de buurt van water, in Vlaanderen, Nederland en Frankrijk (\pm Standaarddeviatie voor de data van verschillende jaren, zie ook Tabel 41) waarbij gezocht werd naar alle aanvaringsslachtoffers (incl. kleine), en waarvoor correctiefactoren werden toegepast. Geen significante relatie met rotoroppervlak van de turbines (geen correlatie: $r=0,17$, $P>0,05$). Opm. Linkergroep onder 2500m^2 bestaat uit windparken met 250-800 kW turbines, en rechtergroep boven 2500m^2 zijn windparken met 1500-2400 kW turbines.

Figure 133 Mean number of collision fatalities of birds per wind turbine per year for several wind farms in wetland or other areas with water in Flanders (=Vlaanderen, in Belgium), The Netherlands (=Nederland) and France (=Frankrijk), in which all collision fatalities (incl. small) were searched, and with the use of correction factors. Relationship with the rotor swept area (m^2) of the turbines (\pm STDEV for data from several years, see also Table 41). No significant relation (no correlation: $r=0.17$, $P>0.05$). Note: left group below 2500m^2 are wind farms with 250-800 kW turbines, and right group higher than 2500m^2 are wind farms with 1500-2400 kW turbines.

De vaak selectieve impact door windturbines op bepaalde soorten zorgt ervoor dat we het probleem niet als marginaal mogen afschilderen. De significante impact op de populatie broedende sterns in Zeebrugge is daarvan een goed voorbeeld. Naast de sterns werden op de Vlaamse locaties nog andere relatief zeldzame soorten als aanvaringsslachtoffer vastgesteld zoals Blauwe Reiger, Sperwer, Slechtvalk, Torenavalk, Tureluur, Grutto, Scholekster, Houtsnip, Drieteenmeeuw, Gierzwaluw en Roodborsttapuit (zie ook Bijlagen 1-7). Bovendien betekenen toenemende windparken een extra milieudruk bovenop de al bestaande verstoringbronnen.

Bekende voorbeelden van slecht geplaatste buitenlandse windparken met een quasi zekere impact op (lokale) vogelpopulaties zijn Altamont Pass in Californië (VS), Tarifa en Navarra in Spanje, en Smøla in Noorwegen. Recente resultaten geven aan dat er jaarlijks 1766 tot 4721 vogels waarvan 881 tot 1300 roofvogels in aanvaring komen met de 5400 windturbines van de Altamont Pass in Californië (Smallwood & Thelander 2004 + 2008). Het probleem is al bekend sinds 1988, toen de eerste resultaten van de studies werden gepubliceerd. Het onderzoek werd verdergezet, maar doeltreffende milderende maatregelen werden helaas niet of nauwelijks toegepast. In Spanje (Navarra) werd bij vijf windparken met in totaal 368 turbines berekend dat er gedurende één jaar ongeveer 6450 vogels in aanvaring kwamen, waaronder 409 Vale Gieren en 24 andere beschermde roofvogels (Lekuona 2001). De vondst van 10 gesneuvelde Zeearenden in de periode augustus 2005 tot december 2006 onder de 68 windturbines op de eilandengroep Smøla in Noorwegen, is op z'n minst ook zorgwekkend te noemen (RSPB 2006; Follestad et al. 2007). In 2007 werden slechts 2 nieuwe Zeearend-slachtoffers gevonden, maar in 2008 waren er opnieuw 8 (Bevanger et al. 2008). Bovendien was het broedsucces van de Zeearenden na het plaatsen van de windturbines duidelijk lager en minstens 5 van de 19 broedkoppels hebben het gebied verlaten (Langston 2006; Follestad et al. 2007). Het is

duidelijk dat deze windturbines een significante impact veroorzaken op de lokale populatie Zeearenden (Hötker 2008).

Significante effecten op een lokale populatie zijn niet onbelangrijk. Dit geeft ook een beeld van mogelijk cumulatieve effecten op grotere schaal. Bovendien is het methodologisch en praktisch heel moeilijk om de mogelijke impact op een landelijke of zelfs totale biogeografische populatie met cijfers te berekenen. In Duitsland werden tussen 1989 en 2008 tijdens veelal niet-systematische controles in verschillende windparken al 32 Zeearenden en 99 Rode Wouwen als slachtoffer vastgesteld, zonder rekening te houden met noodzakelijke correctiefactoren (Hötker et al. 2006; Dürr 2008). De werkelijke cijfers liggen dus hoger. Door het gebrek aan populatie-analyses, is het voorlopig niet helemaal duidelijk of de Duitse turbines een significant effect veroorzaken op de landelijke populatie van deze soorten (Hötker 2008). Vooral de selectieve impact op bepaalde zeldzame soorten wijst in Duitsland toch op een potentieel belangrijk effect, zeker als men weet dat er voor het voortbestaan en bescherming van soorten zoals Zeearend soms grote (financiële) inspanningen worden geleverd.

3.1.4 Aanvaringskans

De aanvaringskans bij vogels kan sterk variëren per locatie en soort(groep) en stijgt normaal naarmate meer vogels op windturbinehoogte (vooral rotorhoogte) overvliegen. De kans op aanvaringen is het hoogst tijdens de nacht, in de avond- en ochtendschemering en bij slechte weersomstandigheden. Bij plaatselijke dagelijks gebruikte trekroutes zoals de slaaptrek van meeuwen en voedseltrek van watervogels en bv. sterns, kan echter vaak ook overdag en zelfs bij normale weersomstandigheden een potentieel gevaar ontstaan, aangezien deze dagelijkse vliegbewegingen doorgaans ook op windturbinehoogte voorkomen. De voedsel- en doortrekgebieden van roofvogels en andere grote vogels zijn nog andere belangrijke risicolocaties. Factoren zoals soort, vlieghoogte, vlieggedrag, en eigenschappen van het windpark en omgeving kunnen echter ook heel belangrijk zijn of zelfs belangrijker dan het zuiver 'aantal' aanwezige of overvliegende vogels (Lucas et al. 2008).

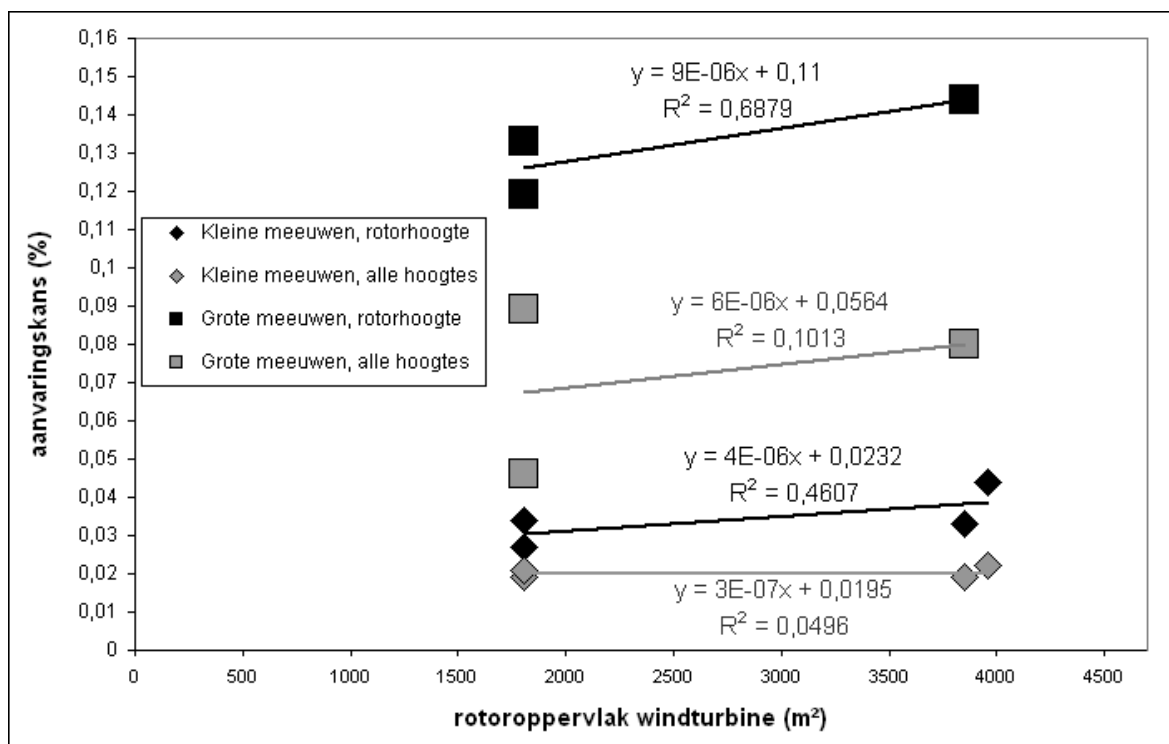
De berekende aanvaringskans van lokale meeuwen (Figuur 134, Tabel 42) in de windparken langs het Boudewijnkanaal en Kleine Pathoekeweg in Brugge zijn het meest betrouwbaar van de Vlaamse locaties, aangezien het daar gaat om relatief veel aanvaringssslachtoffers waardoor de kans op toeval kleiner is, en omdat het aantal overvliegende vogels daar ook minder onderhevig is aan sterke schommelingen. Hieruit komt dat een windpark met grote turbines (=groter rotoroppervlak) in vergelijking met een park van kleinere types, een iets grotere aanvaringskans lijkt te veroorzaken op rotorhoogte (Tabel 42, Figuur 134), maar deze relatie is niet significant ($P > 0,05$). Rekening houdend met op 'windturbinehoogte' overvliegende meeuwen, was de aanvaringskans ongeveer gelijk. Op alle Vlaamse locaties is nog een belangrijke trend zichtbaar: Kokmeeuw en Stormmeeuw (=kleine meeuwen) hebben een significant kleinere aanvaringskans dan de grotere meeuwen (Kruskal-Wallis χ^2 -test en ANOVA: $P < 0,05$ op zowel rotorhoogte als windturbinehoogte).

In een windpark met kleine 300kW turbines in Nederland (Oosterbierum), werden voor kleine meeuwen vrij gelijkaardige weliswaar maximale aanvaringskansen gevonden (ook voor vogels die 1 turbine passeren zoals berekend in lijnopstellingen van Vlaamse windparken). Bij kleine meeuwen (Kokmeeuw) op turbinehoogte vond men daar voor de dag+nachtsituatie een gemiddelde aanvaringskans van 1 op 10000 (= 0,01%) en maximaal 1 op 5000 (= 0,02%), gebaseerd op het berekend aantal zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijke aanvaringssslachtoffers, en in vergelijking met het geschatte aantal overvliegende vogels in een straal van maximaal 150m (variabele tussenruimte in windpark) rond de turbines (zie ook Winkelman 1992a, en Tabel 43). De berekening in de Vlaamse windparken werd gemaakt op basis van de 'zekere' en 'waarschijnlijke' aanvaringssslachtoffers en voor de vogels die overdag incl. de avond- en ochtendschemering de turbines passeerden, wat een vergelijking wat moeilijker maakt. In de meeste Vlaamse parken werd het grootste aantal overvliegende meeuwen tijdens de avond en ochtend (incl. schemering) vastgesteld, in Zeebrugge was dit voor de sterns gedurende de volledige dag tot in de schemering. De meeste slachtoffers vielen daar dus zeer waarschijnlijk ook tijdens de schemering of overdag (ook al waargenomen).

Tabel 42 Aanvaringskans voor overvliegende meeuwen die 1 lijn windturbines kruisten, voor de periode tijdens de dag + nacht (24/24h). Belangrijk hierbij: voor (2), (3), (4), (5), (6) en (7) is dit gebaseerd op het aantal overvliegende vogels van 2 uur voor zonsopgang tot 4 uur na zonsondergang omdat een verwaarloosbaar aantal werd vastgesteld tijdens de nacht. De meeste meeuwen vlogen voorbij tijdens de lokale trek van en vooral naar de slaappleaats. (1) Gebaseerd op het berekend aantal zekere en waarschijnlijke aanvaringssslachtoffers, in vergelijking met het gemiddeld aantal overvliegende vogels in een straal van 60m rond de turbines (120m=tussenruimte van lijnopstelling). Zie Everaert et al. (2002). (2) Gebaseerd op het berekend aantal zekere en waarschijnlijke aanvaringssslachtoffers, in vergelijking met het gemiddeld aantal overvliegende vogels in een straal van 75m rond de turbines (150m=tussenruimte van lijnopstelling). Zie Everaert et al. (2002). (3) Gebaseerd op het berekend aantal zekere en waarschijnlijke aanvaringssslachtoffers, in vergelijking met het gemiddeld aantal overvliegende vogels in een straal van 100m rond de turbines (200m=tussenruimte van lijnopstelling). (4) Gebaseerd op het berekend aantal zekere en waarschijnlijke aanvaringssslachtoffers, in vergelijking met het gemiddeld aantal overvliegende vogels in een straal van ca. 140m rond de turbines (280m=tussenruimte van lijnopstelling). (5) Gebaseerd op het berekend aantal zekere en waarschijnlijke aanvaringssslachtoffers, in vergelijking met het maximaal aantal overvliegende vogels in een straal van 150m rond de turbines (300m=tussenruimte van lijnopstelling). (6) Gebaseerd op het berekend aantal zekere en waarschijnlijke aanvaringssslachtoffers, in vergelijking met het maximaal aantal overvliegende vogels in een straal van 100m rond de turbines (200m=afstand tussen turbines, zie ook Everaert 2006b). (7) Idem als (6), maar in vergelijking met het gemiddeld aantal overvliegende vogels.

Table 42 Collision chance for flying gulls, crossing 1 line of wind turbines, at rotor-height (A) and at turbine height (B= from the ground to tip-height of turbines), during the day + night (24/24h). Important note: for (2), (3), (4), (5), (6) & (7) this was based on the number of passing birds from 2 hours before sunrise till 4 hours after sunset because a negligible number was found in a spot-check during the night (completely dark period). In fact, most gulls were crossing the wind farm in the evening (local migration to the sleeping place). (1) Herring Gull and Lesser Black-backed Gull. Based on the calculated number of certain and highly probable collision fatalities, in relation with the mean number of passing birds within a 60m radius around the turbines (120m=space between the turbines in line). See Everaert et al. (2002) + Everaert and Stienen (2007). (2) Herring Gull. Based on the calculated number of certain and highly probable collision fatalities, in relation with the mean number of passing birds in a 75m radius around the turbines (150m=space between the turbines in line). See Everaert et al. (2002) + Everaert and Stienen (2007). (3a+b) Herring Gull (a) and Black-headed Gull (b). Based on the calculated number of certain and highly probable collision fatalities, in relation with the mean number of passing birds in a 100m radius around the turbines (200m=space between the turbines in line). (4a+b) Black-headed Gull (a) and Herring Gull + Lesser Black-backed Gull (b). Based on the calculated number of certain and highly probable collision fatalities, in relation with the mean number of passing birds in 140m radius around turbines (280m=space between the turbines in line). (5) Black-headed Gull. Based on the calculated number of certain and highly probable collision fatalities, in relation with the mean number of passing birds in 150m radius around turbines (300m=space between the turbines in line). (6) Black-headed Gull and Common Gull. Based on the calculated number of certain and highly probable collision fatalities, in relation with the maximum number of passing birds within a 100m radius around the turbines (200m=space between the turbines). See Everaert (2006b). (7) Same as (6) but in relation with the mean number of passing birds.

Locatie windturbines en soort	Aanvaringskans op rotorhoogte (A)	Aanvaringskans op turbinehoogte (B) (= maaiveld - tiphoogte)
Oostdam, Zeebrugge (400 kW): Zilvermeeuw + Kleine Mantelmeeuw (1) in 2001	1 / 2100 (= 0,048 %)	1 / 3700 (= 0,027 %)
Boudewijnkanaal, Brugge (600 kW): Zilvermeeuw (2) in 2001	1 / 750 (= 0,133 %)	1 / 2200 (= 0,046 %)
Boudewijnkanaal, Brugge (600 kW): Zilvermeeuw (3a) in 2005	1 / 839 (= 0,119 %)	1 / 1119 (= 0,089 %)
Boudewijnkanaal, Brugge (600 kW): Kokmeeuw (3b) in 2005	1 / 3682 (= 0,027 %)	1 / 5307 (= 0,019 %)
Kleine Pathoekeweg, Brugge (1800 kW): Kokmeeuw (4a) in 2005	1 / 3015 (= 0,033 %)	1 / 5259 (= 0,019 %)
Kleine Pathoekeweg, Brugge (1800 kW): Zilvermeeuw + Kleine Mantelmeeuw (4b) in 2005	1 / 695 (= 0,144 %)	1 / 1247 (= 0,080 %)
Kluizendok, Gent (2000 kW): Kokmeeuw (5) in 2007	1 / 2250 (= 0,044 %)	1 / 4500 (= 0,022 %)
'De Put', Nieuwkapelle (800 kW): Kokmeeuw + Stormmeeuw (6) in 2006	1 / 2950 (= 0,034 %)	1 / 4720 (= 0,021 %)
'De Put', Nieuwkapelle (800 kW): Kokmeeuw + Stormmeeuw (7) in 2006	1 / 1003 (= 0,100 %)	1 / 1593 (= 0,063 %)



Figuur 134 Aanvaringskans (%) van kleine en grote meeuwen in verschillende windparken (met verschillende types turbines) in Vlaanderen. Geen significante relatie met rotoroppervlak van de turbines (regressie analyse, $P > 0,05$). Significant verschil in aanvaringskans tussen kleine en grote meeuwen (Kruskal-Wallis Chi²-test en ANOVA: $P < 0,05$ zowel op rotorhoogte als turbinehoogte). Opm. Linkergroep onder 3000m² bestaat uit windparken met 600-800 kW turbines, en rechtergroep boven 3000m² zijn windparken met 1800-2000 kW turbines.

Figure 134 Collision chance (%) of small and large gulls for several wind farms (configuration in 1 line) in Flanders, in relation with the rotor swept area (m²) of the turbines. No significant relation (regression analysis, $P > 0,05$). Significant difference in collision chance between small and large gulls (Kruskal-Wallis Chi²-test and ANOVA: $P < 0,05$ at both rotor height and turbine height). Note: left group below 3000m² are wind farms with 600-800 kW turbines, and right group higher than 3000m² are wind farms with 1800-2000 kW turbines.

Het vergelijken van aanvaringskansen op turbinehoogte (grondniveau tot hoogste tipniveau) brengt echter problemen met zich mee, bijvoorbeeld door een verschil in aantal vogels die op lage hoogte onder de wieken doorvliegen. De aanvaringskans van vogels die enkel op rotorhoogte overvliegen (wiekhoogte) is beter vergelijkbaar, hoewel ook indien mogelijk moet rekening worden gehouden met de afstand tussen de turbines en de configuratie. De verhouding totaal luchtoppervlak op rotorhoogte (A) met het rotoroppervlak van de windturbines (B), is voor de 1800 kW turbines aan de Kleine Pathoekeweg een factor 1,043 groter dan voor de 600 kW turbines aan het Boudewijnkanaal.

Boudewijnkanaal (600 kW turbines): verhouding A/B= 5,31
 A. totale oppervlakte op rotorhoogte over ca. 1400m (7 turbines in rij) = 67200m²
 B. rotoroppervlak van de 7 turbines samen= 12667m²

Kleine Pathoekeweg (1800 kW turbines): verhouding A/B= 5,09
 A. totale oppervlakte op rotorhoogte over ca. 1400m (5 turbines in rij) = 98000m²
 B. rotoroppervlak van de 5 turbines samen= 19242m²

Ook als we deze correctie toepassen om de configuratie van de windparken gelijk te stellen (verhouding totaal oppervlak op rotorhoogte met rotoroppervlak), hebben zowel de kleine als grote meeuwen nog steeds een iets hogere (doch niet significant hogere) aanvaringskans bij de lijnopstelling 1800kW turbines (Kleine Pathoekeweg) in vergelijking met de naastliggende lijnopstelling 600kW turbines (Boudewijnkanaal) over gelijke afstand (1400m) op rotorhoogte. Het verschil is niet significant, maar uit de gegevens komt toch een indicatie van een licht verhoogde aanvaringskans op rotorhoogte bij een windpark met groter rotoroppervlak. Het is aangeraden hierrond nader onderzoek te verrichten, vooral ook voor andere soortgroepen.

In 2004 en 2005 was de aanvaringskans van Visdieven, vliegend op rotorhoogte (Tabel 19), gelijkaardig met het gevonden resultaat in 2001 (Tabel 18). De berekende aanvaringskans voor Visdieven op alle hoogtes, was in 2004 wel sterk verschillend met 2001 en 2005. Misschien werden de afwijkende resultaten veroorzaakt door verschillen in wind en andere weersomstandigheden, en/of het gedrag van de vogels. Wel was duidelijk dat de Visdief in Zeebrugge een grotere aanvaringskans had dan Grote Stern, zowel voor de overvliegende vogels op rotorhoogte alsook indien alle overvliegende vogels (meeste op turbinehoogte) in rekening worden gebracht (Tabel 18, 19). De lagere aanvaringskans bij Grote Stern kan het gevolg zijn van het feit dat deze vogels tijdens de voedselvluchten naar zee en terug meestal in een vaste rechte lijn vlogen, terwijl Visdieven vaak meer zig-zag bewegingen uitvoerden en bij de rondvliegende bewegingen boven de broedkolonie ook de turbines dichterbij naderden.

Winkelman (1992, Tabel 43 en 44) geeft op basis van uitgebreid onderzoek bij het Nederlands windpark in Oosterbierum (open landbouwgebied nabij de kust) voor enkele soortgroepen het aanvaringspercentage voor vogels die overdag+'s nachts en alleen 's nachts door het windpark vlogen op turbinehoogte (van maaveld tot tiphoogte), op basis van het gecorrigeerde aantal aanvaringslachtoffers. Gezien de onzekerheden van dergelijke berekende getallen, kan best gewerkt worden met het maximum van het betrouwbaarheidsinterval (Tabel 43 en 44).

Tabel 43 Aanvaringskansen bij kleine 300kW turbines in het Oosterbierum windpark, berekend op basis van het aantal overvliegende vogels op turbinehoogte gedurende de dag+nacht (Winkelman 1992a), (*) op grond van het aantal zekere en zeer waarschijnlijke aanvaringslachtoffers (1) / en aantal zeker, zeer waarschijnlijke en mogelijke aanvaringslachtoffers (2). (**) gewogen gemiddelde over de soortgroepen. (***) voor waarden in andere windparken, zie tabel 42. Tussenafstand turbines=150-300m.

Table 43 Collision chances at small 300 kW turbines in the Oosterbierum wind farm (open farmland near the coast), calculated with the number of birds flying at turbine-height (ground to tip-height), during the day+night (Winkelman 1992a), (*) from the number of certain and most probable collision fatalities (1) / and number of certain, most probable and possible collision fatalities (2). (**) weighted average from the species groups. (***) for values in other wind farms, see table 42. Space between turbines=150-300m.

Soortgroep <i>Species group</i>	Gemiddelde aanvaringskans, dag+nacht (1 / 2)* <i>Mean collision chance, day+night (1 / 2)*</i>	Max. (van max. 95% betrouwbaarheidsinterval), dag+nacht (1 / 2)* <i>Max. 95% confidence interval, day+night (1 / 2)*</i>
Eenden (<i>duck's</i>)	0% / 0,02%	0% / 0,04%
kleine meeuwen (<i>small gulls</i>)	0,01% / 0,01%***	0,01% / 0,02%***
steltlopers (<i>waders</i>)	0% / 0,01%	0% / 0,02%
zangvogels (<i>passerines</i>)	0,01% / 0,02%	0,02% / 0,04%
alle vogels samen (all birds)**	0,01% / 0,02%	0,02% / 0,04%

Tabel 44 Aanvaringskansen bij kleine 300 kW turbines in het Oosterbierum windpark, berekend op basis van het aantal overvliegende vogels op turbinehoogte gedurende de nacht (Winkelman 1992a), (*) op grond van het aantal zekere en zeer waarschijnlijke aanvaringslachtoffers (1) / en aantal zeker, zeer waarschijnlijke en mogelijke aanvaringslachtoffers (2). (**) gewogen gemiddelde over de soortgroepen. Tussenafstand turbines=150-300m.

