



**“ Interactie tussen locaties voor windturbines en  
vogelbestanden in Vlaanderen. ”**

*Project op het Instituut voor Natuurbehoud in opdracht van het Vlaamse Gewest,  
administratie Economie, afdeling Natuurlijke rijkdommen en Energie.*

# **WINDTURBINES EN VOGELS IN VLAANDEREN**

**Voorlopige onderzoeksresultaten  
en buitenlandse bevindingen**

**Joris Everaert, Koen Devos & Eckhart Kuijken**

Instituut voor Natuurbehoud  
Kliniekstraat 25  
1070 Brussel

Rapport van het Instituut voor Natuurbehoud 2002.3

|   |           |
|---|-----------|
| <b><u>1. INLEIDING</u></b>                              | <b>3</b>  |
| <b><u>2. ALGEMENE SITUERING VAN DE PROBLEMATIEK</u></b> | <b>4</b>  |
| 2.1. Aanvaringsaspect                                   | 4         |
| 2.2. Verstoringaspect                                   | 6         |
| 2.2.1. Broedvogels                                      | 6         |
| 2.2.2. Pleisterende vogels                              | 6         |
| 2.2.3. Langsvliegende vogels                            | 8         |
| <b><u>3. MONITORING IN VLAANDEREN</u></b>               | <b>9</b>  |
| 3.1. Doelstelling                                       | 9         |
| 3.2. Oostdam te Zeebrugge                               | 9         |
| 3.2.1. Materiaal en methoden                            | 9         |
| 3.2.2. Resultaten                                       | 12        |
| 3.3. Boudewijnkanaal te Brugge                          | 33        |
| 3.3.1. Materiaal en methoden                            | 33        |
| 3.3.2. Resultaten                                       | 35        |
| 3.4. Elektriciteitscentrale te Schelle                  | 46        |
| 3.4.1. Materiaal en methoden                            | 46        |
| 3.4.2. Resultaten                                       | 48        |
| 3.5. Discussie  | 52        |
| 3.5.1. Aanvaringsaspect                                 | 52        |
| 3.5.2. Verstoringaspect                                 | 56        |
| <b><u>4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN</u></b>            | <b>59</b> |
| <b><u>5. DANKWOORD</u></b>                              | <b>63</b> |
| <b><u>6. SUMMARY</u></b>                                | <b>64</b> |
| <b><u>7. LITERATUUR / REFERENTIES</u></b>               | <b>65</b> |
| <b><u>8. BIJLAGEN</u></b>                               | <b>69</b> |



## 1. INLEIDING

Uit onderzoek in het buitenland is gebleken dat windturbines in bepaalde situaties een gevaar kunnen vormen voor vogels. Vogels kunnen tijdens het vliegen in botsing komen met de turbines of kunnen dermate verstoord worden dat ze gebieden met windturbines mijden. Het locatiebeleid van windturbines dient dan ook zorgvuldig te gebeuren waarbij gebieden met grote aantallen vogels of met zeldzame en bedreigde soorten zoveel mogelijk vermeden worden. In Vlaanderen staan heel wat projecten rond windenergie op stapel, hierin aangemoedigd door de Vlaamse Regering die streeft naar een aandeel van 3 % hernieuwbare elektriciteitsproductie tegen 2004. In september 2000 verscheen de Omzendbrief EME/2000.01 van de Vlaamse Regering (MINISTERIE VAN DE VLAAMSE GEMEENSCHAP, 2000) waarin een algemeen afwegingskader en randvoorwaarden voor de inplanting van windturbines in Vlaanderen worden toegelicht. Om de ideale locaties voor windturbineparken te selecteren hebben de Organisatie Duurzame Energie Vlaanderen (ODE-Vl.) en de VUB in december 2000 ook een "Windplan Vlaanderen" opgemaakt (DEWILDE et al., 2000). Deze wetenschappelijke studie kan nuttige informatie opleveren omtrent ruimtelijke en windtechnische haalbaarheid van concrete projecten. Als beleidskader is nog steeds de Omzendbrief EME 2000.01 van toepassing. Ook randvoorwaarden met betrekking tot natuur en vogels zijn in deze omzendbrief vermeld. Het is in dit kader dat op het Instituut voor Natuurbehoud (IN) een project werd opgestart om de nodige beleidskennis op te bouwen inzake de interacties tussen windturbines en vogelbestanden in Vlaanderen. Het project gebeurde in opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, administratie Economie, afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie, en liep van 15 mei 2000 tot eind 2001. Het onderzoek bestond uit twee luiken, de opmaak van een Vogelatlas enerzijds en adviesverlening en monitoring anderzijds.