Table 44 Collision chances at small 300 kW turbines in the Oosterbierum wind farm (open farmland near the coast), calculated with the number of birds flying at turbine-height (ground to tip-height), during the night (Winkelman 1992a), (*) from the number of certain and most probable collision fatalities (1) / and number of certain, most probable and possible collision fatalities (2). (**) weighted average from the species groups. Space between turbines=150-300m.

Soortgroep <i>Species group</i>	Gemiddelde aanvaringskans, Nacht (1 / 2)* <i>Mean collision chance, Night (1 / 2)*</i>	Max. (van max. 95% betrouwbaarheidsinterval), Nacht (1 / 2)* <i>Max. 95% confidence interval, night (1 / 2)*</i>
Eenden (<i>duck's</i>)	0% / 0,04%	0% / 0,09%
kleine meeuwen (<i>small gulls</i>)	0,08% / 0,16%	0,18% / 0,37%
steltlopers (<i>waders</i>)	0% / 0,06%	0% / 0,13%
zangvogels (<i>passerines</i>)	0,18% / 0,28%	0,37% / 0,64%
alle vogels samen (all birds)**	0,10% / 0,17%	0,22% / 0,40%

Krijgsveld et al. (2008) berekende voor grote turbines in 3 Nederlandse windparken (open landbouwgebied nabij water of de kust) een aanvaringskans van gemiddeld 0,14% voor alle vogels die tijdens de nacht overvlogen. De nachtelijke aanvaringskans van lokale vooral dagactieve vogels (incl. schemering) was er gemiddeld 0,16%. Winkelman (1992a) vond tijdens de nacht vrij gelijkaardige algemene aanvaringskansen bij kleine turbines (gemiddeld voor alle vogels 0,10-0,17% en voor kleine meeuwen 0,16%, zie Tabel 44). De aanvaringskans voor seizoensale trekvogels werd in Krijgsveld et al. (2008) wel veel lager ingeschat als bij Winkelman (1992a). Deze resultaten geven de indicatie dat windparken met grote en kleine windturbines een gelijkaardige aanvaringskans kunnen veroorzaken, althans toch zeker voor lokale vogels. De resultaten van aanvaringskansen bij overdag en in de schemering overvliegende meeuwen in de Vlaamse windparken bevestigen dit.

De aanvaringskans kan erg verschillend zijn tussen soorten, soortgroepen en locaties (Tabellen 19, 42, 43 en 44). Aan een Nederlands windpark met grote turbines in poldergebied werd bijvoorbeeld een erg lage aanvaringskans van 0 tot 0,01% berekend voor zwanen die tijdens de ochtend en avond door het park vlogen (Fijn et al. 2007). Diverse omgevingsfactoren kunnen de aanvaringskans uiteraard beïnvloeden.

Lokale versus seizoensale trekvogels

De relatief grote aantallen slachtoffers onder de sterns en meeuwen in de windparken te Zeebrugge en Brugge, tonen aan dat ook lokale vogels een belangrijk aanvaringsrisico kunnen hebben. We schatten in dat 100% van de sterns en ongeveer 80-95% van de gevonden meeuwen lokale vogels waren. Bovendien is de meerderheid van deze vogels enkel dagactief. Aan de Oostdam in Zeebrugge vlogen de sterns enkel overdag en tijdens de schemering (voedseltrek naar zee en terug). Een klein aandeel meeuwen werd daar ook 's nachts waargenomen. Maar aan de windparken langs het Boudewijnkanaal en Kleine Pathoekeweg in Brugge, werden de meeuwen enkel overdag en in de schemering waargenomen (vooral dagelijkse trek van en naar de slaappleats). Dit is opmerkelijk, aangezien men zou verwachten dat vogels overdag de turbines goed zien en door hun dagelijkse trek ook vertrouwd zijn met de constructies. Ook in Grünkorn et al. (2005) en Krijgsveld et al. (2008) werd een groot aandeel lokale vogels als slachtoffer vastgesteld, waarvan zelfs meer dan de helft dagactieve vogels.

De oorzaak ligt wellicht in het feit dat lokale vogels vaak gedurende een groot deel van het jaar dagelijks op turbinehoogte door het windpark vliegen. Vogels kunnen de draaiende wieken op korte afstand ook niet altijd duidelijk zien. Dit komt door het zogenaamde "Motion Smear" effect, waarbij snel bewegende objecten op korte afstand als onscherp worden waargenomen. De afstand waarop dit effect voorkomt, is ongeveer op 20m en minder voor kleine turbines en zelfs al vanaf 50m of minder voor grote turbines (Hötter et al. 2006, zie ook 5.3.2). Seizoensale trekvogels vliegen slechts 1-2 keer per jaar door het windpark, en vaak ook nog op grotere hoogte, waardoor het aandeel lokale vogels die op turbinehoogte overvliegen dus hoger kan uitkomen, behalve dan op heel belangrijke stuwtrekzones van seizoensale trekvogels zoals langs de kust, waar het aandeel seizoensale trekvogels (vooral bij hoge turbines) wel heel belangrijk kan zijn (zie verder).

Bovendien werd ook vastgesteld dat sterns en meeuwen tijdens hun dagelijkse lokale trek relatief weinig verstoring ondervonden van de windturbines, meer bepaald weinig of geen 'macro-avoidance' (uitwijken op grote afstand door rond het park te vliegen) maar wel 'micro-avoidance' (uitwijkmanoeuvres net voor de turbines waarbij het windpark wel doorkruist werd).

Aan de Oostdam vlogen ongeveer 100% van sterns tijdens het broedseizoen tussen de turbines door (voedselvluchten naar zee en terug). Ook de meeuwen vertoonden tijdens het broedseizoen weinig of geen 'macro-avoidance'. Dit is in overeenstemming met een studie in Nederland waarbij meeuwen en sterns tijdens hun voedselvluchten in het broedseizoen ook geen barrière-effect ondervonden (Van den Bergh et al. 2002).

Afhankelijk van diverse factoren, kan het aantal aanvaringen van seizoensale trekvogels toch ook hoog oplopen. In tegenstelling tot overdag komt er in het voor- en najaar gedurende de nacht overwegend weinig stuwtrek voor van vogels in het binnenland. Langs diverse visuele structuren zoals de kustlijn, grote rivieren en bosranden kunnen 's nachts wel relatief veel vogels overvliegen. Deze stroom kan dan soms tot enkele kilometers breed zijn (breedfronttrek), maar langs de kust wellicht ook in een smallere zone (stuwtrek). Alhoewel in tegenstelling tot lokale dagelijkse vliegroutes de seizoensale trekbewegingen doorgaans op een grotere hoogte zijn gesitueerd, worden de grootste vogeldichtheden bij de nachtelijke

seizoenstrek ook regelmatig onder de 150m vastgesteld (Buurma & Van Gasteren 1989). Boven zee vliegen vogels in het algemeen lager dan boven land, maar in beide landschappen vliegen er grote aantallen vogels zowel onder als boven 150m (Van der Winden et al. 1999). Op de Maasvlakte in Nederland (vergelijkbaar met bv. de voorhaven in Zeebrugge) werd vastgesteld dat de meeste trekvogels (vnl. zangvogels & meeuwen) op een hoogte tussen 50 en 150m overvlogen, meerbepaald relatief gezien ongeveer het driedubbele van het aantal tussen 0 en 50m alsook van het aantal tussen 150 en 300m (Buurma & Van Gasteren 1989). Uit de resultaten op de Maasvlakte kunnen we aannemen dat de hoogste concentraties dus gemiddeld rond de 100m zullen voorkomen. Door de grote hoogte vormen moderne windturbines op sommige locaties dus een belangrijk verhoogd gevaar voor seizoenale trekvogels. Van op afstand lijken de grote windturbines niet snel te draaien omdat de basis van de wieken trager draait. De snelheid aan de wiektippen gaat echter ook tot ongeveer 230 km/u (Kaatz 2002). Het is dan ook niet verwonderlijk dat de meeste aanvaringssslachtoffers gehalveerd, onthoofd en/of zonder vleugel teruggevonden worden (Everaert et al. 2002). Bij kleine zangvogels is de kans groot dat er zelfs niet veel van de vogel overblijft waardoor de vindkans dan ook erg laag is, met een onderschatting van het aantal slachtoffers tot gevolg. Dat blijft een probleem bij de berekening van het aantal aanvaringssslachtoffers onder kleine vogels. Een uitgebreid onderzoek waarbij de nachtelijke aanvaringskans van trekvogels werd berekend aan de hand van effectief waargenomen aanvaringen (video met IR warmtebeeldcamera) werd verricht in Nederland. Er kon daarbij een niet-onbelangrijke aanvaringskans berekend worden van 1/40 (2,5%) vogels die 's nachts op rotorhoogte overvlogen (Winkelman 1992b).

Het aantal aanvaringssslachtoffers bij kleine seizoenale trekvogels zal uiteraard stijgen naarmate meer windparken met grote turbines worden gebouwd (Kaatz 2002). Algemeen kunnen we wel stellen dat de negatieve effecten op overvliegende seizoenale trekvogels bij relatief kleine windparken op locaties zonder belangrijke stuwtrek nog zullen meevallen. Heel belangrijke stuwtrekzones zoals de Vlaamse kuststrook moeten zoveel mogelijk gemedend worden (Langston & Pullan 2003; Hötker et al. 2006; Vlaamse regering 2006). Windparken die toch in de buurt van dergelijke zones worden gebouwd, kunnen na grondig onderzoek eventueel in een opstelling worden geplaatst die evenwijdig is met de belangrijkste trekrichting (Albouy et al 2001; Richarz 2002; zie ook 5.2.2).

Bij sommige van de grote moderne windturbines is het verplicht om lichtbebakening aan te brengen ten behoeve van de luchtvaart. Vooral in gebieden met geconcentreerde trek zou dit kunnen leiden tot meer aanvaringssslachtoffers omdat heel wat trekvogels tijdens slechte weersomstandigheden soms massaal worden aangetrokken tot lichtbronnen (Buurma & Van Gasteren 1989; Gauthreau & Belser 1999). Overvliegende vogels kunnen gevangen raken in lichtbundels, waardoor ze met grote aantallen te pletter vliegen op de gebouwen en/of andere constructies rondom de lichten. In de buurt van bijzondere stuwtrekzones zoals langs de kust kan de aanvaringskans daardoor een belangrijke negatieve impact hebben.

Lichtbebakening kan ervoor zorgen dat trekvogels naar de betreffende lichtbron worden aangetrokken en/of (in geval van rode lichten) het magnetische kompas van de vogels danig in de war gebracht wordt met desoriëntatie tot gevolg. Enkele resultaten wezen erop dat de meeste problemen te verwachten zijn met vaste en pulserende rode lichten (Gauthreau & Belser 1999). Nieuwe bevindingen geven echter de indicatie dat de tijdsduur van het flitsen het belangrijkste zou zijn, en in mindere mate de kleur. Hoe langer de 'uit' fase tussen de lichtflitsen, hoe minder vogels worden aangetrokken (Manville 2000). Recent nog vond een experimentele veldstudie dat meer vogels samenscholen bij witte, blauwe en groene vaste lichten dan bij rode vaste lichten en witte pulserende lichten (Evans et al. 2007). De lagere respons bij vaste rode lichten is enigszins tegenstrijdig met andere studies. Indien het aanbrengen van lichtbebakening noodzakelijk blijkt, kan best aangeraden worden om indien mogelijk gedurende de nacht enkel (witte) pulserende (flits-) lichten te gebruiken, in een zo klein mogelijk aantal en met een minimum aan intensiteit en aantal flitsen per minuut.

3.1.5 Model voor het inschatten van aantal aanvaringssslachtoffers

- Correctiefactor voor rotoroppervlak

Het model van Tucker (1996) liet theoretisch zien dat verder van de as van de rotor de aanvaringskans afneemt en dat een groter rotoroppervlak dus niet evenredig tot meer aanvaringssslachtoffers zou leiden (geen 1 op 1 toename). Akershoek et al. (2005) en Krijgsveld et al. (2008) tonen op basis van gegevens in uitvoerig onderzochte windparken dat het model van Tucker een overschatting geeft van het werkelijk aantal aanvaringssslachtoffers. Bureau Waardenburg (2005) maakte op basis van empirische gegevens van veldstudies naar aantallen aanvaringssslachtoffers bij bestaande windparken in Nederland en België, een eigen model waarbij de theoretische correctie op basis van Tucker (1996) overbodig zou worden. In het model van Bureau Waardenburg is de correctie voor groter rotoroppervlak gebaseerd op een lineaire regressievergelijking waarbij de relatie rotoroppervlak met aantal slachtoffers licht stijgend is maar niet significant. De vergelijking kan derhalve het gevolg zijn van toeval (locaties zijn zeer verschillend).

Ook met bijkomende empirische gegevens van nieuwe resultaten bij grote windturbines in Vlaanderen (Figuur 133) is de relatie niet significant, en zelfs met een minder stijgende trend als deze beschreven in Bureau Waardenburg (2005). Er kan op basis van deze resultaten dus niet met zekerheid geconcludeerd worden dat grotere windturbines gemiddeld meer slachtoffers veroorzaken. In verschillende windparken met kleine en grote turbines worden zowel kleine als relatief grote aantallen slachtoffers gevonden. Om een eventueel statistische relatie te vinden, zijn gegevens van meer windparken noodzakelijk. Anders bestaat immers de kans dat de belangrijke factor "aantal vliegbewegingen" een te grote rol speelt die niet is gecorrigeerd.

In een meta-analyse van Hötter (2006) werd voor een nog groter aantal windparklocaties (vooral in Europa en Amerika) een vergelijking gegeven van het aantal slachtoffers en de grootte van windturbines (vergelijkbaar met rotoroppervlakte), waarbij wel een significante relatie werd gevonden (meer slachtoffers met grote turbines, $P < 0,01$) voor windturbines in een "gewoon landschap" zonder water/moerassen en/of berghellingen in de buurt. Voor de windparken met water-moerassen en/of berghellingen kon geen significante relatie worden gevonden. Door het relatief klein aantal studies bij windparken met grote turbines, dient echter ook met het significant resultaat voor "gewone landschappen" voorzichtig omgesprongen te worden. In de data werden namelijk ook heel wat studies uit de VS opgenomen waarbij voor kleine turbines in zeer grote windparken relatief weinig slachtoffers werden berekend per windturbine.

In een andere meta-analyse van de resultaten bij kleine en grote turbines in Noord-Amerika, kon geen duidelijk verschil gevonden worden voor het aantal vogelslachtoffers. Zowel de diameter van de wieken (rotors) als de hoogte van de mast, had geen significante invloed op het aantal slachtoffers per turbine (Barclay et al. 2007). Dit zou voor vogels gemiddeld dus wel een verschil in aantal slachtoffers per MW (geïnstalleerd vermogen van turbines) kunnen betekenen (echter wel een belangrijk verschillend effect bij vleermuizen, zie 3.3). Uiteraard kunnen vogels op bepaalde locaties ook relatief meer op rotorhoogte van grote turbines vliegen (bv. seizoenale trekvogels). De resultaten kunnen derhalve niet zomaar veralgemeend worden.

Een licht stijgende relatie met het rotoroppervlak werd ook gevonden voor de aanvaringskans bij overdag en in de schemering overvliegende meeuwen in enkele Vlaamse windparken (Tabel 42, Figuur 134). Dit kan wijzen op de veronderstelling in Bureau Waardenburg (2005) dat een groter rotoroppervlak inderdaad iets meer slachtoffers kan veroorzaken. De relatie met aanvaringskans is belangrijk en veel betrouwbaarder omdat hierbij reeds rekening werd gehouden met het aantal vliegbewegingen dat heel variabel kan zijn per locatie, maar ook deze relatie is dus niet significant. Een gelijkaardige gemiddelde aanvaringskans bij kleine en grote turbines werd tijdens de nacht voor alle vogels samen ook vastgesteld in Nederlandse windparken (Winkelman 1992; Krijgsveld et al. 2008; zie 3.1.4).

Op basis van bovenstaande gegevens, kan niet met zekerheid worden geconcludeerd dat er voor windparken een belangrijke correctiefactor moet toegepast worden voor het rotoroppervlak van de windturbines. De oorzaak hiervan kan liggen bij het feit dat een opstelling van verschillende grote turbines (met een groter rotoroppervlak) in een lijn- of clusteropstelling echter ook relatief meer vrije vliegruimte geeft. De gelijkaardige aanvaringskansen in de windparken langs het Boudewijnkanaal (600kW) en Kleine Pathoekeweg (1800kW) over een gelijke lijnafstand, bevestigen deze stelling, waarbij de verhouding van totaal luchtoppervlak op rotorhoogte (A) met het rotoroppervlak van de windturbines (B), ook ongeveer gelijk was.

De correctie in het model Tucker (1996) lijkt alleszins een overschatting van het aantal slachtoffers te geven. Per windturbine gerekend zal inderdaad wel een grotere aanvaringskans bestaan, maar voor verschillende windturbines samen kan dit dus anders zijn omwille van de grotere tussenruimte die nodig is bij grote turbines. Er is voor grotere windturbines wel een mogelijke trend naar meer slachtoffers (per turbine gerekend) en een iets hogere aanvaringskans in windparken met grote turbines. In risico-analyses kan daarom best rekening gehouden worden met een licht stijgende trend.

De configuratie van een windpark (bv. lijn versus cluster) zal uiteraard heel belangrijk zijn bij het vergelijken van aanvaringskansen. De hierboven beschreven aanvaringskansen gelden voor vogels die langs één windturbine vliegen, tijdens het kruisen van een lijnopstelling. Bij een clusteropstelling zal voor het volledige windpark de aanvaringskans toenemen. Er zijn echter geen duidelijke onderzoeksresultaten bekend die hiervoor een factor geven.

- Totale flux (vliegbewegingen) over een periode: uitwijking ('macro-avoidance')

Uit verschillende studies blijkt dat relatief veel trekkende vogels op afstand proberen uitwijken voor windturbines ('macro-avoidance'=barrière-effect). Vooral dagtrekkende vogels kunnen tijdens de seizoenale trek een duidelijk barrière-effect ondervinden van wel 90% en meer, maar ook gedurende de nacht is het fenomeen merkbaar (soms 50-80% voor lokale vogels). Zie meer informatie hierover verder in deel 3.2.3. Kleine veranderingen in 'macro-avoidance' kunnen grote veranderingen teweeg brengen in het berekend aantal aanvaringssslachtoffers. Door de onzekerheid (beperkt aantal studies) wordt bij de inschatting van het aantal aanvaringssslachtoffers voorlopig aangeraden om vanuit het voorzorgsprincipe in analyses als 'worst-case' scenario voor lokale vliegbewegingen buiten het broedseizoen bij veel soortgroepen zeker ook rekening te houden met een relatief beperkt uitwijkpercentage van 50% (Bureau Waardenburg 2005). In bepaalde situaties (bv. lange lijnopstellingen) is zelfs ook bij lokale vliegbewegingen buiten het broedseizoen een uitwijkpercentage van minder dan 50% mogelijk (zie verder in 3.2.3). Tijdens het broedseizoen werd voor voedselvluchten van meeuwen en sterns zelfs geen barrière-effect vastgesteld (uitwijkpercentage quasi 0%).

Een analyse van de schatting en het gebruik van uitwijkpercentages ('macro-avoidance') in combinatie met het model voor aanvaringskansen (CRM) van Band et al. (2007), wijst erop dat de waarde van het huidige model (om het aantal aanvaringssslachtoffers in geplande windparken te berekenen) nog te twijfelachtig is omwille van het gebrek aan betrouwbare gegevens over uitwijkpercentages onder diverse omstandigheden en bij diverse soortgroepen (Chamberlain et al. 2006). Meer en betere studies naar uitwijkgedrag moeten daarom dringend opgestart worden. Factoren zoals soort, vlieggedrag, weersomstandigheden, en eigenschappen van het windpark en de omgeving kunnen zelfs belangrijker zijn dan het zuiver 'aantal' overvliegende vogels. Het verschil in gedrag van vogels bij een lange lijnopstelling tegenover een kortere lijnopstelling of cluster zal al zeker belangrijk zijn. De huidige modellen kunnen daardoor niet als echt betrouwbaar aanzien worden (Lucas et al. 2008), maar zijn wel in een bepaalde mate bruikbaar om bijvoorbeeld vergelijkingen te maken tussen verschillende scenario's van mogelijke opstellingen zoals de keuze voor 2MW of 3 MW turbines.

Wanneer het overdag om weinig vogels gaat, is de berekening van de aanvaringskans op basis van het aantal nachtelijk overvliegende vogels waarschijnlijk voldoende (Tabel 44), omwille van de kleinere aanvaringskans overdag (Tabel 43). Maar bij aanzienlijke vliegbewegingen overdag en in de schemering, kan de aanvaringskans overdag (incl. avond- en ochtendschemering) ook van groot belang zijn. De resultaten in Vlaanderen en Nederland bevestigen dit.

Het significant verschil in aanvaringskans tussen kleine en grote meeuwen in de Vlaamse windparken (Figuur 134) kan ook mee opgenomen worden voor verder onderzoek.

3.2 Verstoringsaspect bij vogels

Het verstoringsaspect kon op de meeste Vlaamse locaties niet maximaal onderzocht worden. Naast een beperking in beschikbare onderzoekstijd, speelden veranderingen in de directe omgeving van de turbines (bv. industriële ontwikkeling aan locatie Kluzendok) hierbij een belangrijke rol, waardoor het moeilijk was om populaties voor en na het plaatsen van de turbines te vergelijken. Ook het gebrek aan een uitgebreide studie van de referentiesituatie op de locatie zelf (periode zonder windturbines) was een probleem op de meeste onderzochte Vlaamse locaties. Het sternenschiereiland in Zeebrugge bijvoorbeeld, werd ontwikkeld nadat de turbines er al stonden. In Nieuwkapelle was het gericht vooronderzoek ook beperkt tot 1 winterperiode. Er kon daarbij wel een vergelijking gemaakt worden tussen de verschillende sectoren.

Korte-termijn monitoring (1-5 jaar) blijkt doorgaans niet voldoende te zijn om verstoringseffecten met zekerheid vast te stellen (Stewart et al. 2007). Het blijkt ook dat verstoring kan stijgen met de jaren, en dat er dus geen gewenning is (Langston & Pullan 2003 ; Stewart et al. 2007). Langetermijnonderzoek 'voor' en 'na' het plaatsen van de windturbines (ook verschillende jaren in de voorfase), in combinatie met een controleplaats buiten het gebied ('Before-After-Control-Impact', BACI-studie) is doorgaans de beste manier om eventuele verstoring te gaan bepalen. Dit kan best in de toekomst ook in Vlaanderen nauwkeuriger uitgevoerd worden op enkele locaties. Daarnaast is het gewoon opmeten van de afstand tot de turbines waarop vogels worden vastgesteld ook steeds nuttig, zeker in geval van een gelijkaardig habitat in het betreffende onderzoeksgebied.

Voor de tellingen van overvliegende vogels in de Vlaamse windparken, moet rekening gehouden worden met een vooralsnog onbepaalde fout bij de inschatting van de hoogteverdeling (bv. aantal vliegbewegingen op rotorhoogte). Toch waren op veel locaties goede aanknopingspunten aanwezig en de jarenlange ervaring als ornitholoog van de auteur was hierbij ook een pluspunt.

3.2.1 Vogels in het broedseizoen

De afstand tot windturbines van broedende zangvogels in de Vlaamse windparken, was duidelijk relatief klein met weinig indicatie op belangrijke verstoring. Ook voor steltlopers zoals Grutto, Tureluur en Scholekster thv. de windturbines langs het Boudewijnkanaal was er schijnbaar weinig of geen verstoring, maar dit kan niet met zekerheid worden gesteld.

Hoewel er geen situatie kon opgemeten worden zonder windturbines, lijkt het erop dat broedende sterns in de kolonie op het sternenschiereiland te Zeebrugge, nauwelijks verstoring ondervonden, net zoals Bontbekplevier, Strandplevier en Scholekster op het schiereiland. Individuele nesten van sterns en plevieren werden tot op ongeveer 30m van de turbines vastgesteld en de meerderheid van de sterns (kolonie) kwam tot broeden vanaf 50m en verder. De afstand tot de turbines lijkt voor de broedvogels op het schiereiland vooral gerelateerd aan het type habitat (Everaert 2006a; Everaert & Stienen 2007).

In het tot op heden uitgevoerde onderzoek in binnen- en buitenland zijn er relatief weinig duidelijke aanwijzingen gevonden dat windturbines een zware verstoring kunnen veroorzaken onder broedvogels. Er kan voor bepaalde soorten/soortgroepen wel enige verstoring optreden, maar deze is minder dan bij vogels buiten het broedseizoen (zie verder). Onderzoekers veronderstellen dat gewenning en plaatstrouw aan broedgebied hierbij een rol spelen. Het gebrek aan voldoende lange-termijn studies blijft wel een probleem. Het is niet onmogelijk dat de effecten van verstoring voor bepaalde soortgroepen pas goed zichtbaar worden als de aanwezige broedvogels - die vaak een sterke plaatstrouw vertonen - door sterfte vervangen worden door een nieuwe generatie die deze plaatstrouw niet hebben (Spaans et al. 1998). Dit is alleszins niet het geval voor de sterns in Zeebrugge.

Een uitgebreide meta-analyse van een groot aantal studies is te vinden in Hötcker et al. (2006) en Hötcker (2006). Hieruit komen enkele interessante resultaten naar voor. Broedende steltlopers (alle soorten samen genomen) ondervinden een verstorend effect: van de 73 studies naar broedpopulaties van steltlopers nabij windparken, werd in 53 studies een negatief effect gevonden en in 30 studies geen negatief effect, wat een significant verschil is ($P=0,02$). De verschillen per steltlopersoort apart waren niet significant (relatief weinig studies om significantie te bepalen). Een indicatie van een negatief effect tijdens het broedseizoen (meer studies met negatieve effecten) werd ook gevonden bij Kievit, Tureluur, Grutto, Scholekster, Kwartel, Paapje, Tjiftjaf, Kneu en Geelgors. Relatief weinig studies vonden een negatief effect

bij Merel, kraaiachtigen, Rietzanger, Roodborsttapuit, Graspieper, Rietgors en diverse andere zangvogels. Een 50/50 verdeling (evenveel studies die negatief als geen effect vonden) werd vastgesteld voor soorten als Wilde eend, Patrijs en Veldleeuwerik (Hötker 2006). Een nieuwe studie in landbouwgebied kon bevestigen dat er geen of weinig indicaties van belangrijke versturende effecten zijn voor Fazant, Patrijs, Veldleeuwerik, verschillende zaadetende zangvogels, en kraaiachtigen (Devereux et al. 2008).

De afstand die broedvogels houden tot windturbines gaat tot een gemiddelde van ongeveer 130m bij Kievit en 370m bij Grutto (Hötker 2006). De variatie tussen de verschillende studies is echter groot, met daardoor geen significante resultaten.

Hoewel er eveneens geen statistisch significante resultaten voor gevonden werden, kan algemeen wel gesteld worden dat de verstoring onder broedvogels niet toeneemt met de turbinegrootte en voor bepaalde soorten zelfs afneemt. Dat laatste is niet alleen het geval voor akker- en weidevogelsoorten zoals Patrijs, Roodborsttapuit, Veldleeuwerik, Geelgors, Grauwe Gors en diverse andere zangvogelsoorten, maar ook voor relatief gevoelige steltlopers zoals Grutto, Tureluur en Wulp (Hötker 2006).

Uit de studieresultaten komt geen duidelijke 'gewoontewording' naar voor. De graad van gewoontewording was in de meeste studies erg klein. Hoewel het mogelijk is, zal dit wellicht geen sterk fenomeen zijn (Hötker et al. 2006).

3.2.2 Foeragerende en rustende vogels buiten het broedseizoen

Aan de 2 windturbines van Nieuwkapelle kon een onderzoek worden uitgevoerd 'voor' en 'na' het plaatsen van de turbines. Met uitzondering van de Fuut, werden er tussen de 2 onderzochte winterperiodes geen significante verschillen gevonden in het aantal pleisterende/rustende watervogels op de naastliggende waterplas 'De Put'. Voor de Fuut was er wel een significante vermindering dicht bij de windturbines, maar door het kleine aantal vogels kan de kans op toeval niet uitgesloten worden. Voor Wilde Eend en Wintertaling was er ook een indicatie (doch niet significant) van verstoring door de windturbines. De grote variaties in aantallen tijdens zowel de voorfase als na het plaatsen van de turbines, en de niet-significante verschillen, wijzen erop dat het effect van de windturbines op pleisterende watervogels aan de waterplas vermoedelijk nog relatief beperkt was. Mogelijk speelde een bestaande verstoring door een baan en aanwezigheid van vissers aan de westelijke en zuidelijke kant van de waterplas een rol, alsook een dijk aan de noordelijke kant van de plas. De watervogels zaten bijgevolg vooral aan de noordelijke kant van de plas, waar bovendien ook meer beschutting was door de dijk. Hieruit zouden we kunnen theoretiseren dat diverse omgevingsfactoren (verstoring naastliggende baan en vissers, beschutting aan noordkant waterplas) belangrijker waren dan de mogelijke verstoring door de windturbines.

Een samenvatting van de vastgestelde afstanden van niet-broedvogels tot windturbines in de verschillende Vlaamse windparken, is weergegeven in tabel 45. Hoewel uit die tabel niet kan besloten worden dat alle genoemde soorten tot op de aangegeven afstand nog verstoring ondervonden (lokale andere factoren kunnen ook belangrijk zijn), geeft dit toch een beeld van mogelijke verstoring binnen een bepaalde afstand. De analyse van buitenlandse studies waarbij ook echt werd onderzocht of windturbines een verandering veroorzaken in de aanwezige populatie, en waarbij in verschillende van die studies ook werd bepaald tot op welke afstand nog verstoring was, is het meest betrouwbaar (zie verder).

Tabel 45 Dichtstbijzijnde waarnemingsafstanden tot de onderzochte turbines in verschillende windparken in Vlaanderen van niet-broedende pleisterende en rustende vogels (Nvt= geen grote groepen waargenomen).

Table 45 Nearest observed distance to the studied wind turbines in Flanders of non-breeding foraging or resting birds (Nvt. No large groups observed).

Soort/Soortgroep Species	Afstand (m) van individuen of kleine groep. <i>Distance (m) of individuals or small group</i>	Afstand (m) van groep met > 50 vogels. <i>Distance (m) of group with > 50 birds</i>
Fuut (<i>Great Crested Grebe</i>)	50-60	150
Dodaars (<i>Little Grebe</i>)	60	Nvt.
Aalscholver (<i>Cormorant</i>)	25-50	Nvt.
Blauwe Reiger (<i>Grey Heron</i>)	60-80-250	Nvt.
Kleine Zilverreiger (<i>Little Egret</i>)	250	Nvt.
Lepelaar (<i>Spoonbill</i>)	250	Nvt.
Bergeend (<i>Common Shelduck</i>)	100-150	150
Wilde Eend (<i>Mallard</i>)	50-80-100	250-300-350
Krakeend (<i>Gadwall</i>)	150-200	300
Slobeend (<i>Shoveler</i>)	100-150	250
Wintertaling (<i>Common Teal</i>)	100	250
Kuifeend (<i>Tufted Duck</i>)	150-200-250	Nvt.
Toppereend (<i>Scaup</i>)	150	Nvt.
Tafeleend (<i>Common Pochard</i>)	100-150	250-500-Nvt.
Pijlstaart (<i>Pintail</i>)	100	250
Smient (<i>Wigeon</i>)	100-400	250
Eidereend (<i>Eider</i>)	250	Nvt.
Middelste Zaagbek (<i>Red-Breasted Merganser</i>)	100	Nvt.
Meerkoet (<i>Coot</i>)	20-100	20-100
Tureluur (<i>Redshank</i>)	50	Nvt.
Scholekster (<i>Oystercatcher</i>)	25-50	35-200
Kievit (<i>Lapwing</i>)	40	Nvt.
Bonte Strandloper (<i>Dunlin</i>)	200	200-250
Wulp (<i>Eurasian Curlew</i>)	120	250
Rosse Grutto (<i>Bar-tailed Godwit</i>)	200	Nvt.
Kleine Plevier (<i>Little Ringed Plover</i>)	150	Nvt.
Watersnip (<i>Common Snipe</i>)	50	Nvt.
Houtsnip (<i>Woodcock</i>)	55	Nvt.
Patrijs (<i>Grey Partridge</i>)	30	Nvt.

Een uitgebreide meta-analyse van een groot aantal studies is te vinden in Hötcker et al. (2006) en Hötcker (2006). Vooral niet-broedende watervogels ondervinden een verstorend effect, waaronder zwanen, ganzen, eenden en steltlopers. Van de 119 studies naar populaties (pleisterende en rustende) steltlopers nabij windparken buiten het broedseizoen, werd in 81 studies een negatief effect gevonden en in 38 studies geen negatief effect, wat een significant verschil is. Bij ganzen was deze verhouding 12 op 2 ($P=0,01$). Voor Grondeleenden zoals Wilde Eend, Pijlstaart, Slobeend, Wintertaling en Krakeend is de verhouding 15 op 3 ($P<0,01$), voor Smient zelfs 9 op 0 ($P<0,01$) en voor duikeenden zoals Kuifeend 6 op 2 (Hötcker 2006). Zangvogelsoorten vertoonden net zoals in het broedseizoen ook weinig of geen verstoring op de populatie.

De afstand die vogels buiten het broedseizoen houden tot windturbines geeft een indicatie van verstoring, en gaat tot een gemiddelde van bijvoorbeeld 350m (standaarddeviatie ± 230 m) bij ganzen en 270m (SD ± 390 m) bij steltlopers zoals Kievit. De variatie tussen de verschillende studies is soms groot. Sommige individuele studies vonden verstoring binnen een grotere afstand (zie Hötcker 2006). Diverse factoren zoals eigenschappen van de omgeving en configuratie van het windpark kunnen zeer belangrijk zijn. Verschillende eendensorten kunnen in bepaalde omstandigheden nog significante verstoring ondervinden binnen de 300 à 400m rond windturbines. In een pleistergebied van Kleine Rietgans in Denemarken, waar kleine windturbines van 200-600 kW werden gebouwd, vond men bij clusteropstellingen een grotere verstoringafstand (200m) dan bij lijnopstellingen (100m). De ganzen kwamen ook niet naar de percelen binnenin de clusters, met een aanzienlijk habitatverlies tot gevolg (Larsen & Madsen 2000). In een ander park van kleine turbines in open landschap te Denemarken, kwamen de Kleine Rietganzen niet dichterbij dan 400m (Petersen & Nøhr 1989). In een pleistergebied van Kolgans in Duitsland werd vastgesteld dat er na het plaatsen van kleine 500 kW windturbines geen ganzen meer voorkwamen in een zone van 400m rond de windturbines en een 50% reductie in pleisterende aantallen werd genoteerd in een zone van 400-600 meter rond de

windturbines. Een gebied van in totaal 345ha werd daardoor gedegradeerd in waarde als pleistergebied (Kruckenberg & Jaene 1999).

Er bestaan dus heel wat verschillen tussen soorten en soortgroepen in de afstand en de mate waarin verstoring bij windturbines kan optreden. De verstoring is ook locatieafhankelijk. Diverse betrouwbare studies tonen aan dat windturbines nog verstoring kunnen veroorzaken tot zeker 500m, vooral bij zwanen, ganzen, eenden, Kraanvogels en sommige steltlopers, en in sommige meer uitzonderlijke gevallen mogelijk tot ongeveer 600 of 800 meter (Langston & Pullan 2003; Hötcker et al. 2006). Het aantal gepubliceerde studies in wetenschappelijke (peer-review) tijdschriften is relatief beperkt, maar ook daar is een duidelijke trend zichtbaar van significante verstoring voor watervogels zoals ganzen, eenden en steltlopers (Stewart et al. 2007).

In tegenstelling tot broedvogels, werd in de meta-analyse van Hötcker (2006) vastgesteld dat bij een meerderheid aan onderzochte soorten (16 van 23) buiten het broedseizoen de verstoring toeneemt met de windturbinegrootte. Voor de Kievit, Goudplevier en vinkachtigen is dit zelfs een significante relatie ($P < 0,001$).

Net zoals bij broedvogels komt uit de resultaten geen duidelijke 'gewoontewording' naar voor. De graad van gewoontewording was in de meeste studies erg klein. Hoewel gewoontewording zeker mogelijk is, zal dit wellicht geen sterk fenomeen zijn (Hötcker et al. 2006).

3.2.3 Lokale en seizoenale trek

In de Vlaamse windparken werd geen uitvoerig onderzoek verricht naar de effecten op seizoenale trek. Voor dagelijkse trek van plaatselijke vogels zijn wel gegevens beschikbaar.

Eenden en ganzen buiten het broedseizoen

Door het relatief klein aantal overvliegende eenden voor en na het plaatsen van de 2 middelgrote windturbines in Nieuwkapelle, met grote variaties tussen teldagen, zijn geen conclusies te trekken voor eventuele verstoring van eenden tijdens lokale vliegbewegingen.

Door het ontbreken van een betrouwbare referentiesituatie, is er uit de resultaten van het onderzoek in Brugge (Boudewijnkanaal+Kleine Pathoekeweg) ook geen duidelijkheid voor verstoring op lokale vliegbewegingen van ganzen. Wel werd in Brugge vastgesteld dat de groepjes ganzen die de 2 lijnopstellingen van turbines moesten kruisen, dit op grote hoogte deden (boven turbinehoogte), wellicht omdat ze van relatief grote afstand kwamen aangevlogen. Mogelijk was dit voor de plaatsing van de windturbines ook al zo.

Wulpen buiten het broedseizoen

Ter hoogte van de 11 grote windturbines aan het Kluisendok in de Gentse kanaalzone, werd vastgesteld dat Wulpen op slaaptrek de turbines lijken te vermijden, waardoor er dus sprake zou zijn van een (gedeeltelijk) barrière-effect voor deze soort, met een uitwijkpercentage van vermoedelijk meer dan 50%.

Plaatselijke meeuwen buiten het broedseizoen

De opstelling van de 2 middelgrote windturbines in Nieuwkapelle kan misschien een invloed hebben gehad op de slaaptrek van meeuwen (mogelijk uitwijkgedrag). Na het plaatsen van de turbines vlogen gemiddeld ongeveer 55% minder meeuwen in de directe nabijheid van de turbines en op rotorhoogte voorbij (na omrekening met totaal aantal in de omgeving). Door de grote variabiliteit tussen de verschillende teldagen, is het verschil 'voor' en 'na' de plaatsing van de turbines echter niet significant. Bovendien waren er in de 'na' situatie significant minder meeuwen aanwezig op de meeuwslaapplaats in de omgeving, wat een verandering van slaaptrek zou kunnen verklaren. Het feit dat er na het plaatsen van de turbines gemiddeld toch een verschil was tussen de zone dichtbij en verder van de turbines, en de zone op en onder rotorhoogte, wijst wel op een bepaald effect. De 2 turbines in Nieuwkapelle kan men vergelijken met een kleine clusteropstelling, in een halfopen tot open landschap. Een deel van de overvliegende meeuwen zouden in een dergelijke situatie door hun uitwijkmanoeuvres (op nog relatief grote afstand) op een veilige afstand kunnen voorbijvliegen.

De situatie bij een aaneengesloten relatief lange lijnopstelling of grote cluster zal verschillend zijn. Aan de lange lijnopstelling van turbines langs het Boudewijnkanaal en de Pathoekeweg in Brugge, waren relatief weinig indicaties van verstoring op de slaaptrekroute van meeuwen (geen duidelijk barrière-effect). De meeste meeuwen die vanuit zuidwestelijke richting kwamen aangevlogen, kruisten ook effectief de windturbines (achtereenvolgens eerst de rij met 1800 kW

turbines langs de Kleine Pathoekeweg en daarna de rij met 600 kW turbines dichterbij het Boudewijnkanaal) met een relatief groot aantal aanvaringslachtoffers tot gevolg. Het percentage meeuwen die bij het naderen van de turbines op grote afstand uitweken, werd ingeschat op minder dan 50%. Wel vertoonden de meeuwen er kleine koerscorrecties op korte afstand vlak voor de turbines bij het kruisen van de windturbines ('micro-avoidance').

Meeuwen en sterns tijdens het broedseizoen

Zowel in Nederland als Vlaanderen werd vastgesteld dat een rij windturbines tijdens het broedseizoen geen barrière vormt op de voedselvluchten van meeuwen en sterns (Van den Bergh et al. 2002; Everaert 2003, 2006a; Everaert & Stienen 2007). Het ontbreken van 'macro-avoidance' bij de meeuwen en sterns heeft natuurlijk tot gevolg dat er relatief veel aanvaringslachtoffers vallen omdat veel vogels de lijnopstelling van windturbines kruisen.

Barrière-effect bij seizoenale en lokale trek – literatuurgegevens

Het barrière-effect werd vooral onderzocht bij seizoenale trek. Hötker et al. (2006) geeft een overzicht met analyse van alle studies samen (zowel lokale als seizoenale trek) tijdens de dag. Een overzicht van studies waarbij enkel de nachtelijke situatie werd onderzocht, is niet weergegeven in de analyse (beperkte gegevens). Uit de analyse blijkt dat het barrière-effect een vrij algemeen fenomeen is, maar niet in dezelfde mate voor alle soorten. Van de onderzochte soortgroepen blijken vooral ganzen, roofvogels (vooral kiekendieven en wouwen), Kraanvogels, en kleine vogels (zangvogels) gevoelig te zijn. Het barrière-effect bij zangvogels (vooral kleine vogels) kwam heel duidelijk uit de analyse (significant veel meer studies die een effect vonden, $P < 0,001$). Het gaat hierbij vooral om studies bij seizoenale trekvogels. Ook voor ganzen en roofvogels was het resultaat significant ($P < 0,05$). Bepaalde ook relatief grote vogels/groepen zoals Aalscholver, Blauwe Reiger, eenden, sommige roofvogels zoals Buizerd, Sperwer en Torenvalk, sterns, meeuwen en kraaiachtigen, lijken minder gevoelig of minder bereid om hun originele trekroute (richting/hogte) te veranderen. Er waren immers hiervoor ook verschillende studies waarbij geen duidelijk barrière-effect kon gevonden worden.

Een goed voorbeeld waarbij een belangrijk versturend effect werd vastgesteld bij de seizoenale stuwtrek van dagtrekkende vogels (barrière-effect = 'macro-avoidance'), betreft een windpark langs het plateau 'Garrigue Haute' in Frankrijk. Daar werd opgemeten dat 90% van de overtrekkende vogels een reactie vertoonden op 2 bestaande rijen van windturbines. De reacties bestonden uit het abrupt veranderen van vliegrichting door in een grote bocht rond het windpark te vliegen, terugvliegen, lager of hoger gaan vliegen, groepssplitsing, enz. Overvliegende duiven vertoonden een belangrijke reactie in 99% van de gevallen, bij zangvogels was dat 93%, en bij roofvogels 85% (Albouy et al. 2001). De effecten op de nachtelijke trek werden niet onderzocht. Er werd hieruit geconcludeerd om windparken best niet loodrecht op de stuwtrekroute van vogels te plaatsen. Bij relatief korte lijnvormige opstellingen evenwijdig met de trekrichting kunnen de negatieve effecten nog beperkt blijven. Ook langs Rheinland-Pfalz in Duitsland werd bijvoorbeeld vastgesteld dat ongeveer 99% van de voorbijvliegende trekvogels overdag een reactie vertoonden. De meeste vogels vertoonden een reactie door een grote bocht te maken rondom de turbines (of zelfs terug te vliegen). De meeste hielden daarbij ook een minimale afstand van ongeveer 1000m tot de turbines. De reactieafstanden waren het grootst bij grote vogelsoorten en groepjes vogels. Overvliegende leeuweriken, vinken, duiven, Kieviten en kleine roofvogels vertoonden een reactie op ongeveer 1000 tot 1500m van de turbines, grote roofvogels op ongeveer 2000m, en Kraanvogels op ongeveer 3000m (Richarz 2002).

Op zee werden op enkele plaatsen gelijkaardige resultaten gevonden. Bij een offshore windpark in de Baltische Zee in Denemarken werd een duidelijk barrière-effect vastgesteld voor overtrekkende relatief grote watervogels. Amper 1% van de waargenomen eenden en ganzen vloog op een afstand dichterbij dan 50m tot de turbines doorheen het windpark (Desholm & Kahlert 2005). In het offshore windpark Horns Rev in Denemarken werd ook vastgesteld dat vooral sterns en meeuwen wel actief waren in het windturbinegebied. Bepaalde soortgroepen kunnen op zee inderdaad worden aangetrokken door een windpark, zoals meeuwen (voor voedsel) of zangvogels door de lichtbebakening tijdens slechte weersomstandigheden (Drewitt & Langston 2006). Door het gebrek aan voldoende langetermijn studies en technische middelen, bestaat geen zekerheid over de werkelijke effecten. Een potentieel belangrijk cumulatief effect door meerdere offshore windparken moet zeker ernstig genomen worden (Exo et al. 2003; Garthe & Hüppop 2004). Ondanks een barrière-effect in sommige omstandigheden, kunnen hoge aantallen vliegbewegingen uiteraard steeds zorgen voor een probleem door aanvaring, maar de impact kan ook sterk afhankelijk zijn van diverse omgevingsfactoren.

In Prinsen et al. (2004) werd voor lokale vliegbewegingen (slaaptrek/voedseltrek) op basis van literatuurgegevens uitgegaan van een uitwijkpercentage van 80% bij eenden, 90% bij ganzen, en 60% bij steltlopers en meeuwen.

Een uitwijkpercentage van ongeveer 80% werd in 1997/1998 gevonden aan een lijnopstelling van windturbines loodrecht op de nachtelijke lokale bewegingen van duikeenden tussen voedsel- en rustgebied, zowel in donkere als heldere nachten (Spaans et al. 1998; Dirksen et al. 2007). Tijdens heldere nachten werd eerder in 1995/1996 wel vastgesteld dat er ongeveer 50% minder uitwijkgedrag was dan tijdens donkere nachten (Van der Winden et al. 1996; Dirksen et al. 2007). Het significant verschil tussen de verschillende nachten kan verklaard worden door de stelling dat eenden de locatie van het windpark kennen en daardoor bij slechte zichtbaarheid het park meer proberen te mijden. De reden waarom dit fenomeen tijdens de periode 1997/1998 niet werd vastgesteld, kan liggen bij het feit dat in 1995/1996 de meeste vluchten loodrecht waren gesitueerd op de lijnopstelling, terwijl de meeste vluchten in 1997/1998 parallel waren op de lijnopstelling, wellicht omwille van een verandering van voedselgebieden (Dirksen et al. 2007). Een lager uitwijkpercentage kan dus voor eenden zeker voorkomen. Ook voor de Smient werd een barrière-effect vastgesteld, maar bij bepaalde omstandigheden (ook afhankelijk van lengte windpark) werd gesteld dat een belangrijk aandeel vogels ook zal proberen tussen de turbines door te vliegen (Poot et al. 2001).

Een significante vermindering van ongeveer 80% vluchten van eenden en ganzen (overdag + 's nachts) werd door radaronderzoek ook vastgesteld na het operationeel worden van een off-shore windpark, waarbij het aandeel nachtelijke vluchten door het windpark significant hoger was dan het aandeel vluchten overdag (Desholm & Kahlert 2005). Voor andere soortgroepen is het nog moeilijker een waarde te geven (o.a. 50% bij een windturbine in zee in Zweden). Desholm & Kahlert (2005) bemerken terecht dat hun off-shore studie beperkt was in tijd en volledigheid en dat de resultaten zonder verder onderzoek niet betrouwbaar zijn voor verdere toepassing. De radarwaarnemingen werden bovendien enkel verricht tijdens rustig weer (weinig wind) en goede zichtbaarheid (geen regen). Bovendien is het met radarbeelden bijvoorbeeld niet duidelijk hoeveel vogels er tegen de turbines in een groot windpark vliegen waardoor de 'macro-avoidance' zou kunnen overschat worden. Men weet het eigenlijk niet voldoende. Voor lokale vluchten van zwanen werd ook een uitwijkpercentage van ongeveer 80-90% vastgesteld bij een windpark in het binnenland (Fijn et al. 2007).