### - VOGELATLAS:

- gebieden die een nationaal of internationaal beschermingsstatuut hebben voor vogels (Vogel- en Habitatrictlijngebieden, Ramsargebieden, enz ...)
- gebieden die grote vogelconcentraties herbergen (eigenlijke vogelatlas)
- gebieden waar zich veel vogelbewegingen voordoen (eigenlijke vogelatlas)

De gedigitaliseerde gegevens van de officieel beschermde gebieden (Vogel- en Habitatrictlijngebieden) werden reeds eind 2000 doorgegeven en opgenomen in het Windplan Vlaanderen. De eigenlijke vogelatlas (inclusief bijkomend rapport met achtergrondinformatie voor de interpretatie) werd begin 2002 aan de Vlaamse overheid overhandigd, en zal kunnen geraadpleegd worden naast het Windplan Vlaanderen.

### - ADVIES EN MONITORING:

- Monitoring van de effecten van bestaande windturbines in Vlaanderen.
- Voorafgaandelijk onderzoek naar mogelijke interacties met vogels op locaties waar op korte termijn windturbines gepland worden.
- Adviesverlening voor mogelijke windturbinelocaties die gepland worden in de loop van de projectperiode.

De titels van de opgemaakte adviezen zijn weergegeven in bijlage 8.6. De resultaten van de monitoring zijn verwerkt in dit verslag (hoofdstuk 3), maar eerst wordt een korte samenvatting gegeven van de onderzoeksresultaten uit het buitenland.



## 2. ALGEMENE SITUERING VAN DE PROBLEMATIEK

In diverse landen – ondermeer in Nederland, Duitsland en Denemarken – is reeds heel wat wetenschappelijk onderzoek uitgevoerd naar de mogelijke gevolgen van windturbines voor vogels (zie ondermeer WINKELMAN (1989, 1992), MUSTERS *et al.* (1991), GUILLEMETTE *et al.* (1999)). Een samenvattend overzicht over de huidige inzichten is recent verschenen in SPAANS *et al.* (1998) en VAN DER WINDEN *et al.* (1999).

Vogelhinder door windturbines kan zich op twee vlakken voordoen:

- (1) vogels kunnen in aanvaring komen met delen van de turbine (meestal de rotorbladen) en daarbij gedood of gewond worden. Dit is het ***aanvaringsaspect***.
- (2) Bij de aanleg van windturbines kunnen geschikte broed-, foerageer- of rustgebieden verloren gaan door direct ruimtebeslag maar ook indirect doordat de vogels verstoord worden door de aanwezigheid, de beweging of het geluid van turbines. Dit is het ***verstoringsaspect***.

### **2.1. Aanvaringsaspect**

Het aantal vogels dat botst is meestal evenredig met de aantallen die aanwezig zijn in de omgeving van turbines. Locale factoren spelen echter een zeer belangrijke rol, de resultaten van specifieke onderzoekslocaties kunnen daarom niet veralgemeend worden. Uit onderzoek in het buitenland kwamen volgende conclusies naar voor (zie ook SPAANS *et al.*, 1998 ; VAN DER WINDEN *et al.*, 1999).