Door de onzekerheid (beperkt aantal studies) werd bij de inschatting van het aantal aanvaringsslachtoffers (zie eerder in deel 3.1.5.) voorlopig aangeraden om in analyses als 'worst-case' scenario voor lokale vliegbewegingen buiten het broedseizoen bij veel soortgroepen zeker ook rekening te houden met een relatief beperkt uitwijkpercentage van ongeveer 50% (Bureau Waardenburg 2005). In bepaalde situaties is mogelijk nog een lager uitwijkpercentage mogelijk, of zelfs helemaal geen uitwijkgedrag. Dit zal het geval kunnen zijn bij lange lijnopstellingen waar lokale trek in geconcentreerde banen tussen nabijgelegen pleister- en rustgebieden plaatsvindt (Prinsen et al. 2004).

Voor de inschatting van verstoring op lokale trekroutes van bijvoorbeeld eenden en ganzen, zal vanuit een 'worst-case' scenario juist moeten uitgegaan worden van een barrière-effect waarbij tot ongeveer 80% of zelfs 90% van de lokale vogels rond het windpark vliegt. Lijnopstellingen (en wellicht ook clusters) kunnen niet alleen bij donkere nachten een barrière vormen tussen rust- en voedselgebieden, maar ook (gedeeltelijk) tijdens heldere nachten (Spaans et al. 1998). De lengte van de lijn en eventuele onderbrekingen (openingen) zullen bepalend zijn voor de betekenis van barrière voor de vogels. Bij korte lijnopstellingen zal het barrière-effect doorgaans beperkt blijven omdat de vogels niet veel hoeven om te vliegen. Bij lange lijnopstellingen kan dit anders liggen als de vogels over grotere afstand moeten omvliegen (Spaans et al. 1998). Zeker bij lokale vaste trekroutes tussen bijvoorbeeld twee belangrijke pleister- of rustgebieden, kan daardoor een zware verstoring optreden in de corridor tussen die gebieden. Om barrièrewerking te minimaliseren moeten windparken daarom zo ontworpen worden dat lange lijnopstellingen voorkomen worden of in bepaalde zones met voldoende grote openingen onderbroken worden (Spaans et al. 1998; Lensink et al. 2004; Dirksen et al. 2007). De bovenstaande bevindingen leiden tot de vraag welke onderbrekingen in lange lijnopstellingen van windturbines noodzakelijk zijn om te voorkomen dat hiermee barrières voor vogels worden gecreëerd. Omwille van diverse factoren, zal het bij geplande windparken echter vaak heel moeilijk zijn om het uitwijkgedrag correct te voorspellen.

Natuurlijk blijft ook het probleem van aanvaring. Bij een belangrijke veel gebruikte trekroute kunnen er ondanks een gedeeltelijk barrière-effect toch nog een relatief groot aantal aanvaringslachtoffers vallen, afhankelijk van diverse factoren zoals de soorten, de configuratie van de turbines, en verschillende omgevingsfactoren.

3.3 Vleermuizen

Recent onderzoek heeft uitgewezen dat windturbines in sommige omstandigheden ook een belangrijk probleem kunnen veroorzaken voor vleermuizen (Ahlén 2003; Arnett et al. 2005; Hötcker et al. 2006; Hötcker 2006; Kunz et al. 2007a, Dürr 2007). Vooral boomrijke bergheellingen en andere bosrijke gebieden lijken risicolocaties te vormen. Naast een mogelijke verstoring in het jachtgebied en op de trekroutes, is er vooral een aanvaringskans voor lokale en doortrekkende vleermuizen. In diverse studies werden de grootste aantallen slachtoffers gevonden in de late zomer en het najaar (Rodrigues et al. 2008). Onze inlandse vleermuizen vliegen in normale omstandigheden niet (veel) hoger dan ongeveer 40m (Palmans 2006), maar er zijn uitzonderingen (zie verder).

In 2005 werd een uitvoerig rapport gepubliceerd met de resultaten van een pilootstudie bij windparken in West-Virginia (Mountaineer) en Pennsylvania (Meyersdale) in de VS (Arnett et al. 2005). De 2 windparken tellen samen 64 windturbines. Tijdens het najaar van 2004 (6 weken) werden bij systematische dagelijkse controles 660 vleermuizen als aanvaringslachtoffer gevonden. Met de noodzakelijke correctiefactoren voor predatie en zoek efficiëntie komt het totaal aantal slachtoffers daar uit op ongeveer 2580 vleermuizen (45 per turbine op 6 weken voor Mountaineer, en 30 per turbine op 6 weken voor Meyersdale). Ook in Duitsland zijn bij diverse onderzochte windparken sinds 1998 al tot 525 vleermuizen als aanvaringslachtoffer vastgesteld, zonder rekening te houden met noodzakelijke correctiefactoren (Dürr 2007). Bij 5 Spaanse windparken in Navarra (368 turbines) werd het aantal gesneuvelde vleermuizen na berekening geschat op ongeveer 650 (Lekuona 2001). Ondertussen zijn al heel wat meer studies over vleermuizen gepubliceerd. Een vergelijking van de studies wijst erop dat in risicogebieden met windturbines relatief grote aantallen vleermuizen als slachtoffer worden gevonden telkens als men een gericht onderzoek daarop gaat uitvoeren (met o.a. dagelijks zoeken naar slachtoffers).

In sommige gebieden kunnen de aantallen slachtoffers onder vleermuizen zelfs hoger oplopen dan vogels. Een meta-analyse van 34 studies in windparken geeft een gemiddelde van 0 tot 134 slachtoffers per turbine per jaar (Hötcker 2006). Er werd ook een statistisch significante relatie gevonden tussen het aantal vleermuizen en de hoogte van de turbinemast, rotordiameter en totale windturbinehoogte. Als men echter in rekening neemt dat windturbines in bossen meer slachtoffers veroorzaken, verdwijnt het effect van turbinehoogte (Hötcker 2006). Een significant verschil was aanwezig tussen windparken in of nabij bossen en windparken in andere gebieden.

In een analyse van de resultaten bij kleine en grote turbines in Noord-Amerika, werd vastgesteld dat de diameter van de wieken (rotors) geen invloed had op het aantal slachtoffers per turbine van vleermuizen, maar bij hogere masten werden toch meer slachtoffers gevonden (Barclay et al. 2007).

Er zijn diverse mogelijke oorzaken van aanvaringen bij vleermuizen. Rond bepaalde relatief warme onderdelen van een werkende windturbine zoals de generator en de wieken, zijn soms concentraties van insecten aanwezig (eventuele lichtbepaling kan daarin een bijkomende rol spelen). Er werd vastgesteld dat zowel lokale als doortrekkende vleermuizen door dit plaatselijke voedselaanbod kunnen aangetrokken worden en bijgevolg in aanvaring kunnen komen met de wieken. Trekkende vleermuizen schakelen mogelijk ook (met tussenpozen) hun echolocatie (sonar) uit om energie te sparen (Ahlén 2003), waardoor er een groter gevaar is op aanvaringen. Door de ronddraaiende bewegingen van de wieken blijken sommige windturbines ook ultrasone geluidsgolven te produceren in een frequentiebereik van ongeveer 15-35 kHz. Aangezien de frequenties van de uitgezonden echolocatiesignalen van enkele soorten vleermuizen zich in hetzelfde bereik bevinden, kan men zich voorstellen dat de echolocatie van vleermuizen door de ultrasone golven van turbines akoestisch kan gestoord worden. Dit kan resulteren in zowel het mijden van de omgeving alsook juist dichterbij komen. Experimenten met infrarood camera's tonen inderdaad dat vleermuizen vaak opmerkelijk dicht (en gevaarlijk) bij de draaiende wieken rondvliegen (Ahlén 2003, Kunz et al. 2007b, Horn et al. 2008).

Vleermuizen blijken ook erg gevoelig voor de grillige luchtdrukwisselingen die aan de uiteinden en achterzijde van de wieken van windturbines optreden. Die richten gemakkelijk fatale schade aan in hun longen. Dit is aannemelijk geworden na onderzoek aan bijna tweehonderd vleermuizen die dood werden aangetroffen in een Canadees windpark (Baerwald et al. 2008). In het betreffende windpark (39 turbines van elk 1,8 MW) werden in de periode 15 juli tot 30 september 2007, in totaal 188 verse kadavers van vleermuizen verzameld. Ze bestonden in hoofdzaak uit de Noord-Amerikaanse soorten *Lasiurus cinereus* en *Lasionycteris noctivagans*. De dieren waren kennelijk het slachtoffer geworden van de turbines, maar nog niet de helft had uitwendige verwondingen. Wel bleken bijna alle dieren (90%) bij autopsie inwendige bloedingen te hebben. Vooral de schade aan de longen, zoals die ook bij microscopisch weefselonderzoek werd geconstateerd, was opvallend. In een aantal gevallen was de verwonding onmiskenbaar het gevolg van plotselinge drukverlaging. De longen van zoogdieren, en dus ook vleermuizen, zijn gevoeliger voor snelle luchtdrukverandering dan die van vogels. Achter de snel draaiende turbinewieken kan de omgevingsluchtdruk met wel 5 tot 10 procent terugvallen. In 1985 is aangetoond dat bruine ratten hierdoor kunnen overlijden.

Vleermuizen zijn dankzij hun echolocatie normaal uitstekend in staat vaste objecten in het donker te vermijden. Het probleem bij draaiende wieken is echter, dat vleermuizen een wiek naar een bepaalde richting ontwijken maar dan in aanvaring komen met één van de twee andere wieken. Veel vleermuizen trekken ook op relatief grote hoogte over zee langs de kust. Daar kunnen ze gemakkelijk slachtoffer worden van de turbineparken die er staan. In het binnenland werden voorlopig de meeste slachtoffers gevonden in bossen en op boomrijke berghellingen (zowel plaatselijke als doortrekkende vleermuizen). In Vlaanderen is er heel weinig informatie over trekroutes van vleermuizen.

4 Belangrijke onderzoeksprioriteiten

Ondanks de onderzoeksresultaten van de afgelopen jaren, is er nog een groot gebrek aan kennis inzake de effecten van windturbines op vogels en vleermuizen. Gezien de verdere expansie van windenergie, moet de kennis dringend uitgebreid worden.

4.1 Biologisch

- Het verstoring effect bij zowel pleisterende, broedende als overvliegende vogels bij kleine versus grote windturbines, is nog niet duidelijk. Uit een analyse blijkt dat vooral vogels buiten het broedseizoen meer verstoring ondervinden bij grotere turbines (Hötker 2006), maar meer gegevens zijn noodzakelijk. Een beperkt aantal studies voldoen aan de criteria van perfect onderzoek. Er zijn veel meer studies noodzakelijk waarbij de "voor" en "na" situatie bekeken wordt over meerdere jaren, inclusief met gebruik van één of meerdere controle-gebieden (BACI= "Before-After-Control-Impact" studies). Ook een mogelijk effect op het broedsucces zou nauwkeuriger moeten onderzocht worden.
- Het onderzoek naar aanvaring van vogels en vleermuizen bij kleine versus grote turbines, heeft ook een hoge prioriteit. De huidige studies geven hierover geen uitsluitel. Er zijn ook nog te weinig studies waarbij de aantallen gevonden slachtoffers werden gecorrigeerd door de noodzakelijke correctiefactoren zoals beschikbaar zoekoppervlak, zoekefficiëntie en predatie.
- Studies waarbij de aanvaringskans en de mate van uitwijken (barrière-effect) wordt berekend, zijn van heel groot belang, o.a. voor in de modellen ('Collision Risk Models') waarbij het aantal aanvaringssslachtoffers wordt geschat bij geplande windparken.
- Er is nog steeds een gebrek aan lange-termijn studies, zowel naar aanvaring als verstoring, en de (cumulatieve) effecten op lokale, regionale of internationale populaties.
- Er is een groot gebrek aan kwantitatieve gegevens inzake de cumulatieve effecten van verschillende grote windparken. Zeker door de snelle toename van plannen op zee, moet dit aspect dringend nauwkeurig onderzocht en geëvalueerd worden.

4.2 Methodologisch

- Er is dringend nood aan de verdere ontwikkeling en het uittesten van bestaande en nieuwe methodes voor de opmeting van het aantal aanvaringssslachtoffers. Ook hoe de bijkomende impact (verstoring en aanvaring) van windturbines op lange termijn kan worden berekend, bovenop andere factoren.
- Een gedetailleerde aanpak is nodig om de fysische en ecologische voetafdruk op verschillende niveau's te bepalen: van één enkere turbine, een windpark, en verschillende windparken samen op grote schaal.
- De ontwikkeling van een goede methode om de cumulatieve effecten van windturbines op trekvogels te bepalen.
- De ontwikkeling en test van mitigerende maatregelen om de negatieve effecten van bestaande en geplande windparken te beperken, zowel bij het aanvaringsaspect als verstoringsaspect.

4.3 Technisch

- Er is dringend nood aan verdere ontwikkeling en uittesten van systemen om aanvaringssslachtoffers automatisch te detecteren (zie 3.1.2), zeker voor de geplande offshore windparken.

5 Aanbevelingen

5.1 Algemeen

Algemeen kan worden gesteld dat de onderzoeksresultaten in het binnen- en buitenland tot de aanbeveling leiden om nieuwe windturbineparken niet nabij belangrijke broed-, pleister-, rust- en doortrekgebieden van vogels en vleermuizen te plaatsen (Langston & Pullan 2003; Hötker et al. 2006). Hoewel de mogelijke impact bij geplande windturbinelocaties steeds moet worden onderzocht, kan er in een niet onbelangrijk aantal gevallen een gebrek zijn aan gegevens om een betrouwbare impact-analyse te maken. Zeker in geval van beschermde natuurgebieden met een hoge waarde aan vogels en/of vleermuizen, en gebieden die voldoen aan de criteria om beschermd te worden, moet daarom het voorzorgsprincipe gelden. De centrale doelstelling van dergelijke gebieden is het behoud van natuur, zonder bijkomende versturende elementen. Het voorzorgsprincipe kan toegepast worden als er op basis van de beschikbare gegevens duidelijke indicaties zijn van een mogelijk belangrijke impact.

Ondanks alle studies en eventuele mogelijke mitigerende maatregelen, is de locatiekeuze ("macro-siting": zie verder in 5.2.1) nog steeds de belangrijkste methode om de impact te beperken. Dit moet dan ook de eerste fase zijn bij het zoeken naar nieuwe windturbinelocaties.

De aanbevelingen van Birdlife (Birdlife International 2005) en deze beschreven in Langston & Pullan (2003) en Hötker et al. (2006) geven een goed beeld van deze visie.

- het vrijwaren van belangrijke gebieden voor beschermde en gevoelige vogels en vleermuizen, zoals speciale beschermingszones (Vogelrichtlijngebieden), gebieden die voldoen aan de criteria om als speciale beschermingszone te worden afgebakend, en andere beschermde gebieden zoals natuureservaten.

- het vrijwaren van belangrijke lokale en seizoenale trekroutes.

Een strategische planning op regionaal, nationaal of zelfs internationaal (offshore) niveau is zeker noodzakelijk. Op basis van informatie zoals het windaanbod, bewoning, beschermde en andere gevoelige gebieden, trekroutes enz. kan men dan komen tot een aantal geselecteerde potentiële locaties voor windparken.

Afhankelijk van de functie van het gebied (bv. industriegebied vs. open onaangetast gebied), het belang voor fauna, en mogelijke alternatieven, kan alsnog geopteerd worden voor een andere methode zoals een aanpassing van de configuratie van het windpark ("micro-siting": zie 5.2.2.) en overige mitigerende of compenserende maatregelen (zie 5.3. en 5.4).

Bij het onderzoek naar effecten van geplande windparken (Milieueffectenrapporten, Passende Beoordelingen, Milieunota's, Localisatienota's) moeten potentieel belangrijke effecten goed afgewogen worden met eventuele alternatieven (andere locatie, andere opstelling, e.a.). Een goede aanpak tijdens de ontwikkelingsfase van windturbineprojecten betekent overleg en openheid naar de belangengroepen. Een locatiebeoordeling en risico-analyse moeten goed op voorhand worden uitgevoerd, met zonodig aanvullend veldonderzoek. Meningsverschillen moeten op basis van feiten worden besproken en beoordeeld. Het inschatten van de negatieve gevolgen wordt bemoeilijkt door de grote verschillen tussen locaties en tussen vogelsoorten. In veel gevallen zullen enkel studies verricht op de vestigingsplaats of directe omgeving kunnen inschatten wat de effecten zullen zijn op de plaatselijke en doortrekkende fauna. Hierbij dient nagegaan te worden of er sprake kan zijn van biotoopverlies of verstoring van trekroutes. Aan de hand van in de literatuur beschreven aanvaringskansen per soort of soortgroep kan in combinatie met de gegevens van het aantal overvliegende vogels een schatting gemaakt worden van het aantal te verwachten aanvaringslachtoffers. Het inschatten van aantal aanvaringslachtoffers onder vleermuizen blijft een nog moeilijker materie.

Er is op diverse vlakken nog een groot gebrek aan kennis inzake de effecten van windturbines op vogels en vleermuizen (zie deel 4). Gezien de verdere expansie van windenergie, moet de kennis dringend uitgebreid worden.

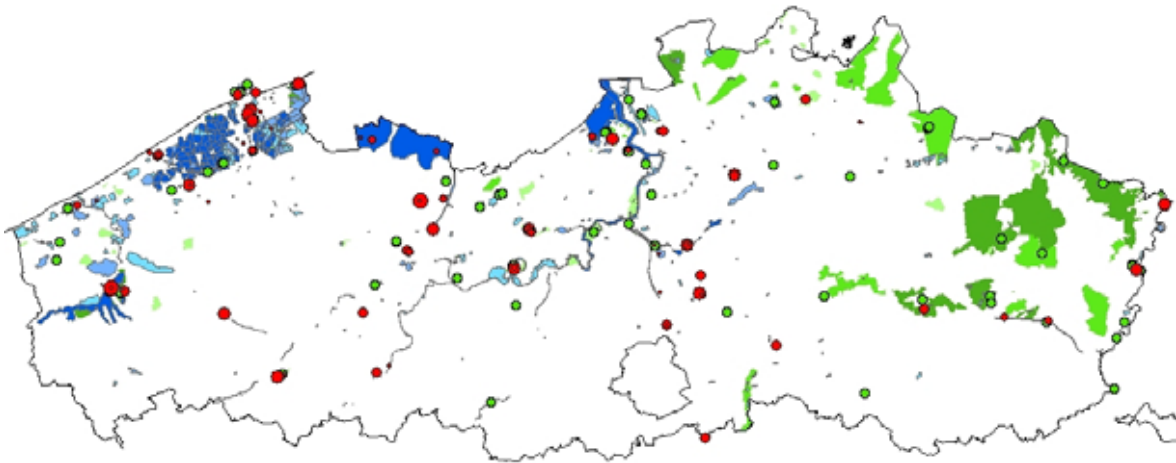
5.2 Ruimtelijke aanbevelingen voor nieuwe windpark locaties

5.2.1 "Macro siting" = Strategische planning voor grote gebieden

5.2.1.1 Vlaams niveau

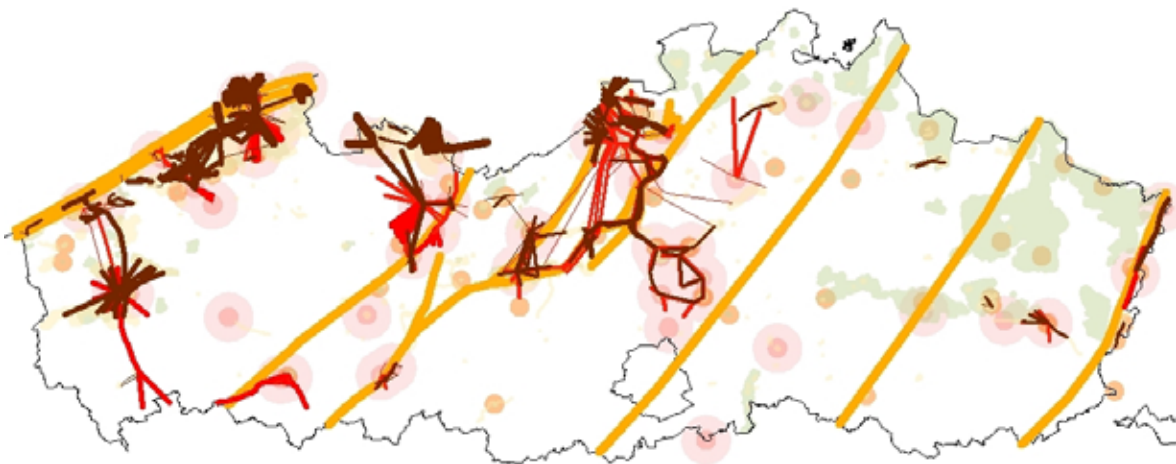
Het "Windplan Vlaanderen", opgemaakt door de Organisatie Duurzame Energie Vlaanderen en de Vrije Universiteit Brussel (VUB & ODE-Vlaanderen 2001, zie Inleiding), bevat grafische informatie omtrent de ruimtelijke en windtechnische haalbaarheid van geplande windparken.

Ook de "Vogelatlas" van het INBO (Figuren 135 en 136) is een nuttig beleidsondersteunend instrument om een beeld te krijgen van de potentieel problematische gebieden (interpretatie van de atlas, zie Everaert et al. 2003). Een geplande update van de Vogelatlas (zie Inleiding) zal nieuwe informatie kunnen toevoegen, zoals de data uit de Vlaamse broedvogelatlas (Vermeersch et al. 2004). In figuur 137 zijn bijvoorbeeld de huidig gekende belangrijke weidevogelgebieden weergegeven (interne gegevens INBO, advies aan de Vlaamse Landmaatschappij, grotendeels gebaseerd op informatie uit de Vlaamse Broedvogelatlas). Er is echter vanuit de overheid op basis van het "Windplan" en de "Vogelatlas", nooit een strategisch plan en/of beleidsvisie opgemaakt van potentiële zones voor windparken in Vlaanderen. Dit is nu wel gedeeltelijk het geval op provinciaal niveau (zie verder).



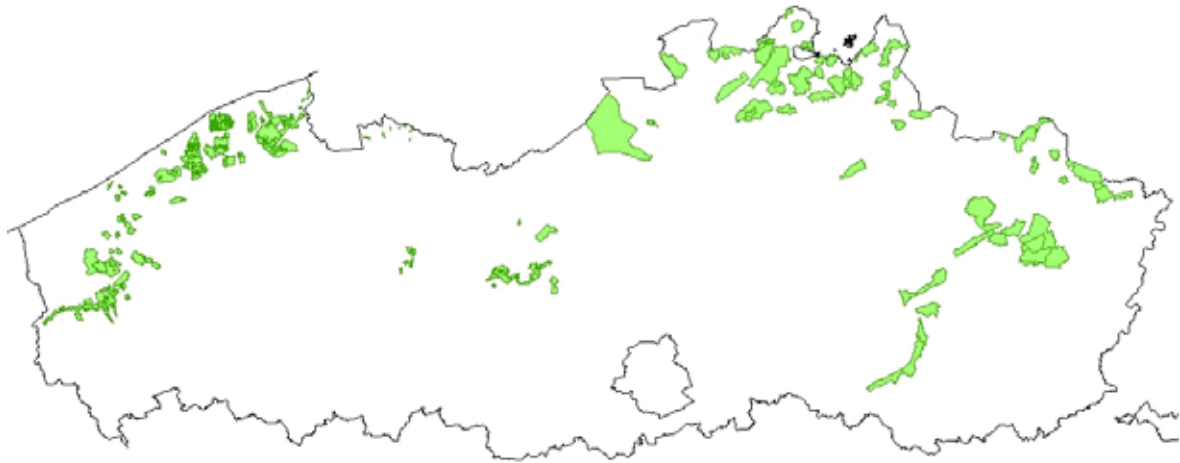
Figuur 135 Beleidsondersteunende Vogelatlas INBO. Pleister- en broedgebieden, broedkolonies en slaapplekken. Meer info, zie Everaert et al. (2003).

Figure 135 Bird-atlas for policy-support in Flanders. Important breeding and foraging/resting areas.



Figuur 136 Beleidsondersteunende Vogelatlas INBO. Gekende lokale en seizoenale trekroutes. Meer info, zie Everaert et al. (2003).

Figure 136 Bird-atlas for policy-support in Flanders. Known local and seasonal migration routes.



Figuur 137 Belangrijke weidevogelgebieden in Vlaanderen (INBO advies).

Figure 137 Important breeding areas of meadow birds in Flanders.

5.2.1.2 Provinciaal niveau

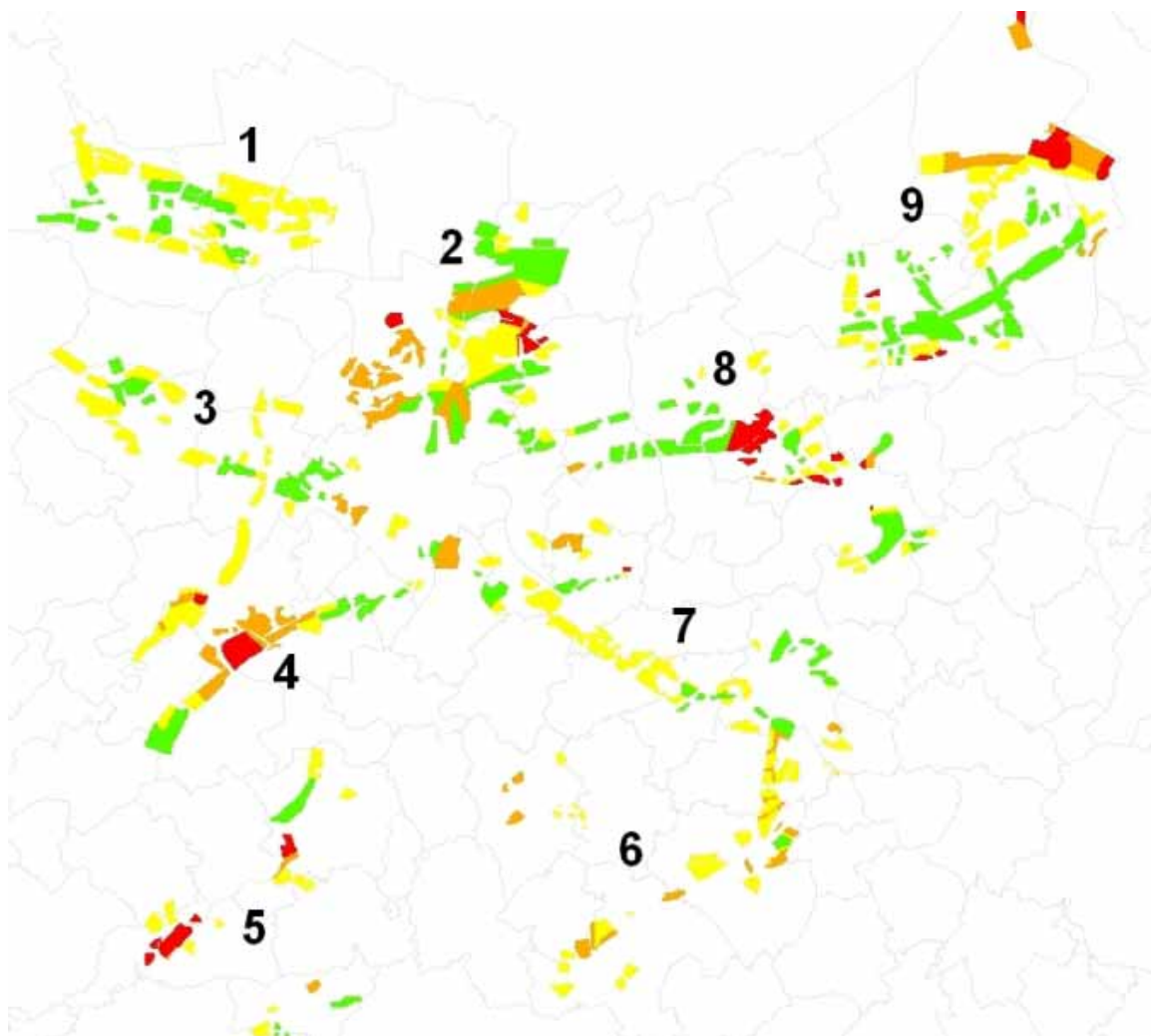
Door het nemen van provinciale planningsinitiatieven voor windparken, willen de provincies West- en Oost-Vlaanderen momenteel een aanbodbeleid voeren dat ervoor moet zorgen dat windturbines zoveel mogelijk worden gebundeld op ruimtelijk verantwoorde locaties. Dit resulteerde in provinciale beleidsvisies (zie verder). Andere provincies zullen wellicht volgen (zeker al Antwerpen). Deze beleidsdocumenten hebben tot doel om prioriteiten te bepalen omtrent het nemen van planningsinitiatieven voor grootschalige windturbineparken en deze te onderbouwen vanuit een ruimere context. Het zijn dus geen sluitende toetskaders om aanvragen voor de inplanting van windturbines af te wegen. Dit laatste gebeurt door de bevoegde vergunningverlenende instanties aan de hand van de vigerende regelgeving.

-Beleidsvisie West-Vlaanderen

In april 2008 werd de provinciale ruimtelijke beleidsvisie 'Ruimte voor windturbineparken in West-Vlaanderen' door de deputatie goedgekeurd (Provincie West-Vlaanderen 2008). Op basis van ruimtelijke afwegingscriteria uit het Provinciaal Ruimtelijk Structuurplan West-Vlaanderen, zijn prioritaire zoekzones aangeduid voor windturbineparken. Deze ruime zoekzones dienen vervolgens nog verder verfijnd te worden om te komen tot concrete inplantingslocaties. Deze verfijning zal ofwel vanuit een losstaand planproces gebeuren, ofwel gekoppeld aan een lopend planproces, zoals bvb. de afbakening van een stedelijk gebied. Tijdens de verdere verfijning van de zoekzones, zal de mogelijke impact op fauna en natuur in het algemeen, nader onderzocht worden.

-Beleidsvisie Oost-Vlaanderen

In april 2008 werd het voorontwerp van 'Provinciaal Beleidskader Windturbines' door de deputatie goedgekeurd (Provincie Oost-Vlaanderen 2008). Na de noodzakelijke adviesprocedure en verdere uitwerking, zal het plan in 2009 geïntegreerd worden in het Provinciaal Ruimtelijk Structuurplan. Net zoals voor West-Vlaanderen, werden op basis van ruimtelijke afwegingscriteria verschillende zoekzones aangeduid voor windturbineparken. Een verdere verfijning (met noodzakelijk onderzoek) is noodzakelijk. In dit kader werd ook advies gevraagd aan het INBO. De voorlopige zoekzones (2-de fase) werden onderworpen aan een richtinggevendende globale ornithologische analyse (3-de fase) waarbij een gradatie werd toegekend aan alle zones, gaande van "waarschijnlijk weinig effect/geen of weinig zandvoorwaarden" tot "zeker effect/niet aangeraden, of randvoorwaarden" (Figuur 138, meer info: zie Everaert 2008a). Op die manier kan verder gezocht worden naar goede inplantingslocaties die zo weinig mogelijk (aanvaardbare) negatieve impact zullen veroorzaken op de natuur.



Zoekzones - derde fase: vogels

- waarschijnlijk weinig effect / geen of weinig randvoorwaarden
- nader onderzoek / mogelijke randvoorwaarden
- potentieel effect / randvoorwaarden
- zeker effect / niet aangeraden, of randvoorwaarden

Figuur 138 Zoekzones voor windturbines in Oost-Vlaanderen: derde fase met globale afweging van elke tweede fase zone voor het aspect avifauna. Meer info, zie Everaert (2008a).

Figure 138 Search areas for wind farms in the province East-Flanders, with global assesment for impact on birds.

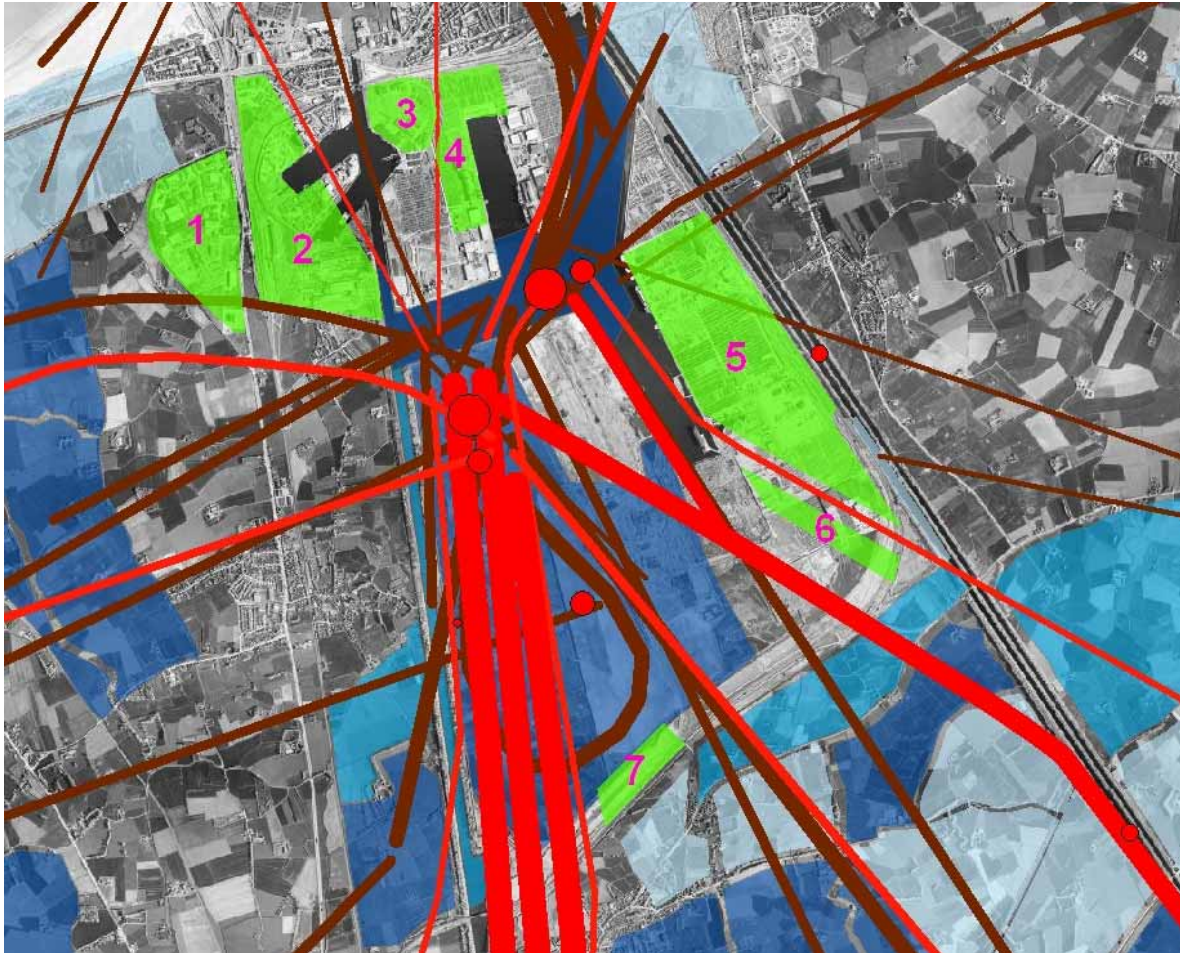
5.2.1.3 Lokaal niveau – enkele voorbeelden

-Industriegebied Zeebrugge

Een groot gedeelte van de voor- en achterhaven van Zeebrugge kan momenteel aanzien worden als één van de belangrijkste vogelgebieden in Vlaanderen. Verschillende gebieden hebben er een officiële bescherming, maar ook in de andere nationaal tot internationaal belangrijke gebieden gelden belangrijke richtlijnen. Bij het zoeken naar geschikte nieuwe locaties voor windturbines, dient derhalve goed rekening gehouden te worden met de richtlijnen uit o.a. de Omzendbrief EME/2006/01-RO/2006/02 en internationale richtlijnen. In toepassing van diverse richtlijnen (o.m. ook 'voorzorgsprincipe' en 'algemene natuurtoets' van het Decreet Natuurbehoud), werd geadviseerd om geen windturbines te plaatsen in de zones waar belangrijke (aantallen) vogels aanwezig zijn en/of overvliegen. Alternatieve windturbinelocaties moeten eerst elders onderzocht worden.

Gezien de huidige impact op vooral de sterns maar ook de meeuwen in het windpark aan de oostelijke strekdam in de voorhaven van Zeebrugge, en de geplande situatie na het vervangen van de bestaande turbines, is het op basis van de beschikbare gegevens niet meteen aangeraden om nog windturbines bij te plaatsen in de voorhaven van Zeebrugge. De cumulatieve impact die bijkomende turbines zouden veroorzaken, zal naar verwachting de vooropgestelde "win-win situatie" (beschreven in de Instandhoudingsdoelstellingen van het Vogelrichtlijngebied) terug in het gedrang kunnen brengen. Er moet ook rekening gehouden worden met de internationaal belangrijke broedpopulatie Kleine Mantelmeeuw in de voorhaven. In de toekomst kan wel onderzocht worden of een bijkomende kleine cluster of korte lijn windturbines mogelijk is in het centraal-zuidelijk deel van voorhaven nabij de westelijke strekdam, maar deze mogelijkheid werd nog niet verder in detail onderzocht. Een dergelijke analyse is pas mogelijk na een grondige studie van de vliegbewegingen in de volledige voorhaven, en waarbij kan uitgesloten worden dat er een belangrijke impact kan optreden voor lokale vogels en seizoensale trekvogels.

Binnen het achterhavengebied werden op basis van de beschikbare gegevens enkele zones aangeduid waar minder belangrijke negatieve effecten worden verwacht (relatief gezien) dan in de rest van het achterhavengebied (Figuur 139, meer info in Everaert 2008b). In deze zones worden momenteel relatief weinig effecten verwacht, eventueel mits randvoorwaarden (zie Everaert 2008b). Zeker in de zones 1 tot 6 zijn al op korte termijn mogelijkheden voor bijkomende windturbines.



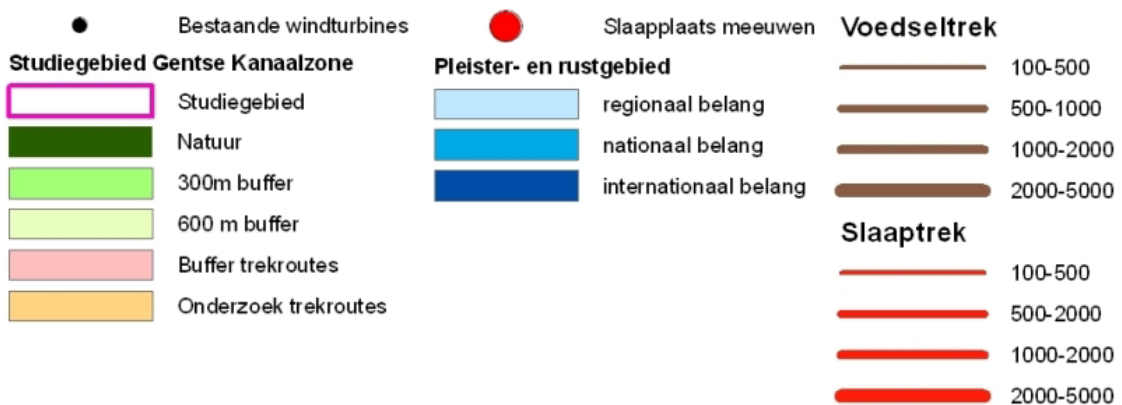
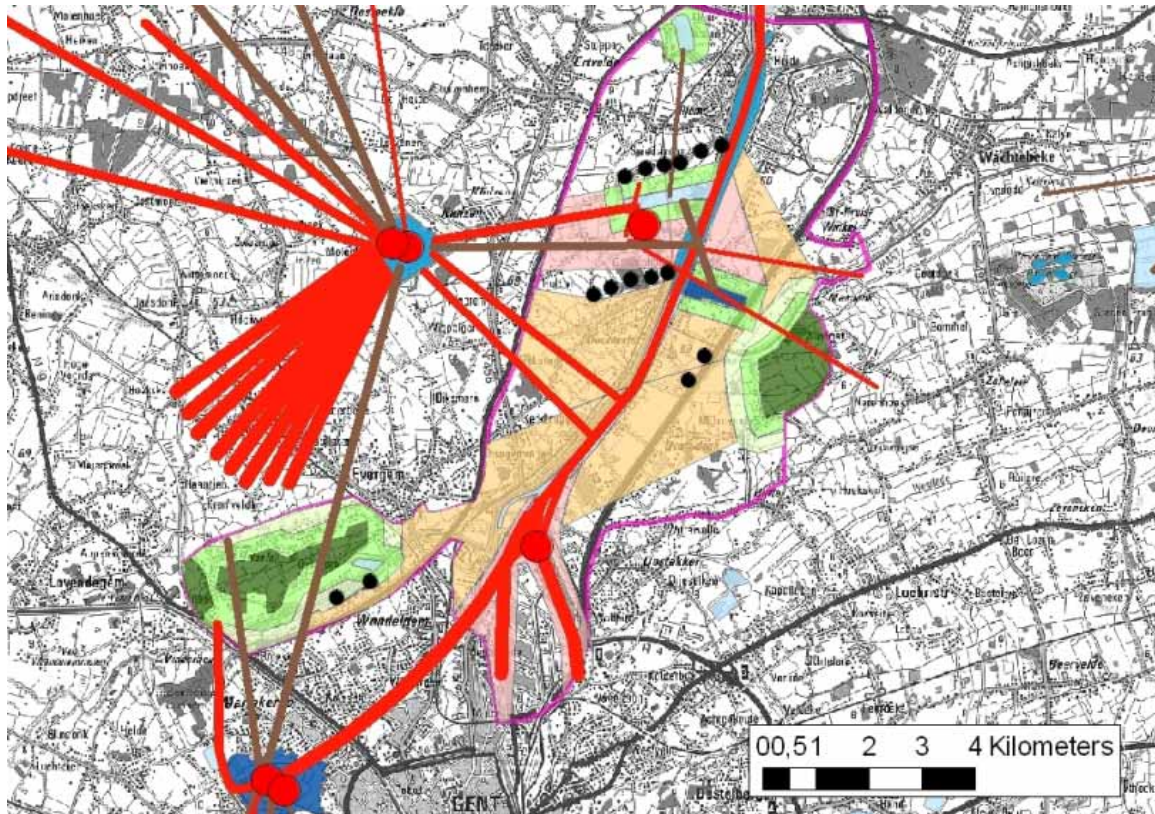
Figuur 139 Groene zones waar volgens de huidige gegevens eventueel windturbines kunnen geplaatst worden in de achterhaven van Zeebrugge (meer info zie Everaert 2008b). Met aanduiding van lokale trekroutes tijdens de winter- en doortrekperiodes, inclusief pleister- en rustgebieden.

Figure 139 Potential areas (green) for wind turbines in Zeebrugge, with visualisation of the local migration routes during autumn-winter-spring, and important foraging and resting areas of birds.

-Industriegebied Gentse Kanaalzone

Voor de inplanting van windturbines in de Gentse Kanaalzone werden reeds diverse adviezen opgemaakt. Momenteel is een windwerkgroep Gentse Kanaalzone (in kader van Strategisch Plan Gentse Kanaalzone) bezig met een update van de mogelijke zones voor windturbines. Hierbij is de toekomstige natuurlijke structuur (nieuw natuurkerngebied) van belang. Mogelijke nieuwe natuurgebieden komen er thv. de Kalevallei, Mendonk, Moervaart/Zuidlede en Moervaart-Noord. De verdere bespreking voor het plaatsen van windturbines in de haven (met uitzondering van meest zuidwestelijk deel langs ringvaart), zal gebeuren in de betreffende regionale windwerkgroep.

Voorlopig uitgesloten zones zijn o.m. zones rondom het Rodenhuizedok en (mogelijke) nieuwe natuurkerngebieden in de haven (vooral omwille van pleisterende en rondvliegende watervogels) en rondom de spaarbekken van Kluzen (grote aantallen meeuwen en eenden). Door de onduidelijkheid inzake de toekomstige situatie van nieuwe natuurkerngebieden, is in verschillende zones nog nader onderzoek noodzakelijk en/of randvoorwaarden (Figuur 140, meer info, zie Everaert 2007b).



Figuur 140 Belangrijke vogelgebieden en lokale trekroutes, inclusief aanduiding van mogelijk toekomstige natuurkerngebieden ("Natuur") met 300 en 600m buffers afhankelijk van de belangrijkheid van het gebied, en nader te onderzoeken risicozones ("onderzoek trekroutes") bij realisatie van de nieuwe natuurkerngebieden.

Figure 140 Local migration routes, important foraging and resting areas of birds, possible new nature areas, and zones where more study is needed to determine if and how wind turbines can be build.

-Industriegebied Rechterscheldeoever

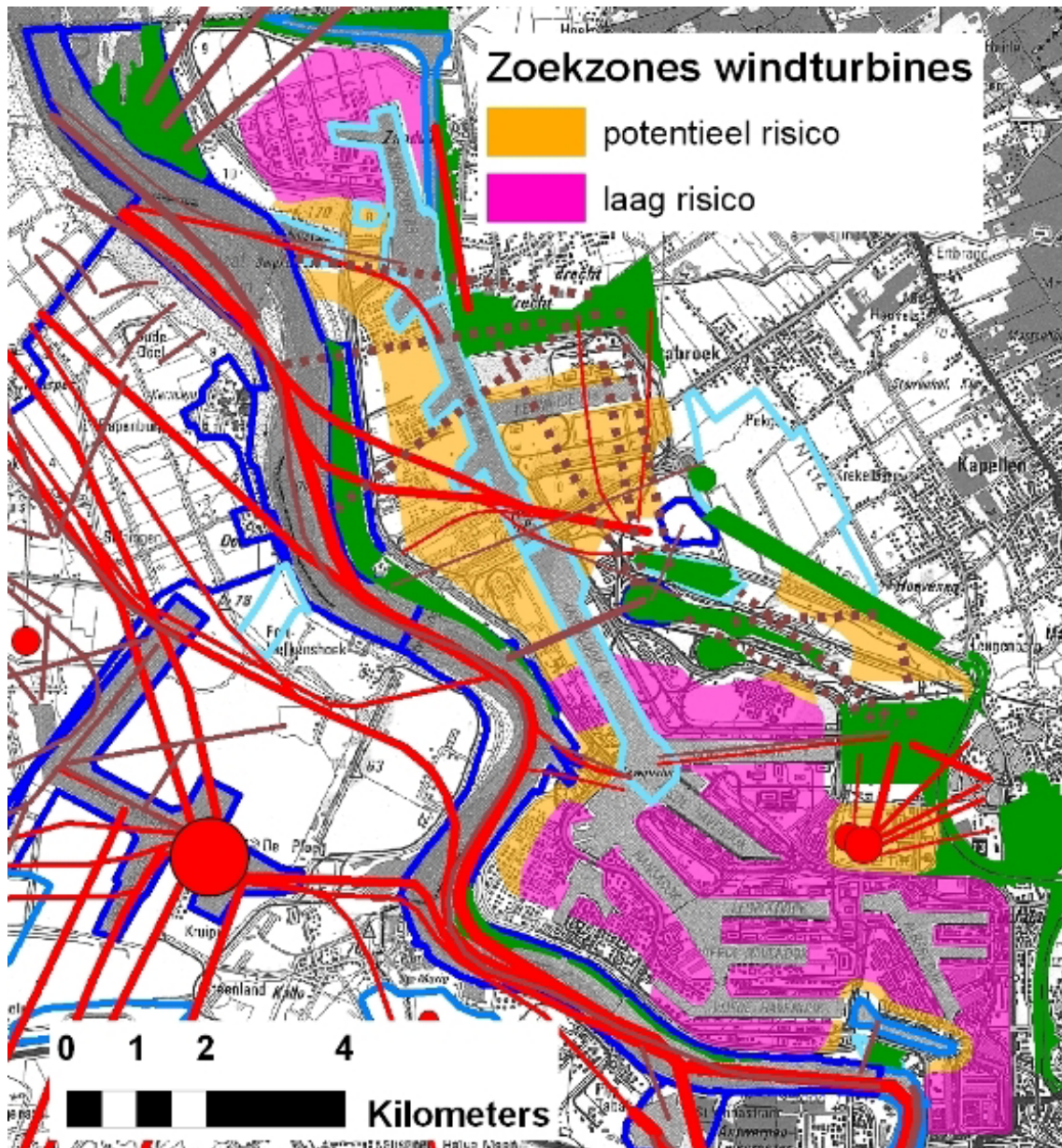
Gezien het internationaal ornithologische belang van heel wat gebieden langs de Schelde, het voorkomen van bepaalde 'tijdelijke' natuurkernen en de permanente gebieden binnen de ecologische infrastructuur (strategisch planningsproces), dient de keuze van windturbinelocaties in het Rechterscheldeoevergebied op een gepaste manier te gebeuren met de nodige afwegingen op basis van de beschikbare gegevens.