- De kans op aanvaringen tussen vogels en windturbines is het hoogst tijdens de nacht en in de avond- of ochtendschemering, of onder slechte zichtomstandigheden.
- De aanvaringskans is het grootst op plaatsen waar veel vogels op geringe hoogte passeren.
- Het aantal slachtoffers per kilometer windturbines is vergelijkbaar met het aantal slachtoffers per kilometer drukke verkeersweg of hoogspanningslijn (WINKELMAN, 1992a). Op enkele locaties in Nederland kwam men tijdens de voor- en najaarstrek uit op een gemiddelde van 0,06 tot 0,11 slachtoffers per dag per kleine tot middelgrote windturbine. Een 1000 MW geplaatst vermogen op land - en kustlocaties zou voor kleine tot middelgrote windturbines op jaarbasis een gemiddelde geven van ongeveer 21.000-46.000 slachtoffers (WINKELMAN, 1992a). KOOP (1997) kwam voor een 1000 MW geplaatst vermogen van middelgrote windturbines tot een hogere schatting van ongeveer 60.000-100.000 slachtoffers per jaar. Bij een aantal grote windturbines worden er momenteel minder slachtoffers vastgesteld (0-10 /jaar/turbine), maar bijkomend onderzoek op meerdere locaties moet deze stelling nog bevestigen (MUSTERS *et al.*, 1996 ; PERCIVAL, 1999). Locaties waar veel vliegbewegingen voorkomen zullen zeer waarschijnlijk een groter aantal slachtoffers hebben.
- De kans op aanvaringen stijgt naarmate de rotoroppervlakte en het aantal rotorbladen (meestal 2 of 3) toeneemt. Van de vogels die uiteindelijk door het rotorvlak vlogen, bleek 5% met de windturbine in aanraking te komen.
- De aanvaringskans toont verschillen tussen soorten en soortgroepen. Zo verongelukken 's nachts relatief meer zangvogels en meeuwen, en komen naar verhouding meer eenden dan steltlopers om het leven.



Gezien de grootste problemen zich voordoen op plaatsen waar veel vogels in het donker en op geringe hoogte passeren, kunnen we aannemen dat de risico's bij de voor- en najaarstrek (meestal op grote hoogte en over een breed front) kleiner zijn dan bij lokale vliegbewegingen (meestal op lage hoogte, < 150 meter). Voorbeelden van dergelijke lokale vliegbewegingen zijn de hoog- en laagwatertrek van steltlopers in getijdengebieden en de verplaatsingen van eenden (soms ook zwanen, ganzen, meeuwen en stern) tussen rust-, broed-, en voedselgebieden (Tabel 2.1.). Veel van deze verplaatsingen gebeuren in de schemering of 's nachts ('slaaptrek'). Daarnaast zijn voedselvluchten van koloniebroedende vogels een belangrijke bron van diurnale lokale verplaatsingen. Alle verzamelde gegevens in het buitenland wijzen er op dat al deze lokale vliegbewegingen vrijwel geheel op windturbinehoogte plaatsvinden. Hoewel stuwung 's nachts inderdaad weinig voorkomt gebruiken tal van zangvogelsoorten tijdens de voor- en najaarstrek de kust (en sommige grote rivieren) toch ook als een gidslijn. Hierdoor ontstaan ook relatief hoge dichtheden trekvogels over een zone van enkele kilometers breed. Bovendien kunnen verschillende van deze soorten bij tegenwind en tijdens slechte weersomstandigheden ook massaal in de lagere luchtlagen doorvliegen, waardoor de aanvaringskans sterk kan toenemen.

| Soort          | Geconcentreerde trek | Aanvaringsrisico |
|----------------|----------------------|------------------|
| Roodkeelduiker | nee                  | ?                |
| fuutachtigen   | nee                  | ?                |
| Aalscholver    | nee                  | ?                |
| Blauwe Reiger  | nee                  | ?                |
| Knobbelzwaan   | nee                  | ?                |
| ganzen         | ja                   | ?                |
| Bergeend       | nee                  | ?                |
| zwemeenden     | ja                   | +                |
| Tafeleend      | ja                   | +                |
| Kuifeend       | ja                   | +                |
| Toppereend     | ja                   | +                |
| Brilduiker     | nee                  | ?                |
| Eidereend      | ja                   | +                |
| zee-eenden     | ja                   | +                |
| zaagbekken     | nee                  | ?                |
| Meerkoet       | nee                  | ?                |
| steltlopers    | ja                   | +                |
| meeuwen        | ja                   | +                |
| Zwarte stern   | ja                   | +                |
| overige sterns | nee                  | ?                |

Tabel 2.1. Voorkomen van geconcentreerde lokale trekbewegingen in het donker, en daaraan gerelateerde aanvaringsrisico's (VAN DER WINDEN, 1999) (+ = aanwezig, ? = onbekend).