Om een goede inschatting te maken van de impact door nieuwe windturbinelocaties, is een totaalbeeld nodig van geplande en toekomstige zones voor windturbines in de haven. Zonder een dergelijk totaalbeeld is het in veel gevallen onmogelijk om zeker voor de risicolocaties een volledige analyse te maken, en dreigt in toepassing van het voorzorgsprincipe een negatief advies opgemaakt te worden voor die risicozones.

Op basis van een grondige analyse (zie Everaert 2006c) worden in figuur 141 zoekzones aangeduid waarin het plaatsen van windturbines eventueel mogelijk is. De zoekzones met een 'laag risico' voor vogels hebben de beste kansen voor het plaatsen van een groot aantal windturbines. In de meeste gevallen kunnen daar windturbines geplaatst worden zonder veel bijkomend onderzoek. In de zones met een 'potentieel risico' kunnen eventueel wel windturbines geplaatst worden, maar deze mogelijkheid zal afhangen van een gedetailleerde analyse, voornamelijk in functie van lokale vogeltrekroutes. In de gebieden met een potentieel risico kan de configuratie van geplande windturbines eventueel aangepast worden in functie van de trekroutes. De blanco zones in de haven zijn voorlopig uitgesloten voor het plaatsen van windturbines, voornamelijk omwille van buffers rondom belangrijke gebieden. Een gedetailleerde analyse voor het 'potentieel risico'-gebied tussen De Kuifeend (midden in de haven) en Berendrecht werd ondertussen ook uitgevoerd (Everaert 2008c, niet weergegeven in dit rapport).

-Industriegebied Linkerscheldeoever

Het beschermde Vogelrichtlijngebied op de Linkerscheldeoever werd in toepassing van de Omzendbrief EME/2006/01 niet opgenomen in de beleidsvisie van de provincie Oost-Vlaanderen. Speciaal en enkel voor Linkeroever zal de planologische onverenigbaarheid (in principe geen windturbines binnen Vogelrichtlijngebied) normaal kunnen opgelost worden door de opmaak van een planningsproces in overleg met alle actoren. Zeker bepaalde industriële zones binnen dit Vogelrichtlijngebied kunnen toch geschikt zijn voor de inplanting van windturbines (eerdere INBO adviezen voor windturbines in dit gebied). Er dient wel goed rekening gehouden te worden met de bestaande en toekomstige natuurgebieden en eventuele zones waarlangs veel lokale vliegbewegingen plaatsvinden (corridors tussen de belangrijke natuurgebieden). Nieuwe plannen voor windturbines in het volledige Linkerscheldeoevergebied moeten in eerste instantie kaderen in een globale visie voor heel het gebied d.m.v. het planningsproces, in overleg met alle betrokken instanties.



Figuur 141. Zoekzones voor windturbines in het rechterscheldeoevergebied te Antwerpen: zones met een laag risico en zones met een potentieel risico op negatieve effecten. De zones aangegeven als "potentieel risico" dienen nader onderzocht te worden.

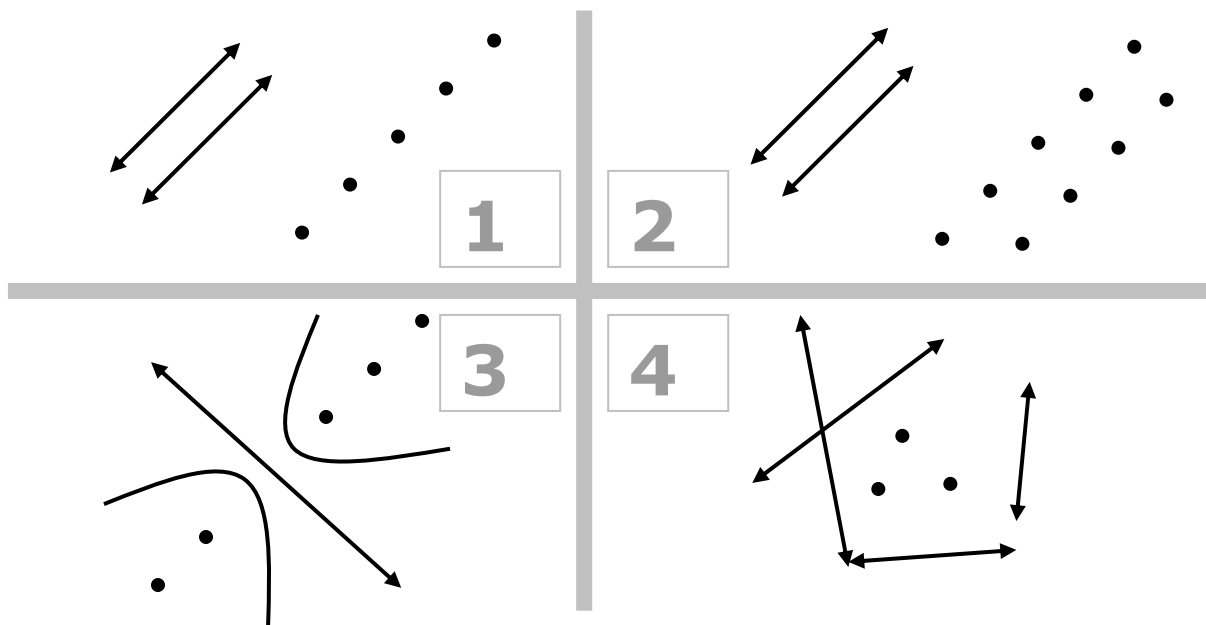
Figure 141. Search areas for wind turbines, with low impact on birds ("laag risico"), and potential impact on birds ("potentieel risico") where more study is needed.

5.2.2 "Micro siting" = aanpassingen op kleine schaal

Naast een zorgvuldig locatiebeleid kunnen ook bepaalde aanpassingen aan de configuratie van windparken zelf de mogelijk negatieve effecten op vogels verkleinen. Dit vergt evenwel een grondig inzicht in de lokale vliegbewegingen en is sterk bepaald door plaatselijke omstandigheden. Het aantal vliegbewegingen, de belangrijkheid van aanwezige en/of doortrekkende soorten, eigenschappen van de omgeving, en mogelijke alternatieve locaties, zullen bepalend zijn of aanpassingen op kleine schaal effectief voldoende kunnen zijn om de impact te beperken. In eerste instantie dient "macro-siting" toegepast te worden (zie 5.2.1). Het is van belang goed te letten op de functie van het gebied voor vogels als broedgebied, pleisterplaats, slaapplek of doortrekgebied, en op grond daarvan de configuratie van het windpark aan te passen. Ook de richting van een cluster t.o.v. overheersende vliegrichtingen, de aanwezigheid van veel achtergrondverlichting en/of obstakels in de omgeving, zijn van belang.

Bij de aanwezigheid van relatief veel vliegbewegingen in verschillende richtingen, zal het bijvoorbeeld in veel gevallen beter zijn om eventuele turbines in kleine clusters te plaatsen, of in korte lijnopstellingen evenwijdig met de belangrijkste vliegroutes. Bij relatief veel vliegbewegingen in één bepaalde richting, zal een cluster naast de vliegroute (op voldoende afstand) of een korte tot middellange lijnopstelling evenwijdig met de vliegroute, in veel gevallen een alternatief kunnen vormen. Heel lange lijnopstellingen zijn eerder af te raden.

Hieronder zijn enkele voorbeelden weergegeven (lijnen = trekroutes, punten = windturbines).



1: meeste vliegbewegingen in 1 richting

2: meeste vliegbewegingen in 1 richting

(vrije vliegruimte blijft aan 1 zijde)

3: vliegbewegingen in alle richtingen

4: vliegbewegingen in alle richtingen

5.3 Overige mitigerende maatregelen

Naast ruimtelijke aspecten (zie 5.2) worden soms andere mogelijke maatregelen voorgesteld om de impact te milderen. Samengevat kan worden gesteld dat verder voorzichtig onderzoek meer duidelijkheid kan brengen voor bepaalde mitigerende maatregelen, maar tegelijkertijd wordt ook aangeraden om maatregelen waarbij de negatieve impact effectief kan vermeden worden (zoals in eerste instantie een goede locatiekeuze: "macro-avoidance"), voorrang te geven boven maatregelen om de impact (nadien) te reduceren (Johnson et al. 2007), zeker in geval van belangrijke gebieden en trekroutes.

5.3.1 Operationaliteit van de windturbines

Gedurende een bepaalde periode van het jaar kunnen windturbines stilgelegd worden, bijvoorbeeld in geval van belangrijke effecten tijdens de broedperiode of seizoenale trek (US Fish and Wildlife Service 2003; Hötker et al. 2006; Everaert & Stienen 2007). Hoewel deze maatregel een verlies aan elektriciteitsproductie tot gevolg heeft, zal dit in sommige gevallen de enige effectieve maatregel zijn om echt belangrijke negatieve effecten na het plaatsen van de windturbines te milderen.

5.3.2 Waarschuwingssignalen

Meerdere auteurs geven ook bepaalde suggesties om waarschuwingssignalen aan te brengen op de turbines. Dit kan gaan van het schilderen van patronen op de wieken, tot het afspelen van geluiden of zelfs uitzenden van gepulste elektromagnetische straling.

-Geluiden kunnen echter in geval van aanwezige pleisterende, rustende en broedende vogels tot meer verstoring leiden. Dergelijke maatregelen zouden ook gevaarlijk kunnen zijn voor vleermuizen omdat die juist kunnen worden aangetrokken door geluiden (Hötker et al. 2006). Het is voorlopig onduidelijk of dit een goede maatregel kan zijn in bepaalde omstandigheden.

-Diverse studies wijzen erop dat blootstelling van vogels aan elektromagnetische straling directe of indirecte veranderingen veroorzaakt in het gedrag, broedsucces, groei en ontwikkeling, fysiologie, endocrinologie en oxidatieve stress (meer info, zie Everaert & Bauwens 2007). De effecten zijn niet altijd in dezelfde richting, maar biologische effecten zijn meermaals beschreven. Vooral gepulste straling (zoals van GSM, radar, e.a.) zou biologisch de meeste impact kunnen hebben op organismen. Bij vleermuizen werd ook mogelijk ontwijkgedrag vastgesteld rond radars (Nicholls & Racey 2007). Het uitzenden van elektromagnetische straling werd gesuggereerd als een potentieel mitigerende maatregel om vogels en vleermuizen op afstand te houden (Kreithen 1996; Johnson et al. 2007; Nicolls & Racey 2007), maar omwille van de waarschijnlijke negatieve impact (biologische effecten, niet alleen 'gewone' effecten op gedrag) is deze techniek niet aan te raden. Bovendien zijn er ook duidelijke indicaties dat (gepulste) elektromagnetische straling negatieve effecten veroorzaakt op mensen en andere organismen, inclusief aantasting van DNA, reproductie, celwerking, en een verhoogde kans op kankers (Hyland 2000; Goodman & Blank 2002; Belyaev 2005; De Salles & Fernandez 2006; ICEMS 2006; Bioinitiative 2007; Warnke 2008; Panagopoulos & Margaritis 2008).

-Het aanbrengen van opvallende patronen op de wieken van windturbines werd als een eventuele (gedeeltelijke) milderende maatregel voorgesteld. Vogels (maar ook bv. mensen) kunnen bewegende objecten (zoals wieken) van dichtbij niet scherp zien. Hoe dichter een vogel de draaiende wieken nadert, hoe minder scherp deze zichtbaar zijn (het zogenaamde "Motion Smear" effect). De afstand waarop dit effect voorkomt, is ongeveer op 20m en minder voor kleine turbines en zelfs al vanaf 50m of minder voor grote turbines (Hötker et al. 2006; Hodos 2003).

In het kader van "anti-motion-smear" onderzoek voor windturbines werd de zichtbaarheid van verschillende patronen en kleuren op bewegende kleinschalige turbines met neuro-fysiologische experimenten in een laboratorium getest op verdoofde vogels (Hodos 2003). Diverse streep patronen op alle wieken, maar ook 1 volledig zwarte wiek en 2 niet gekleurde wieken, werden onderzocht. Een aantal van die patronen verbeterde de zichtbaarheid aanvankelijk, maar bij verhoogde snelheid werden ook deze patronen te onduidelijk. Eén volledig geschilderde zwarte wiek met 2 gewone wieken, kwam nog (relatief gezien) als potentieel beste uit de test (ook boven één geschilderde wiek in een ander kleur). Hoewel de resultaten op het eerste zicht interessant leken, werd gemeld dat resultaten met lagere contrasten (achtergrond van echte

buiten-omstandigheden in tegenstelling tot laboratorium met duidelijke contrasten door egale achtergrond) minder goed zullen uitkomen. Ook het verschil tussen een verdoofde vogel en een vliegende actieve vogel zal belangrijk zijn. Hodos (2003) kon derhalve geen conclusies trekken en adviseerde om veldexperimenten op te starten. Zo'n veldtest werd uitgevoerd in het windpark Altamont Pass (Californië). De resultaten waren niet veelbelovend. Er kon geen bewijs gevonden worden dat de turbines met beschilderde wieken (1 wiek volledig geschilderd of alle wieken met bepaalde patronen) minder slachtoffers veroorzaken. Er werden bij de behandelde turbines zelfs iets meer slachtoffers gevonden (Smallwood & Thelander 2004). In 2006 werd een ander onderzoek opgestart in Altamont Pass, waarbij 1 wiek zwart werd geschilderd. Het experiment heeft echter heel wat methodologische problemen en resultaten zijn voorlopig uitgebleven (Smallwood 2008).

-Het verlichten van de windturbines zelf wordt ten sterkste afgeraden (tenzij het niet anders kan omwille van de veiligheid). Bij slecht zicht kunnen veel vogels aangetrokken worden door verlichte objecten, met een hoog aanvaringsrisico tot gevolg (Johnson et al. 2007). Ook de lichtbebakening die omwille van de veiligheid soms verplicht is op windturbines, kan wellicht meer aanvarings-slachtoffers veroorzaken. Meer informatie en enkele aanbevelingen daarover staan weergegeven op het einde van deel 3.1.4.

5.3.3 Inrichting van de omgeving

De ondergrond in de directe nabijheid van windturbines, kan op een bepaalde manier worden ingericht zodat bijvoorbeeld geen roofvogels worden aangetrokken door vrijgemaakte percelen waar ze gemakkelijk kunnen jagen. In Duitsland zijn er indicaties dat de kans op aanvaring gedeeltelijk kan verminderd worden door tijdens het broedseizoen in de omgeving van windturbines geen graan te oogsten (Hötker 2008). Ook afsluitingen kunnen aantrekkelijk zijn als uitkijkpunt voor roofvogels. De aanwezigheid van steunkabels voor andere constructies, en bestaande hoogspanningslijnen, kunnen ook zorgen voor een verhoogde kans op negatieve effecten. Het plaatsen van windturbines in grote boscomplexen of vlak aan de rand ervan, kan ook problematisch zijn omdat vleermuizen de rand van bossen en andere opvallende structuren (dijken, houtwallen) gebruiken als foerageergebied. Het vrijmaken van grote stroken bos voor de plaatsing van windturbines in bosgebied zal ook dergelijke risicozones doen ontstaan (Rodrigues et al. 2008).

5.4 Compenserende maatregelen

Zowel in de voorfase als vergunningsfase van de plannen voor nieuwe windparken, kunnen eventueel compenserende maatregelen worden voorgesteld. Hierbij is het echter belangrijk te weten dat er inzake mogelijke effecten op een Natura 2000 'speciale beschermingszone' (=Vogel- en Habitatrichtlijngebied), de procedure voor eventuele compenserende maatregelen pas na het onderzoek van alternatieven kan toegepast worden, en indien er kan aangetoond worden dat het project van algemeen groot belang is (Europese Commissie 2000). Algemeen kan gesteld worden dat in eerste instantie een goede locatiekeuze met beperkte impact van het windpark belangrijk is.

De procedure voor gebieden die niet-officieel zijn afgebakend als Vogelrichtlijngebied, maar die wel voldoen aan de criteria om als dusdanig te worden afgebakend (o.a. het 1% criterium), is verschillend. Sinds 1992 is voor de officiële Vogelrichtlijngebieden het artikel 4, lid 4, eerste zin, van de Vogelrichtlijn (Richtlijn 79/409/EEG) vervangen door het artikel 6, leden 2, 3 en 4 van de Habitatrichtlijn (Richtlijn 92/43/EEG) (Europese Commissie 2000). In de LIN 2002/9 Dienstorder (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap 2002) wordt op basis van de rechtspraak van het Europese Hof van Justitie vermeld dat "de niet als Vogelrichtlijngebied aangewezen gebieden, die echter wel hiervoor in aanmerking komen, blijven vallen onder het regime van artikel 4, lid 4 eerste zin, van de Vogelrichtlijn". Artikel 4.4 van de Richtlijn 79/409/EEG is veel strenger dan artikel 6 van de Richtlijn 92/43/EEG en verbiedt elk werk of ontwikkeling dat negatieve gevolgen kan hebben, terwijl artikel 6 ontwikkeling toelaat indien dwingend en hoog maatschappelijk belang kan aangetoond worden (waarbij dan compensaties moeten genomen worden, zie boven). Het Europese Hof stond erop dat enkel artikel 4.4 voor dergelijke gebieden kon gelden en argumenteerde haar vonnis door te stellen dat dit de enige manier is om te voorkomen dat Lidstaten gebieden niet zouden aanduiden als speciale beschermingszones met het oog om deze toch zondermeer te kunnen ontwikkelen (Hof van Justitie 2000). Bemerkt dat gebieden die na de implementatiedatum (7 april 1981) van de Vogelrichtlijn zijn ontstaan, uiteraard ook onder het strenge regime van artikel 4.4 vallen (Kremlis 2003; Van Renterghem 2003). Dit betekent dat projecten van sociale of economische aard (zoals windparken) met een mogelijk belangrijke impact op deze gebieden geen doorgang kunnen vinden, zelfs al dienen die om een dwingende reden van groot openbaar belang gerealiseerd te worden. Het artikel 4, lid 4 laat enkel een afwijking toe voor projecten van algemeen belang van hogere orde, zoals de veiligheid van de bevolking (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap 2002).

Het Europese Hof van Justitie heeft ook verduidelijkt dat een lidstaat bij de keuze en afbakening van een speciale beschermingszone geen rekening mag houden met de in artikel 2 genoemde economische eisen. Zuiver ornithologische criteria beslissen aldus of een gebied moet aangeduid worden (Hof van Justitie 2000 ; Van Hoorick 2001).

Bijlage 2. Aanvaringssslachtoffers bij de onderzochte windparken in 2002.
 Addendum 2. Idem as Add.1, for 2002.

A: gevonden aanvaringssslachtoffers in 2002		Boudewijnkanaal, Brugge 14 turbines (600 kW)	Oostdam, Zeebrugge 23 turbines (200/400/600 kW)	Centrale, Schelle 3 turbines (1500 kW)	Totaal 40 turbines
<i>Alcedo chinera</i>	Blauwe Reiger	Grey Heron			1
<i>Anser a. domestica</i>	Boerengaas	Goose (domestic)			1
<i>Anas platyrhynchos</i>	Wilde Eend	Mallard		2	10
<i>Larus ridibundus</i>	Kokmeeuw	Black-headed Gull	1		48
<i>Larus argentatus</i>	Zilvermeeuw	Herring Gull	97	34	131
<i>Larus fuscus</i>	Grote Mantelmeeuw	Lesser Black-backed Gull	25	10	35
<i>Larus marinus</i>	Grote Mantelmeeuw	Great Black-backed Gull		5	5
<i>Larus canus</i>	Stormmeeuw	Common Gull	3		3
<i>Sterna hirsundo</i>	Visdief	Common Tern	1	4	5
<i>Sterna albfrons</i>	Dwergster	Little Tern		2	2
<i>Falco tinunculus</i>	Torenvalk	Kestrel	2		2
<i>Falco peregrinus</i>	Slechtvalk	Peregrine			1
<i>Tringa totanus</i>	Tureluur	Redshank	1		1
<i>Fulica atra</i>	Maerkoet	Coot	6		6
<i>Plasianus colchicus</i>	Fazant	Pheasant	3		3
<i>Columba oenas</i>	Holendurf	Stock Dove	1		1
<i>Columba palumbus</i>	Houduif	Wood Pigeon	1		5
<i>Columba livia f. dom.</i>	Duif (raislam)	Dove (domestic)	2	2	7
<i>Macallia alba</i>	Witte Kwikstaart	White Wagtail		1	1
<i>Regulus regulus</i>	Goudhaantje	Goldcrest		1	1
<i>Turdus merula</i>	Merel	Blackbird	1		1
<i>Turdus philomelos</i>	Zanglijster	Song Thrush	1		2
<i>Sturnus vulgaris</i>	Spreuww	Starling	8	1	9
<i>Pica pica</i>	Ekster	Magpie			1
<i>Corvus corone corone</i>	Zwarte Kraai	Hooded Crow	1		1
Totaal gevonden aanvaringssslachtoffers			210	61	12
					283
B: aantal aanvaringssslachtoffers, met correctiefactoren voor zoekoppervlak, predatie en zoekefficiëntie in 2002		Boudewijnkanaal, Brugge 14 turbines	Oostdam, Zeebrugge 23 turbines	Centrale, Schelle 3 turbines	Totaal 40 turbines
Totaal aantal aanvaringssslachtoffers (*)		486	545	53	1084
		35turbine/jaar	24turbine/jaar	18turbine/jaar	27turbine/jaar

(*) aantal aanvaringssslachtoffers werd berekend per individuele windturbine met onderscheid tussen 'grote vogels', 'kleine vogels' en/of 'sterren'

Bijlage 3. Aanvaringslachtoffers bij de onderzochte windparken in 2003.
 Addendum 3. Idem as Add.1, for 2003.

A: gevonden aanvaringslachtoffers in 2003									
<i>Ardea cinerea</i>	Blauwe Reiger	Grey Heron	Boudewijnkanaal, Brugge 14 turbines (600 kW)	1	Oostdam, Zeebrugge 23 turbines (200/400/600 kW)	1	Centrale, Schelle 3 turbines (1500 kW)	1	Total 40 turbines
<i>Anser anser</i>	Grauwe Gans	Greylag Goose				1		1	
<i>Anas platyrhynchos</i>	Wilde Eend	Mallard		10				10	
<i>Aythya ferina</i>	Tafelend	Common Pochard		1				1	
<i>Anas crecca</i>	Wittrilling	Common Teal		1				1	
<i>Larus ridibundus</i>	Kokmeeuw	Black-headed Gull		50		2	1	53	
<i>Rissa tridactyla</i>	Drieemneeuw	Kittiwake				1		1	
<i>Larus argentatus</i>	Zilvermeeuw	Herring Gull		118		34		152	
<i>Larus fuscus</i>	Kleine Mantelmeeuw	Lesser Black-backed Gull		28		9		37	
<i>Larus marinus</i>	Grote Mantelmeeuw	Great Black-backed Gull		1		3		4	
<i>Sterna hirundo</i>	Vadief	Common Tern				7		7	
<i>Sterna albifrons</i>	Dwergstern	Little Tern				5		5	
<i>Accipiter nisus</i>	Speuwer	Eurasian Sparrowhawk		1				1	
<i>Falco tinnunculus</i>	Torenvalk	Kestrel		1				1	
<i>Tringa totanus</i>	Turelur	Redshank		1				1	
<i>Arenaria interpres</i>	Steenloper	Turnstone				1		1	
<i>Haematopus ostralegus</i>	Schotelskier	Oystercatcher		2				2	
<i>Fulica atra</i>	Meerkoet	Coot		1				1	
<i>Columba oenas</i>	Holenduif	Stock Dove		1				1	
<i>Columba palumbus</i>	Holduif	Wood Pigeon		1			2	2	
<i>Columba livia f. dom.</i>	Duif (velslam)	Dove (domestic)		5			1	6	
<i>Turdus philomelos</i>	Zanglijster	Song Thrush		1		1		2	
<i>Turdus iliacus</i>	Kopervlek	Redwing		1		1		3	
<i>Sturnus vulgaris</i>	Sporeeuw	Starling		4				4	
<i>Pica pica</i>	Eksier	Magpie					1	1	
<i>Corvus monedula</i>	Kauw	Eurasian Jackdaw		1				1	
Totaal gevonden aanvaringslachtoffers				229		65	6	300	
B: aantal aanvaringslachtoffers, met correctiefactoren voor zoekoppervlak, predate en zoekefficiëntie in 2003									
Totaal aantal aanvaringslachtoffers (*)			Boudewijnkanaal, Brugge 14 turbines	390	Oostdam, Zeebrugge 23 turbines	471	Centrale, Schelle 3 turbines	22	Total of 3 wind farms 40 turbines
			28turbine/jaar		20turbine/jaar		7turbine/jaar		22turbine/jaar
				883					883

(*) : aantal aanvaringslachtoffers werd berekend per individuele windturbine met onderscheid tussen 'grote vogels', 'kleine vogels' en/of 'stems'

Bijlage 4. Aanvaringslachtoffers bij de onderzochte windparken in 2004.
 Addendum 4. Idem as Add.1, for 2004.

A: gevonden aanvaringslachtoffers in 2004		Boudewijnkanaal, Brugge 14 turbines (600 kW)	Oostdam, Zeebrugge 25 turbines (200/400/600 kW)	Centrale, Schelle 3 turbines (1500 kW)	Rodenhulze, Gent 2 turbines (2000 kW)	Totaal 44 turbines
Anser a. domestica	Beleggers					1
Anas platyrhynchos	Wilde Eend	1	3			3
Aythya ferina	Tafelend	2				2
Aythya fuligula	Kulleend	1				1
Anas crecca	Winterling	1				1
Larus ridibundus	Kokmeeuw	39		6		47
Larus argentatus	Zilvermeeuw	107		43		151
Larus fuscus	Kleine Manthinneuw	29		14		43
Larus marinus	Grote Manthinneuw	1		4		5
Sterna sandvicensis	Grote Stern			12		12
Sterna hirundo	Vaderf			35		35
Sterna albifrons	Dvergsterren			3		3
Falco tinnunculus	Torenvalk	2				2
Ardea interpres	Saanpiper			1		1
Charadrius alexandrinus	Straandjever			1		1
Fulica atra	Meercoet	1				2
Scotopax rusticola	Houtsnip			1		1
Colymba oenanthe	Holendief	1				1
Colymba pallidus	Heurdaif					3
Colymba lva l. dom.	Duif (veel/van)	2				3
Mareca alba	Witte Kalkstaart			1		1
Ardeus presensis	Graspieper			1		2
Turdus spec.	Lijster spec.	1				1
Sturnus vulgaris	Spreeuw	2				2
Totaal gevonden aanvaringslachtoffers		193	123	6	2	324
B: aantal aanvaringslachtoffers met correctiefactoren voor zoekopperiak, predatie en zoek efficiëntie in 2004						
		Boudewijnkanaal, Brugge 14 turbines	Oostdam, Zeebrugge 25 turbines	Centrale, Schelle 3 turbines	Rodenhulze, Gent 2 turbines	Totaal 44 turbines
Totaal aantal aanvaringslachtoffers (*)		329	597	34	4	964
		Zahturbine/gar	Zahturbine/gar	11/turbine/gar	Zahturbine/gar	Zahturbine/gar

(*) : aantal aanvaringslachtoffers werd berekend per individuele windturbine met onderscheid tussen 'grote vogels', 'kleine vogels' en/of 'stems'

Bijlage 5. Aanvaringslachtoffers bij de onderzochte windparken in 2005.
 Addendum 5. Idem as Add.1, for 2005.

A: gevonden aanvaringslachtoffers in 2005									
Ardea cinerea	Blauwe Reiger	Grey Heron	Bodemrijkmantel, Brugge 14 turbines (800 kW)	Kleine Rietvoekeraag, Brugge 7 turbines (1800 kW)	Oostdam, Zeebrugge 24 turbines (200/400/600 kW)	Kruzensiek, Gent 11 turbines (2000 kW)	De Put, Nieuwkapelle 2 turbines (800 kW)	Totaal 58 turbines	3
Anser a. domestica	Belegans	Goed (domestico)							1
Chloephaga picta	Magpiëvengans	Upland Goose							1
Tadorna tadorna	Bergeend	Common Shelduck							1
Anas platyrhynchos	Wilde End	Mallard							12
Larus ridibundus	Kolmeeuw	Black-headed Gull							86
Rissa tridactyla	Driehoekmeeuw	Kilivake							1
Larus argentatus	Zilvermeeuw	Herring Gull							179
Larus fuscus	Kleine Mantelmeeuw	Lesser Black-backed Gull							41
Larus marinus	Groot Mantelmeeuw	Great Black-backed Gull							2
Larus canus	Stormmeeuw	Common Gull							1
Larus spec.	Meeuw spec.	Gull spec.							1
Sterna sparckkerensis	Grote Stern	Sandwich Tern							10
Sterna bergii	Vissel	Common Tern							41
Sterna bergii	Doverstern	Little Tern							1
Acridia melus	Sperver	Eurasian Sparrowhawk							2
Venellus venellus	Kever	Northern Lapwing							2
Limosa linosa	Grutto	Black-bellied Godwit							2
Ardea herodias	Sterhoop	Turnstone							1
Phasianus colchicus	Fazant	Pheasant							1
Columba palumbus	Houdif	Wood Pigeon							1
Actitis palustris	Graspijper	Meadow Pipit							2
Turdus philomelos	Zanglijfer	Song Thrush							2
Sturnus vulgaris	Spreeuw	Starling							6
Totaal gevonden aanvaringslachtoffers			193	79	105	21	2	400	
B: aantal aanvaringslachtoffers, met correctiefactoren voor zoekopervlak, predatie en zoekfrequentie in 2005									
Totaal aantal aanvaringslachtoffers (*)			287	305	459	82	2	1145	
Bodemrijkmantel, Brugge 14 turbines			7	24	11	2	58		
Kleine Rietvoekeraag, Brugge 7 turbines			7	24	11	2	58		
Oostdam, Zeebrugge 24 turbines			24	11	2	58			
Kruzensiek, Gent 11 turbines			11	2	58				
De Put, Nieuwkapelle 2 turbines			2	58					
Totaal			58	1145					

(*) aantal aanvaringslachtoffers werd berekend per individuele windturbine met onderscheid tussen 'grote vogels', 'kleine vogels' en/of 'stems'

Bijlage 6. Aanvaringslachtoffers bij de onderzochte windparken in 2006.
 Addendum 6. Idem as Add.1, for 2006.

A. gevonden aanvaringslachtoffers in 2006		Boudewijnkanaal, Brugge 14 turbines (600 kW)	Kleine Pathoekeweg, Brugge 7 turbines (1800 kW)	Oostdam, Zeebrugge 24 turbines (200/400/600 kW)	Kulzandok, Gent 11 turbines (2000 kW)	Totaal 56 turbines
Ardea ciconia	Bluwe Reiger	2				2
Tadorna tadorna	Bergsind		Common Shelduck			1
Anas platyrhynchos	Wilde End	8	Mallard	3		12
Anas penelope	Snielt	1	Wigeon			1
Larus ridibundus	Kokmeeuw	61	Black-headed Gull	14	9	86
Larus melanocephalus	Zwartkopmeeuw	1	Mediterranean Gull			1
Larus argentatus	Zilvermeeuw	83	Herring Gull	44	15	143
Larus tuscus	Kleine Mantelmeeuw	15	Lesser Black-backed Gull	7	13	35
Larus marinus	Grote Mantelmeeuw		Great Black-backed Gull		4	4
Larus canus	Stormmeeuw	1	Common Gull		3	4
Sterna sandvicensis	Grote Stern		Sandwich Tern		63	63
Sterna hirsundo	Vlaaier		Common Tern		1	1
Sterna albifrons	Dwergstern		Little Tern		1	1
Limosa limosa	Guldb	1	Black-tailed Godwit			1
Tringa totanus	Tureluur		Redshank		1	1
Haematopus ostralegus	Schokkeler	2	Oystercatcher		1	3
Columba palumbus	Houtduif		Wood Pigeon	1		1
Columba livia f. dom.	Duif (reiskam)	1	Dove (domestic)			1
Ambus pratensis	Graspleper		Meadow Pipit			1
Turdus philomelos	Zanglijster	1	Song Thrush		2	4
Turdus iliacus	Kopervik	2	Redwing		2	4
Sturnus vulgaris	Spreeuw	3	Starling		1	5
Totaal gevonden aanvaringslachtoffers		182	71	114	7	374
B: aantal aanvaringslachtoffers, met correctiefactoren voor zoekoppervlak, predatie en zoekefficiëntie in 2006		Boudewijnkanaal, Brugge 14 turbines	Kleine Pathoekeweg, Brugge 7 turbines	Oostdam, Zeebrugge 24 turbines	Kulzandok, Gent 11 turbines	Totaal 56 turbines
Totaal aantal aanvaringslachtoffers (*)		304	288	527	63	1182
		23/turbine/jaar	41/turbine/jaar	22/turbine/jaar	6/turbine/jaar	21/turbine/jaar

(*) : aantal aanvaringslachtoffers werd berekend per individuele windturbine met onderscheid tussen 'grote vogels', 'kleine vogels' en/of 'stems'

Bijlage 7a. Gevonden aanvaringssslachtoffers (zonder correctiefactoren) bij de onderzochte windparken in 2001-2006.
 Addendum 7a. Found collision fatalities (without correction factors) for the studied wind farms in 2001-2006.

			2001	2002	2003	2004	2005	2006	Totaal
			28 turbines	40 turbines	40 turbines	44 turbines	58 turbines	58 turbines	(Total)
Ardea cinerea	Blauwe Reiger	Grey Heron		1	1			2	7
Anser anser	Grauwe Gans	Greylag Goose			1				1
Anser a. domestica	Boeregans	Goose (domestic)		1		1	1		3
Chloephaga picta	Magelhaengans	Upland Goose					1		1
Tadorna tadorna	Bergeend	Common Shelduck					1	1	2
Aythya ferina	Tafeleend	Common Pochard			1	2			3
Aythya fuligula	Kuifeend	Tufted Duck				1			1
Anas platyrhynchos	Wilde Eend	Mallard	1	10	10	3	12	12	48
Anas penelope	Smient	Wigeon						1	1
Anas crecca	Wintertaling	Common Teal			1	1			2
Rissa tridactyla	Drieteenmeeuw	Kittiwake	1		1		1		3
Larus ridibundus	Kokmeeuw	Black-headed Gull	8	48	53	47	86	86	328
Larus melanocephalus	Zwartkopmeeuw	Mediterranean Gull						1	1
Larus argentatus	Zilvermeeuw	Herring Gull	41	131	152	151	179	143	797
Larus fuscus	Kleine Mantelmeeuw	Lesser Black-backed Gull	9	35	37	43	41	35	200
Larus marinus	Grote Mantelmeeuw	Great Black-backed Gull	1	5	4	5	1	4	20
Larus canus	Stormmeeuw	Common Gull		3			2	1	6
Larus spec.	Meeuw spec.	Gull spec.					1		1
Sterna sandvicensis	Grote Stern	Sandwich Tern				12	10	3	25
Sterna hirundo	Visdief	Common Tern	3	5	7	35	41	63	154
Sterna albifrons	Dwergstern	Little Tern	2	2	5	3	1	1	14
Accipiter nisus	Sperwer	Sparrowhawk	1		1		2		4
Falco tinnunculus	Torenvalk	Kestrel		2	1	2			5
Falco peregrinus	Slechtvalk	Peregrine	1	1					2
Vanellus vanellus	Kievit	Northern Lapwing					2		2
Tringa totanus	Tureluur	Redshank		1	1			1	3
Limosa limosa	Grutto	Black-tailed Godwit					2	1	3
Haematopus ostralegus	Scholekster	Oystercatcher			2			3	5
Arenaria interpres	Steenloper	Turnstone			1	1	1		3
Charadrius alexandrinus	Strandplevier	Kentish Plover				1			1
Fulica atra	Meerkoet	Coot	1	6	1	2			10
Phasianus colchicus	Fazant	Pheasant		3			1		4
Scolopax rusticola	Houtsnip	Woodcock				1			1
Columba oenas	Holenduif	Stock Dove		1	1	1			3
Columba palumbus	Houtduif	Wood Pigeon		5	2	3	1	1	12
Columba livia f. dom.	Duif (reis/tam)	Dove (domestic)	2	7	6	3		1	19
Motacilla alba	Witte Kwikstaart	White Wagtail		1		1			2
Regulus regulus	Goudhaantje	Goldcrest		1					1
Apus apus	Gierzwaluw	Swift	2						2
Erithacus rubecula	Roodborst	Robin	1						1
Turdus merula	Merel	Blackbird		1					1
Turdus philomelos	Zanglijster	Song Thrush	2	2	2		2	4	12
Turdus iliacus	Koperwiek	Redwing			3			4	7
Turdus spec.	Lijster spec.	Thrush spec.				1			1
Anthus pratensis	Graspieper	Meadow Pipit				2	2	1	5
Sturnus vulgaris	Spreeuw	Starling		9	4	2	6	5	26
Pica pica	Ekster	Magpie		1	1				2
Corvus monedula	Kauw	Eurasian Jackdaw			1				1
Corvus corone corone	Zwarte Kraai	Hooded Crow		1					1
Totaal (Total)			76	283	300	324	400	374	1757

Bijlage 7b. Berekend aantal aanvaringssslachtoffers (na toepassing correctiefactoren) bij de onderzochte windparken in 2001 tot 2006.

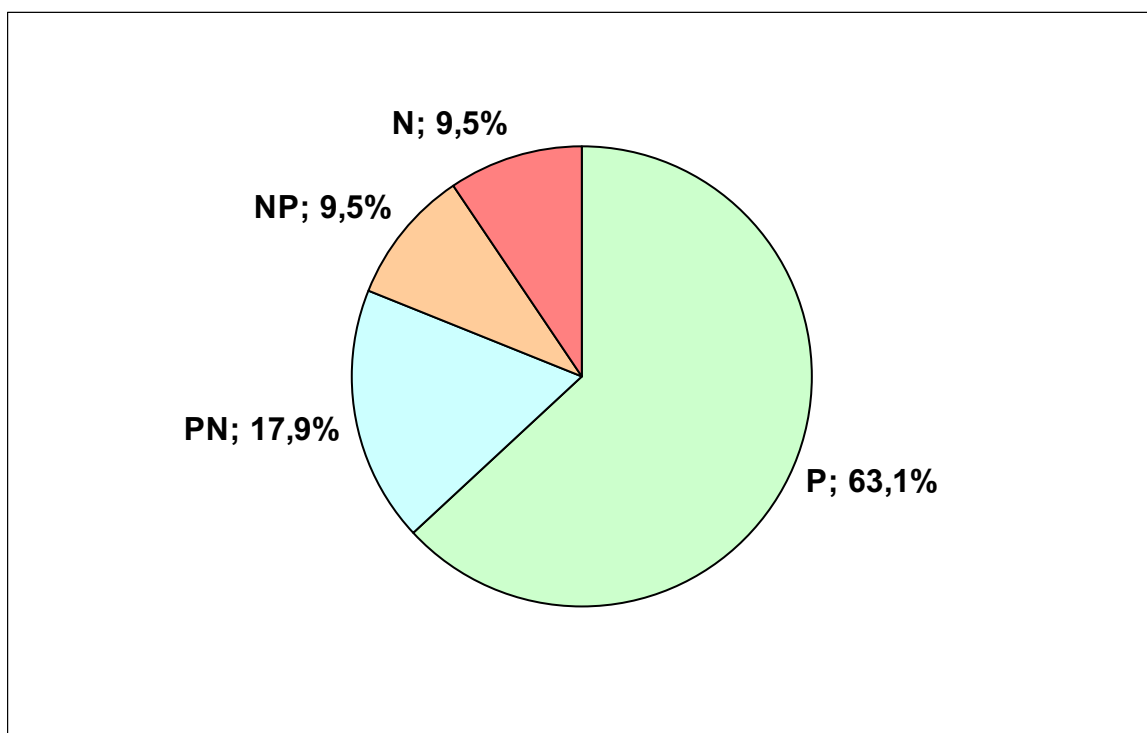
Addendum 7b. Calculated number of collision fatalities (with correction factors) for the studied wind farms in 2001-2006.

Jaar Year	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Totaal Total
Aantal windturbines onderzocht Number of turbines	28	40	40	44	58	56	266
Aantal gevonden aanvaringssslachtoffers Number of found collision fatalities	76	283	300	324	400	374	1757
Aantal aanvaringssslachtoffers na berekening Number of collision fatalities, after correction	590	1084	883	964	1145	1182	5848
Aantal aanvaringssslachtoffers per turbine per jaar Number of collision fatalities per turbine per year	21	27	22	22	18	21	22

Bijlage 8. Aantal INBO adviezen voor geplande (zones voor) windturbineparken in de periode juli 2000-dec. 2007.
 Addendum 8. Number of INBO advises (assessments) for proposed (areas for) wind farms in the period July 2000 to December 2007.

P	180	63,1%	81%
PN	51	17,9%	
NP	27	9,5%	19%
N	27	9,5%	
Totaal	285		
O	21		
Alg. totaal	306		

P	Positief advies (met eventueel bijkomende aanbevelingen en/of voorwaarden)
PN	Gematigd positief advies (positief voor grootste gedeelte van het project/gebied, met bijkomende aanbevelingen, en/of nader onderzoek noodzakelijk, of advies met aanbevolen locaties voor groot zoekgebied)
NP	Gematigd negatief advies (negatief voor een deel van het project/gebied, en/of nader onderzoek noodzakelijk, of advies met aanbevolen locaties voor groot zoekgebied)
N	Negatief advies (met eventueel bijkomende aanbevelingen voor nader onderzoek)
O	Niet van toepassing. Algemeen advies (beleidsmatig, algemene aanbevelingen of richtinggevend voor groot zoekgebied)



7 Referenties

Ahlén I., 2003. Wind turbines and bats – a pilot study. Final report 11 December 2003. Dnr 5210P-2002-00473, P-nr. P20272-1. Department of Conservation Biology, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU), Sweden.

Akershoek K., Dijk F., Schenk, F. 2005. Aanvaringsrisico's van vogels met moderne grote windturbines. Studentenverslag van slachtofferonderzoek in drie windturbineparken in Nederland. Verslag uitgevoerd bij Bureau Waardenburg in opdracht van Nuon Energy Sourcing. De juiste cijfers (correctie) van aantal slachtoffers zijn te vinden in Krijgsveld et al. (2008). *The correct figures (correction) of collision fatalities can be found in Krijgsveld et al. (2008).*

Albouy S., Dubois Y., Picq H., 2001. Suivi ornithologique des parcs éoliens du plateau de Garrigue Haute. ABIES bureau d'études et la LPO Aude, ADEME, Valbonne, France.

Alvares del Villar D'Onofrio A., 2005. Foraging areas for Sandwich and Common Terns in Belgian marine waters. Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Ecological Marine Management. Vrije Universiteit Brussel en Universiteit Antwerpen.

Arnett E.B., technical editor. 2005. Relationships between bats and wind turbines in Pennsylvania and West Virginia: an assessment of bat fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioral interactions with wind turbines. A final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA.

Baerwald E., D'Amours G., Klug B., Barclay R., 2008. Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology* 18:695-696.

Band W., Madders M., Whitfield DP., 2007. Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. In "Lucas M., Janss GFE, Ferrer M., (eds). Birds and Wind Farms. Risk assessment and mitigation", p.259-275. Quercus.

Barclay R., Baerwald E., Gruver J., 2007. Variation in bat and bird fatalities at wind energy facilities: assessing the effects of rotor size and tower height. *Canadian Journal of Zoology* 85:381-387.

Becker P.H. & Ludwigs J-D., 2004. BWP Update Vol. 6 Nos 1 and 2 (91-137). Oxford University Press.

Belyaev, IY., 2005. Non-thermal Biological Effects of Microwaves. *Microwave Review* 11:13-29.

Benner J.H.B., Berkhuisen J.C., de Graaff R.J., Postma A.D. 1993. Impact of wind turbines on birdlife. Final report No. 9247. Consultants on Energy and the Environment, Rotterdam, The Netherlands.

Bevanger K., Clausen S., Dahl E.L., Follestad A., Flagstad Ø., Gjershaug J.O., Halley D., Hanssen F., Hoel P.L., Johnsen L., May R., Nygård T., Pedersen H.C., Reitan O., Vang R., Steinheim Y. (all authors, but Bevanger K. is editor). 2008. Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway. Progress Report 2008. NINA report (in prep.).

Bioinitiative 2007. The BioInitiative Report: A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields (ELF and RF). www.bioinitiative.org

Birdlife International, 2001. Important Bird Areas and potential Ramsar Sites in Europe. BirdLife International, Wageningen. The Netherlands.

Birdlife International, 2005. Position Statement on Wind Farms and Birds. Adopted by the BirdLife Birds and Habitats Directive Task Force on 9 December 2005.

BMM, 2004. Bouw en exploitatie van een windmolenpark nabij de westelijke havendam van Zeebrugge in de Noordzee: Milieueffectenbeoordeling van het project ingediend door de n.v. SPE. Beheerseenheid van het Mathematisch Model van de Noordzee, Brussel. [Construction and exploitation of a wind farm at the western port breakwater of Zeebrugge: Environmental Impact Assessment of the SPE-project. Management Unit of the North Sea Mathematical models, Brussels]

Bureau Waardenburg, 2005. De schatting van het aantal aanvaringssslachtoffers in windparken. Versie 02, juli/augustus 2005.

Buurma L.S., Van Gasteren H., 1989. Trekvogels en obstakels langs de Zuidhollandse kust. Radarwaarnemingen van vogeltrek en het aanvaringsrisico bij hoogspanningsleidingen en windturbines op de Maasvlakte. Koninklijke Luchtmacht, sectie Ornithologie, 's Gravenhage.

Chamberlain DE., Rehfisch MM., Fox AD., Desholm M., Anthony, SJ., 2006. The effect of avoidance rates on bird mortality predictions made by wind turbine collision risk models. *Ibis* 148 (Suppl.1):198-202.

Courtens W., Stienen E., 2004. Voorstel tot afbakening van een vogelrichtlijngebied voor het duurzaam in stand houden van de broedpopulaties van kustbroedvogels te Zeebrugge – Heist. Instituut voor Natuurbehoud. Adviesnota IN.A.2004.100.

De Keersmaecker E., 2006. Recente gegevens betreffende de broedlocatie van Slechtvalk te Schelle. Mededeling aan het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.

Derde C., Schaut C., Aper K., 2008. Aanvaring van vogels met MW-windturbines in de haven van Antwerpen. Eindrapport Fortech Studie bvba in opdracht van VLEEMO NV.

De Salles A., Fernandez C., 2006. Exclusion zones close to wireless communication transmitters aiming to reduce human health risks. *Electromagnetic Biology and Medicine* 25:339-347.

Desholm M., 2003. Thermal Animal Detection System (TADS). Development of a method for estimating collision frequency of migrating birds at offshore wind turbines. National Environmental Research Institute. NERI Technical Report 440. Rønde, Denmark.

Desholm M., Kahlert J., 2005. Avian collision risk at an offshore wind farm. *Biology Letters* 1:296-298.

Desholm M., Fox AD., Beasley DL., Kahlert J., 2006. Remote techniques for counting and estimating the number of bird-wind turbine collisions at sea: a review. *Ibis* 148 (Suppl.1):76-89.