## **2.2. Verstoringsaspect**

### **2.2.1. Broedvogels**

In het tot op heden uitgevoerde onderzoek zijn er weinig duidelijke aanwijzingen gevonden dat windturbines verstoring veroorzaken onder broedvogels. Onderzoekers veronderstellen dat gewinning en plaatstrouw aan broedgebied hierbij een rol spelen. In SPAANS *et al.* (1998) wordt er evenwel op gewezen dat de meeste verrichte studies allemaal gedurende slechts één tot twee jaar na plaatsing van de turbines plaatsvonden. Het is niet onmogelijk dat de effecten van verstoring pas goed zichtbaar worden als de aanwezige broedvogels (die vaak een sterke plaatstrouw vertonen) door sterfte vervangen worden door een nieuwe generatie. Recent nog zijn er onderzoeksresultaten gepubliceerd waarbij gesteld werd dat een aantal soorten zoals de Kievit zeker binnen de 100 m een duidelijke verstoring ondervinden (HANDKE *et al.*, 1999).

### **2.2.2. Pleisterende vogels**

In diverse studies is aangetoond dat windturbines verstoring kunnen veroorzaken onder foeragerende en rustende vogels, zowel op het land als op het water. Ook hier bestaan echter grote verschillen tussen soorten en soortengroepen in de afstand en de mate waarin verstoring optreedt. In open agrarisch gebied ondervonden vooral eenden, steltlopers en meeuwen een duidelijk verstoringseffect, dit in tegenstelling tot kraaiachtigen en Spreeuwen. Afhankelijk van de soort lag de verstoringafstand bij onderzoek in Nederland, Duitsland en Denemarken tussen 100 en 800 meter. Binnen deze zones rond de turbines varieerde de aantalsvermindering van de verschillende soorten tussen 60 en 95% (Tabel 2.2.).

Bij een recente studie in Duitsland werd een duidelijk verstoringseffect vastgesteld op Kolganzen. Voor de plaatsing van de windturbines pleisterden in het bewuste gebied aanzienlijk grote aantallen Kolganzen. Na de installatie van de turbines werden in een zone van 400 m rond de turbines geen Kolganzen meer waargenomen, en in een zone van 400-600 m rond de turbines kon een reductie van 50 % vastgesteld worden (KRUCKENBERG & JAENE, 1999). In Denemarken werden bij grote windparken met kleine windturbines voor de Kleine Rietgans eveneens verstoringafstanden van 400 m gemeten (OSIECK & WINKELMAN, 1990).

Ook vogels die op het water pleisteren worden verstoord door windturbines die aan de rand of in het water staan. Verstoringsafstanden voor diverse soorten watervogels (vnl. eenden) lopen op tot 400 meter (WINKELBRANDT *et al.*, 2000 ; VAN DER WINDEN *et al.*, 1999 ; WINKELMAN, 1989). Voor rustende en pleisterende Tafeleenden, Kuifeenden en Brilduikers werd een vermindering van gemiddeld 80 % vastgesteld in een zone van 150 m rond de turbines. Bij de Wilde Eend en de meeste overige zwemeenden kon in een zone van 300 m rond de turbines een aantalsvermindering van 60 % worden aangetoond. De meeste steltlopers vertonen een aantalsvermindering van ongeveer 90 % binnen een afstand van 100 m tot de turbines, voor de Wulp is dit het geval tot 500 m ervan (VAN DER WINDEN *et al.*, 1999 ; WINKELMAN, 1989 , 1992-d). Ook bij de grote windparken in Denemarken werden gelijkaardige verstoringafstanden voor watervogels opgemeten. Over het effect op zangvogels die buiten het broedseizoen soms ook in grote groepen pleisteren, zijn weinig of geen gegevens bekend.