Devereux C., Denny M., Whittingham M., 2008. Minimal effects of wind turbines on the distribution of wintering farmland birds. *Journal of Applied Ecology* 45:1689-1694.

Devos K., Anselin A. & Vermeersch G., 2004. Een nieuwe Rode Lijst van de broedvogels in Vlaanderen (versie 2004). In: Vermeersch G., Anselin A., Devos K., Herremans M., Stevens J., Gabriëls J. & Van Der Krieken B., 2004. Atlas van de Vlaamse broedvogels 2000-2002. Mededelingen van het Instituut voor Natuurbehoud, nr.23.

Devos K., 2007. Database watervogeltellingen Vlaanderen. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.

Devriendt N., Dooms G., Liekens J., Nijs W., Pelkmans L., 2005. Prognoses voor hernieuwbare energie en warmtekrachtkoppeling tot 2020. Eindrapport 2005/ETE-IMS/R. Studie uitgevoerd in opdracht van ANRE. VITO-3E.

Dierschke V., Hüppop O., Garthe S., 2003. Populationsbiologische Schwellen der Unzulässigkeit für Beeinträchtigungen der Meeresumwelt am Beispiel der in der deutschen Nord- und Ostsee vorkommenden Vogelarten. *Seevögel* Band 24/Heft3. 2003. Zeitschrift Verein Jordsand, Hamburg.

Dirksen S., Spaans A., Van der Winden. J., 2007. Collision risks for diving ducks at semi-offshore wind farms in freshwater lakes: a case study. In "Lucas M., Janss GFE, Ferrer M., (eds). Birds and Wind Farms. Risk assessment and mitigation". Quercus 2007.

Drewitt A., Langston R., 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis* 148:29-42.

Dulac P., 2008. Evaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendée) sur l'avifaune et les chauves-souris. Bilan de 5 années de suivi. Ligue pour la Protection des Oiseaux délégation Vendée / ADEME Pays de la Loire / Conseil Régional des Pays de la Loire, La Roche-sur-Yon – Nantes.

Dumon G., 2006. Database of wind direction and wind velocity in Zeebrugge for 2004 and 2005. AWZ, Hydrografie & Hydrometeo.

Dürr T., 2007. Kollision von Fledermäuse und Vögel durch Windkraftanlagen. Daten aus Archiv der Staatlichen Vogelschutzwarte Brandenburgs, Buckow.

Dürr T., 2008. Vogelverluste an Windkraftanlagen in Deutschland. Daten aus Archiv der Staatlichen Vogelschutzwarte Brandenburgs, Buckow.

Europese Commissie, 2000. Beheer van "Natura 2000"-gebieden. De bepalingen van artikel 6 van de habitatrichtlijn (Richtlijn 92/43/EEG), Bureau voor officiële publicaties der Europese Gemeenschappen, Luxemburg.

Evans W., Akashi Y., Altman N., Manville A., 2007. Response of night-migrating songbirds in cloud to colored and flashing light. *North American Birds* 60:476-488.

Everaert J., Devos K. & Kuijken E., 2002. Windturbines en vogels in Vlaanderen. Voorlopige onderzoeksresultaten en buitenlandse bevindingen. Rapport Instituut voor Natuurbehoud, IN.R.2002.3.

Everaert J., 2003a. Windturbines en vogels in Vlaanderen: voorlopige onderzoeksresultaten en aanbevelingen. *Natuur.Oriolus* 69:145-155.

Everaert J., 2003b. Inplanting van 2 windturbines te Diksmuide-Nieuwkapelle (project 'de Put'): Toelichting bij eerdere adviezen van het Instituut voor Natuurbehoud en reactie op de adviesnota van dhr. A. Spaans. Advies IN.A.2003.72.

Everaert J., Devos K., Kuijken E., 2003. Vogelconcentraties en vliegbewegingen in Vlaanderen. Beleidsondersteunende vogelatlas – achtergrondinformatie voor de interpretatie. Rapport Instituut voor Natuurbehoud. IN.R.2003.02. Zie ook geoloket <http://geo-vlaanderen.agiv.be/geo-vlaanderen/vogelatlas/>

Everaert J., 2006a. Windturbines en fauna. Onderzoek naar de impact op de fauna. *Mens & Vogel* 2006 (2):45-63.

Everaert J., 2006b. Impact van windturbines in Nieuwkapelle op vogels. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. Intern rapport INBO.IR.2006.22.

Everaert J., 2006c. Plaatsing van windturbines in het Rechterscheldeoevergebied te Antwerpen. Nieuwe aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. Adviesnota INBO.A.2006.32.

Everaert J., Stienen E., 2006. Problematiek groot aantal aanvaringsslachtoffers van broedende sterns door de windturbines langs de oostelijke havendam te Zeebrugge. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. Adviesnota INBO.A.2006.72.

Everaert J., 2007a. Retrofit windturbinepark haven Zeebrugge. Evaluatie mogelijke impact op de fauna. Passende beoordeling, algemene natuurtoets en verscherpte natuurtoets VEN. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. Adviesnota INBO.A.2007.82.

Everaert J., 2007b. Evaluatie en eventuele actualisatie windturbineplan. Strategisch plan Gentse kanaalzone. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. Adviesnota INBO.A.2007.141.

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., Bauwens D., 2007. A possible effect of electromagnetic radiation from mobile phone base stations on the number of breeding House Sparrows (*Passer domesticus*). *Electromagnetic Biology and Medicine* 26:63-72.

Everaert J., 2008a. Globale afweging potentiële zoekzones (tweede fase) voor windturbines in kader van Provinciaal Beleidskader Windturbines. Onderzoek naar de mogelijke effecten op de fauna. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. Adviesnota INBO.A.2008.110.

Everaert J., 2008b. Windturbines in Zeebrugge. Richtinggevend advies betreffende een mogelijke impact op de fauna. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. Adviesnota INBO.A.2008.43.

Everaert J., 2008c. Oprichten van windturbines in noordelijk deel van het Reichterscheldeoevergebied. Richtinggevend advies met betrekking tot een mogelijke impact op de fauna. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. Adviesnota INBO.A.2008.194.

Exo K-M., Hüppop O., Garthe S., 2003. Birds and offshore wind farms: a hot topic in marine ecology. *Wader Study Group Bulletin* 100:50-53.

Fijn R.C., Krijgsveld K.L., Prinsen H.A.M., Tijssen W., Dirksen S., 2007. Effecten op zwanen en ganzen van het ECN windturbine testpark in de Wieringermeer. Aanvaringsrisico's en verstoring van foeragerende vogels. Bureau Waardenburg, rapport nr. 07-094.

Follestad A., Flagstad O., Nygard T., Reitan O., Schulze J., 2007. Vindkraft og fugl på Smøla 2003-2006 (Wind power and birds at Smøla 2003-2006). Norwegian Institute for Nature Research (NINA) report 248 (78 p).

Garthe S., Hüppop O., 2004. Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: developing and applying a vulnerability index. *Journal of Applied Ecology* 41:724-734.

Gauthreau S.A., Belser C.G., 1999. The behavioral responses of migrating birds to different lighting systems on tall towers. Proceedings of the Workshop 'Avian mortality at communication towers'. Cornell University, August, 11th, 1999.

Gill J.P., Townsley, M., Mudge, G.P., 1996. Review of the impacts of wind farms and other aerial structures upon birds. Scottish Natural Heritage Review. No. 21.

Goodman R., Blank M., 2002. Insights into electromagnetic interaction mechanisms. *Journal of cellular physiology* 192:16-22.

Grünkorn T., Diederichs A., Stahl B., Poszig D., Nehls G., 2005. Entwicklung einer Methode zur Abschätzung des Kollisionsrisikos von Vögeln an Windenergieanlagen. Bio Consult SH, Enderbericht März 2005. Im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein.

Heath MF., Evans MI. (eds.), 2000. Important Bird Areas in Europe: Priority sites for conservation. 1: Northern Europe. Cambridge, UK: BirdLife International (BirdLife Conservation Series No, 8).

Hodos W., 2003. Minimization of Motion Smear: Reducing Avian Collisions with Wind Turbines. University of Maryland. Prepared under subcontract No. XAM 9-29211-01, National Renewable Energy Laboratory, Colorado. Contract No. DE-AC36-99-GO10337.

Hof van Justitie, 2000. Arrest van het Hof (C-374/98). Niet-nakoming – Richtlijnen 79/409/EEG en 92/43/EEG – Behoud van vogelstand – Speciale beschermingszones. Europees Hof van Justitie, 7 dec. 2000.

Horn J.W., Arnett E.B., Kunz T.H., 2008. Behavioral responses of bats to operating wind turbines. *Journal of Wildlife Management* 72:123-132.

Hötker H., Thomsen K.M. & Köster H., 2006. Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats. Facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.

<http://bergenhusen.nabu.de/bericht/englische%20windkraftstudie.pdf>

Original publication in 2005. Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse – Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau von regenerativen Energiegewinnungsformen. Gefordert vom Bundesamt für Naturschutz; Förd. Nr. Z1.3-684 11-5/03. BFN Skripten 142. Michael-Otto-Institut im NABU.

Hötker H., 2006. The impact of repowering of wind farms on birds and bats. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen. *Original publication in German.*

http://bergenhusen.nabu.de/download/impact_of_repowering.pdf

Hötker H., 2008. Personal communication about the results from the "International workshop on Birds of Prey and Wind Farms". 21-22 October 2008, NABU, Berlin.

Hyland, G. J., 2000. Physics and biology of mobile telephony. *The Lancet*. 356:1833–1836.

ICEMS, 2006. Benevento Resolution. *Electromagnetic Biology and Medicine* 25:197-200.

Johnson G.D., Strickland M.D., Erickson W.P., Young D.P. Jr., 2007. Use of data to develop mitigation measures for wind power development impacts to birds. In "Lucas M., Janss GFE, Ferrer M., (eds). Birds and Wind Farms. Risk assessment and mitigation", p.241-257. Quercus.

Kaatz J., 2002. Brandenburger Ornithologe Dr. Jürgen Kaatz: Alle Windanlagen über 100 Meter Nabenhöhe kritisch für Zugvögel / Rotorblätter treffen mit 230 km/Stunde auf Vögel. WKA Vogelkollisionen und Hinweis auf Fachtagung "Windenergie und Vögel - Ausmaß und Bewältigung eines Konfliktes". 29-30 Nov. 2001. Technische Universität Berlin.

Karlsson J., 1983. Fåglar och vindkraft. Resultatrapport 1977-1982. Sweden.

Koop B., 1997. Vogelzug und Windenergieplanung. Beispiele für Auswirkungen aus dem Kreis Plön. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 29:202-206.

Korn M., Scherner E.R., 2000. Raumnutzung von Feldlerchen (*Alauda arvensis*) in einem Windpark. *Natur und Landschaft* 75:74-75.

Kremlis G., 2003. Letter concerning question about Article 4(4) of the Birds Directive 79/409/EEC. European Commission, Directorate-General Environment, Directorate D. Brussels.

Krijgsveld K.L., Akershoek K., Schenk F., Dijk F., Dirksen S., 2008. Collision of birds with modern large wind turbines: reduced risk compared to smaller turbines. Draft version August 2008 (submitted for publication). This paper contains corrected figures previously reported in Akershoek et al. (2005).

Kruckenbergh H., Jaene J., 1999. Zum Einfluss eines Windparks auf die Verteilung weidender Blässgänse im Rheiderland (Landkreis Leer, Niedersachsen). *Natur und Landschaft* 74:420-427

Kunz T.H., Arnett E.B., Cooper B.M., Erickson W.P., Larkin R.P., Mabee T., Morrison M.L., Strickland M.D., Szewczak J.M., 2007a. Assessing impacts of wind-energy development on nocturnally active birds and bats: a guidance document. *Journal of Wildlife Management* 71:2449-2486.

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., 2007b. Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5:315-324.

Langston R.H.W., Pullan J.D., 2003. Windfarms and birds: An analysis of the effects of windfarms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues. Report by Birdlife International on behalf of the Bern Convention. Council of Europe T-PVS/Inf (2003) 12. See also Bern Convention 'Draft Recommendation' T-PVS (2003) 11.

Langston R.H.W., 2006. Impact of the Smøla windfarm on the White-tailed Eagle. Personal communication.

Larsen J.K., Madsen J., 2000. Effects of wind turbines and other physical elements on field utilization by Pink-footed Geese (*Anser brachyrhynchus*): A landscape perspective. *Landscape Ecology* 15:755-764.

Lekuona J., 2001. Uso del espacio por la avifauna y control de la mortalidad de aves y murciélagos en los parques eólicos de Navarra durante un ciclo anual. Informe Técnico. Dirección General de Medio Ambiente. Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda. Gobierno de Navarra.

Lucas M., Janss G., Whitfield D., Ferrer M., 2008. Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance. *Journal of Applied Ecology* 45:1695-1703.

Manville A., 2000. The ABCs of avoiding bird collisions at communication towers: the next steps. Proceedings of the Avian Interactions Workshop, December 2, 1999, Charleston, SC. Electric Power Research Institute.

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2002. Dienstorder LIN 2002/9. Procedures beschermingsgebieden. Uitwerking departementale doelstelling 5 a geïntegreerd samenwerken. Departement LIN. Brussel, 15.05.2002

Musters C.J.M., Noordervliet M.A.W. & ter Keurs W.J., 1996. Bird casualties by a wind energy project in an estuary. *Bird Study* 43:124-126.

Nicholls B, Racey P.A., 2007. Bats Avoid Radar Installations: Could Electromagnetic Fields Deter Bats from Colliding with Wind Turbines?. *PLoS ONE* 2(3): e297 doi:10.1371/journal.pone.0000297

Onrubia A., Villasante J., Balmorí A., Sáenz de Buruaga M., Canales F., Campos M.A., 2002. Estudio de la incidencia sobre la fauna -aves y quirópteros- del parque eólico de Elgea (Alava). Informe inédito de Consultora de Recursos Naturales, S.L. para Eólicas de Euskadi. Vitoria-Gasteiz.

Palmans G., 2006. Gegevens vleermuizen te Peer en omgeving. Mededeling aan het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.

Panagopoulos D., Margaritis L., 2008. Mobile telephony radiation effects on living organisms. In "Harper AC., Bures RV. (eds). Mobile Telephones: Networks, Applications and Performance", p.107-149. Nova Science Publishers Inc.

Petersen B.S., Nøhr H., 1989. Konsekvenser for fluglevet ved etableringen af mindre vindmøller. Rapport. Ornis Consult, Kopenhagen.

Poot M., Tulp I., Schekkerman H., Van den Bergh L., Van der Winden J., 2001. Effect van mist op vogelvliegedrag bij het windpark Eemmeerdijk. Bureau Waardenburg, Culemborg/Alterra, Wageningen.

Prinsen H.A.M., Krijgsveld K.L., van Horssen P.W., van der Hut R.M.G., Lensink R., 2004. Risico's voor vogels op potentiële locaties voor windturbines in de provincie Zuid-Holland. Deel 1: verslag van onderzoek in winter 2002-2003. Bureau Waardenburg, rapport nr. 03-016.

Prinsen H.A.M., Stucker R.C.W., Anema L.S.A., van Horssen P.W., Lensink R., 2004. Risico's voor vogels op potentiële locaties voor windturbines in de provincie Zuid-Holland. Deel 2: verslag van onderzoek in winter 2003-2004. Bureau Waardenburg, rapport nr. 04-045.

- Provincie Oost-Vlaanderen, 2008. Aanvulling op het PRS: provinciaal beleidskader windturbines.
- Provincie West-Vlaanderen, 2008. Provinciale ruimtelijke beleidsvisie. Ruimte voor windturbineparken in West-Vlaanderen.
- Raevel, P., 2003. Inplanting van 2 windturbines te Diksmuide-Nieuwkapelle (project 'De Put'). Definitief advies (na onderlinge vergadering ts. dhr. J. Everaert (IN), dhr. A. Spaans en dhr. Raevel) gericht aan de minister van Leefmilieu. 19/04/2003, Audinghen (FR).
- Richarz K., 2002. Erfahrungen zur Problembewältigung des Konfliktes Windkraftanlagen – Vogelschutz aus Hessen, Rheinland-Pfalz und das Saarland. Tagungsband, Fachtagung "Windenergie und Vögel - Ausmaß und Bewältigung eines Konfliktes". 29-30 Nov. 2001. Technische Universität Berlin.
- Rodrigues L., Bach L., Dubourg-Savage M.-J., Goodwin J., Harbusch C., 2008. Guidelines for conservation of bats in wind farm projects. EUROBATS Publication Series No.3. UNEP_EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 51 pp.
- RSPB, 2006. Wind farm causes eagle deaths. Birdlife International news.
- SEO / Birdlife, 1995. Effects of wind turbine power plants on the avifauna in the Campo de Gibraltar region. Summary of final report commissioned by the Environmental Agency of the Regional Government of Andalusia.
- Smallwood K.S., Thelander C.G., 2004. Developing methods to reduce bird mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area. Final Report by BioResource Consultants to the California Energy Commission, Public Interest Energy Research-Environmental Area, Contract No. 500-01-019.
- Smallwood K.S., Thelander C.G., 2008. Bird Mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area, California. *Journal of wildlife management* 72:215-223.
- Smallwood K.S., 2008. Personal communication with the author.
- Spaans A., Van Den Bergh L., Dirksen S., Van Der Winden J., 1998. Windturbines en vogels: hoe hiermee om te gaan? *De Levende Natuur* 99:115-121.
- Spaans A., van der Winden J., Lensink R., van den Bergh L., Dirksen S., 1998. Vogelhinder door windturbines. Landelijk onderzoeksprogramma, deel 4: nachtelijke vliegbewegingen en vlieghoogtes van vogels langs de Afsluitdijk. Bureau Waardenburg rapport 98.015. Bureau Waardenburg, Culemborg / Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Wageningen.
- Spaans A., 2003a. Adviesnota betreffende de plaatsing van 2 windturbines te Diksmuide-Nieuwkapelle. Consultancy voor windenergie en vogelhinder, 14/02/2003, Arnhem.
- Spaans A., 2003b. Kanttekeningen bij de notitie Advies IN.A.2003.72 d.d. 10 april 2003 van het Instituut voor Natuurbehoud met betrekking tot de 'inplanting van 2 windturbines te Diksmuide-Nieuwkapelle (project 'De Put'): Toelichting bij eerdere adviezen van het Instituut voor Natuurbehoud en reactie op de adviesnota van dhr. Spaans. Consultancy voor windenergie en vogelhinder, 15/04/2003, Arnhem.
- Stewart G, Pullin A., Coles C., 2007. Poor evidence-base for assessment of windfarm impacts on birds. *Environmental Conservation* 34:1-11.
- Stienen E., 2007. Database van broedvogels in de haven van Zeebrugge en Baai van Heist. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.
- Stienen E., Courtens W., Everaert J., Van de Walle M., 2008. Sex-biased mortality of Common Terns in wind farm collisions. *The Condor* 110:154-157.
- Still D., Little B., Lawrence S., 1996. The Effect of Wind Turbines on the Bird Population at Blyth Harbour, Northumberland. ETSU W/13/00394/REP.

Tucker V.A., 1996. Using a collision model to design safer wind turbine rotors for birds. *Journal of Solar Energy Engineering* 118:263-269.

US Fish and Wildlife Service, 2003. Interim guidelines to avoid and minimize wildlife impacts from wind turbines. United States Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington DC.

Vanaverbeke J., Franco M.A., Remerie T., Vanreusel A., Vincx M., Moodley L., Soetaert K., van Oevelen D., Courtens W., Stienen E., Van de Walle M., Deneudt K., Vanden Berghe E., Draisma S., Hellemans B., Huyse, T., Volckaert F., Van den Eynde D., 2007. Higher trophic levels in the southern North Sea "TROPHOS": Final report EV/25. Belgian Science Policy: Brussel, Belgium.

Van den Bergh L., Spaans A., Van Swelm N., 2002. Lijnopstellingen van windturbines geen barrière voor voedselvluchten van meeuwen en sterns in de broedtijd. *Limosa* 75:25-32.

Van der Winden J., Dirksen S., van den Bergh L., Spaans A., 1996. Nachtelijke vliegbewegingen van duikeenden bij het windpark Lely in het IJsselmeer. Bureau Waardenburg rapport 96.34, Bureau Waardenburg, Culemborg/Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Wageningen.

Van der Winden J., Spaans A., Tulp I., Verboom I., Lensink R., Jonkers D., Van den Haterd R., Dirksen S., 1999. Deelstudie Ornithologie MER Interprovinciaal Windpark Afsluitdijk. Bureau Waardenburg rapport 99.002. Bureau Waardenburg, Culemborg/Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Wageningen.

Van Hoorick G., 2001. De invloed van de Vogel- en Habitatrichtlijngebieden op het statuut van onroerende goederen. Vakgroep Publiekrecht en Belastingrecht. Universiteit Gent.

Van Renterghem A., 2003. Uitbouw van de westelijke voorhaven van Zeebrugge – aantasting van leefgebieden van Bijlage I-soorten van de Vogelrichtlijn die niet zijn aangewezen als speciale beschermingszone in uitvoering van de Vogelrichtlijn. Afdeling Juridische Dienstverlening. Departement LIN. Brussel.

Veen J., Stienen E., Brenninkmeijer A., Offringa H., Meire P., Van Waeyenberge J., 1997. Ecologische randvoorwaarden voor de aanleg van een broedplaats voor sterns in de voorhaven van Zeebrugge. Rapport IN 97/15. Instituut voor Natuurbehoud.

Verboom B., Limpens H., 2001. Windmolens en vleermuizen. *Zoogdier* 12 (2).

Vermeersch G., Anselin A., Devos K., Herremans M., Stevens J., Gabriëls J., Van Der Krieken B., 2004. Atlas van de Vlaamse broedvogels 2000-2002. Mededelingen van het Instituut voor Natuurbehoud 23, Brussel, 496 p..

Vlaamse Regering, 2000. Omzendbrief: EME/2000/01. Omzendbrief EME/2000.01. Afwegingskader en randvoorwaarden voor de inplanting van windturbines. Belgisch Staatsblad, bl. 30220. Brussel, 01.09.2000.

Vlaamse regering, 2002. Decreet houdende wijziging van het decreet van 21 okt. 1997 betreffende het natuurbehoud en het natuurlijk milieu. Belgisch Staatsblad 31.08.2002. ed.2, p. 38791-38811.

Vlaamse regering, 2005. Besluit van de Vlaamse Regering houdende de definitieve vaststelling van het gebied « Kustbroedvogels te Zeebrugge-Heist » dat in aanmerking komt als speciale beschermingszone in toepassing van de Richtlijn 79/409/EEG van de raad van de Europese Gemeenschappen van 2 april 1979 inzake het behoud van de vogelstand. Belgisch Staatsblad, 12.09.2005. p. 39761-39766.

Vlaamse regering, 2006. Omzendbrief: EME/2006/01- RO/2006/02. Afwegingskader en randvoorwaarden voor de inplanting van windturbines. Belgisch Staatsblad 24.10.2006, p. 56705-56713.

VUB & ODE-Vlaanderen, 2001. Windplan Vlaanderen 2001. Een onderzoek naar mogelijke locaties voor windturbines. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie. CD-ROM, deel 1: Ruimtelijke Kaarten en Handleiding.

Warnke U., 2008. Bees, birds and mankind. Destroying nature by 'electrosmog'. Kompetenz Initiative, Germany (English translation of German report).

Wetlands International 2002. Waterbird population estimates – third edition. Wetlands International Global Series No.12. Wageningen, The Netherlands.

Wetlands International 2006. Waterbird population estimates – fourth edition. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands.

Wiggelinkhuizen E.J., Rademakers L.W.M.M., Barhorst S.A.M., Boon H.J.D., 2006. Bird collision monitoring system for multi megawatt wind turbines WT Bird; Prototype development and testing. ECN-E--06-027.

Winkelman J.E., 1992 a-d. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr) op vogels, 1: aanvaringsslachtoffers, 2: nachtelijke aanvaringskansen, 3: aanvliegedrag overdag, 4: verstoring. RIN-rapport 92/2-5. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Arnhem.

Winkelman J.E., 1995. Bird/wind turbine investigations in Europe. Proc. National Avian-Wind Power Meetings, Denver Colorado, 20-21 July 1994. pp. 43-48.

Winkelman J.E., 2008. Personal communication with the author.