| Soort                | Verstorings-<br>gevoeligheid | Verstorings-<br>afstand (m) | Aantals-<br>afname (%) |
|----------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| Roodkeelduiker       | ?                            | ?                           | ?                      |
| Fuut                 | ?                            | ?                           | ?                      |
| overige fuutachtigen | ?                            | ?                           | ?                      |
| Aalscholver          | ?                            | ?                           | ?                      |
| Blauwe Reiger        | ?                            | ?                           | ?                      |
| Knobbelzwaan         | +                            | 200                         | (75)                   |
| Wilde Zwaan          | +                            | 500                         | 60                     |
| Grauwe Gans          | +                            | 300                         | 60                     |
| Kolgans              | +                            | 600                         | 50                     |
| Kleine Rietgans      | +                            | 400                         | 95                     |
| Rietgans             | +                            | 200                         | 60                     |
| Brandgans            | +                            | 400                         | 60                     |
| Rotgans              | +                            | 300                         | 60                     |
| Bergeend             | (+)                          | (300)                       | (60)                   |
| Krakeend             | +                            | 300                         | 60                     |
| Kuifeend             | +                            | 150                         | 80                     |
| Tafeleend            | +                            | 150                         | 80                     |
| Toppereend           | +                            | (150)                       | (80)                   |
| Slobeend             | +                            | 300                         | 60                     |
| Smient               | +                            | 400                         | 90                     |
| Wilde Eend           | +                            | 300                         | 60                     |
| Wintertaling         | +                            | 300                         | 60                     |
| Brilduiker           | +                            | 150                         | 80                     |
| Eidereend            | (+)                          | (150)                       | (80)                   |
| zee-eenden           | (+)                          | (150)                       | (80)                   |
| zaagbekken           | (+)                          | (150)                       | (80)                   |
| Meerkoet             | +                            | 50                          | ?                      |
| Wulp                 | +                            | 500                         | 90                     |
| Kemphaan             | +                            | 200                         | 90                     |
| Kievit               | +                            | 300                         | 60                     |
| overige steltlopers  | +                            | 100                         | 90                     |
| Kokmeeuw             | +                            | 100                         | 60                     |
| Stormmeeuw           | +                            | 100                         | 60                     |
| overige meeuwen      | (+)                          | (100)                       | (60)                   |
| Visdief              | (+)                          | (100)                       | (60)                   |
| Zwarte Stern         | (+)                          | (100)                       | (60)                   |
| Spreeuw              | -                            | ?                           | ?                      |
| kraaiachtigen        | -                            | ?                           | ?                      |

Tabel 2.2. Overzicht verstoringsrisico (- = niet of verwaarloosbaar, + = aanwezig), verstoringsafstand en mate van verstoring voor rustende en foeragerende vogels. Haakjes duiden erop dat van de soort geen actuele informatie beschikbaar is en gebruikte waarden betrekking hebben op gegevens van verwante soorten met een vergelijkbare levenswijze (WINKELBRANDT et al., 2000 ; WINKELMAN, 1989 , 1992-d ; VAN DER WINDEN et al., 1999).



### **2.2.3. Langsvliegende vogels**

Te Oosterbierum in Nederland bleek het aantal langsvliegende vogels na bouw van een windpark afgenomen te zijn. Het effect was groter naarmate de turbines dichter bij elkaar stonden. Bepaalde soorten waren meer gevoelig dan andere, met als meest gevoelige Wilde Eend, Watersnip, Wulp, piepers, Spreeuwen en mogelijk ook lijsters (WINKELMAN, 1992). Ook is nagegaan hoe de vogels 's nachts reageren op de aanwezigheid van turbines. Meestal probeerden de vogels op korte afstand de turbines te mijden door zijwaarts uit te wijken. Bij een windturbinerij op het IJsselmeer bleken Kuif- en Tafeleenden tijdens foerageervluchten in heldere nachten de rij met turbines probleemloos te kruisen door tussen de turbines te vliegen. In donkere nachten meden de vogels echter het park door een omtrekkende beweging te maken (VAN DER WINDEN *et al.*, 1996). Vogels die goed vertrouwd zijn met het gebied lijken dus in donkere nachten rekening te houden met de aanwezigheid van windturbines. Deze gegevens wijzen er tevens op dat een rij turbines in donkere nachten als een zekere barrière gaat werken, en een risico betekent voor doortrekkende vogels die niet vertrouwd zijn met de omgeving.





## 3. MONITORING IN VLAANDEREN

### 3.1. Doelstelling

Bij de start van het project werd volgende doelstelling geformuleerd: Opbouw van de nodige beleidskennis inzake de interacties tussen windturbines en vogelbestanden in Vlaanderen, op basis van eigen onderzoek naar aanvaringskansen en verstoring, en in combinatie met buitenlandse bevindingen.

Voor het eigen onderzoek werden in de eerste plaats de twee grootste windturbinelocaties in Vlaanderen uitgekozen; aan de Oostdam te Brugge-Zeebrugge (23 kleine tot middelgrote turbines) en langs het Boudewijnkanaal te Brugge (5 middelgrote turbines). In april 2001 werd ook gestart op een derde locatie te Schelle (3 grote turbines).

### 3.2. Oostdam te Zeebrugge

#### 3.2.1. Materiaal en methoden

##### 3.2.1.1. Aanvaringsaspect

###### 3.2.1.1.1. Periode 1991-1999

In de Voorhaven van Zeebrugge staan 23 kleine tot middelgrote windturbines opgesteld op de oostelijke strekdam en de dwarsdam t.h.v. de LNG-terminals. Tot en met 1999 waren dat 21 kleine 200 kW turbines met masthoogte  $\pm 22$  m en rotordiameter  $\pm 14$  m, één kleine 400 kW turbine met masthoogte  $\pm 32$  m en rotordiameter 34 m, en één middelgrote 600 kW turbine met masthoogte  $\pm 55$  m en rotordiameter 48 m. Sinds 1991 worden op regelmatige basis 'windturbineslachtoffers' verzameld op de Oostdam te Zeebrugge. Op wekelijkse of tweewekelijkse basis werden door G. De Putter *et al.* onder de turbines kadavers geraapt, waarbij soort, leeftijd en doodsoorzaak van de betreffende vogels werden genoteerd. In 2000 werd een deel van de windturbines vervangen door nieuwe. Bijgevolg zijn er geen duidelijke gegevens voor dat jaar. De turbines staan op de rand van een dienstweg die de volledige vlakke component van de strekdam uitmaakt. Standaard wordt gerekend dat een zoekgebied met een straal van 50 m rond de turbine voldoende is om de meeste, zonet alle slachtoffers te vinden (WINKELMAN, 1989 ; 1992a). Door de positie van de windturbines op de Oostdam (op rand van smalle weg en water; aan andere zijde weg met grote, niet te doorzoeken steenblokken) is de vindkans gereduceerd tot nauwelijks 11 % van het werkelijk gemaakte aantal slachtoffers (SEYS *et al.*, 1999). De gevonden aantallen dienen derhalve gecorrigeerd op het beschikbaar zoekoppervlak. Bij de schatting van het werkelijk aantal slachtoffers gedurende de periode 1991-1999 werd gebruik gemaakt van de volgende formule:

$$N\text{-geschat} = N_a * C_z * C_e$$

waarin  $N_a$  het totale aantal vastgestelde turbineslachtoffers is en  $C_z$  de correctiefactor voor het zoekoppervlak, zijnde 9,09 (100/11) en  $C_e$  de correctiefactor voor de zoekefficiëntie die door het goed overzichtelijke zoekoppervlak (asfalt en kiezels) op 1 wordt geschat. De gebruikte formule is afgeleid van de door WINKELMAN (1992a) beschreven formule, maar dan zonder bijkomende predatiefactor en aandeel zoekdagen. Een predatieproef voor kleine vogels werd namelijk niet uitgevoerd, en er wordt aangenomen dat de correctiefactor voor de predatie en deze voor het aandeel zoekdagen afhankelijk zijn van elkaar.



## 3.2.1.1.2. Onderzoeksjaar 2001

Eind 2000 werden 11 turbines op de oostelijke strekdam vervangen door iets grotere types zoals de reeds bestaande 400 kW turbine met masthoogte  $\pm 32$  m en rotordiameter 34 m. Momenteel staan er dus 12 kleine 400 kW turbines (32 m mast, 34 m rotor) op de oostelijke strekdam, 10 kleine 200 kW turbines (22 m mast, 14 m rotor) op dwarsdam t.h.v. de LNG-terminals, en 1 middelgrote 600 kW turbine (55 m mast, 48 m rotor) ook t.h.v. de LNG-terminals. In het kader van het monitoringsluik van het project 'Interactie tussen locaties voor windturbines en vogelbestanden in Vlaanderen' kon gedurende de periode januari - december 2001 wekelijks gezocht worden naar aanvaringsslachtoffers. In de loop van 2000 werd een sterneneiland aangelegd t.h.v. de meest noordelijke windturbines. De zoekafstand onder de turbines werd daar dus gewijzigd (zie ook figuur 3.9.). De vindkans langs 9 turbines van de zeevaartse cluster en 7 turbines van de landwaartse cluster blijft gereduceerd tot nauwelijks 11 % van het werkelijk gemaakte aantal slachtoffers. Voor de meest noordelijke turbine aan de zeevaartse cluster is dit 42 % en voor twee andere turbines aan de zeevaartse cluster is dit 61 %. Een gedeelte van deze 61 % werd gedurende het broedseizoen niet systematisch afgezocht (kans op verstoring van broedvogels op het sterneneiland). Het uiteindelijke zoekoppervlak komt daardoor voor deze 2 turbines op ongeveer 24 % te liggen. Tevens werd ook een berekening gemaakt van het beschikbaar zoekoppervlak voor de 4 turbines t.h.v. Distrigas. In de periode 1991-1999 werden daar geen of zeer weinig slachtoffers vastgesteld, bijgevolg was daar ook geen bijkomende correctiefactor toegepast. Voor 3 turbines t.h.v. Distrigas is het zoekoppervlak gereduceerd tot 75 % en voor de overige turbine is dit 56 %. De nieuwe correctiefactoren voor het zoekoppervlak zijn dus 9,09 (100/11) voor 16 turbines, 2,38 (100/42) voor 1 turbine, 4,17 (100/24) voor 2 turbines, 1,33 (100/75) voor 3 turbines en 1,79 (100/56) voor 1 turbine. De gemiddelde correctiefactor bedraagt dan 7,14.

Nagenoeg alle slachtofferonderzoeken bij obstakels hebben te maken met voortijdige predatie. In WINKELMAN (1992b) is hiervan een overzicht gegeven. Daarom werd ter bepaling van de mate van predatie gedurende 2001 de verdwijnsnelheid van zelf uitgelegde kleine vogels bepaald. Het uitleggen van de kadavers gebeurde onafhankelijk van elkaar, en de uitlegplekken lagen 'at random' verspreid over het systematisch af te zoeken deel van het windpark. Er werden geen grotere vogels (zoals meeuwen) uitgelegd omdat de ervaring gedurende de voorbije jaren toont dat deze vogels altijd minstens een week blijven liggen. Bij de schatting van het werkelijk aantal slachtoffers werd gebruik gemaakt van de volgende formules, afgeleid van de door WINKELMAN (1992a) beschreven formule, maar dan zonder bijkomende factor voor het aandeel zoekdagen omdat er wordt aangenomen dat de correctiefactor voor de predatie en deze voor het aandeel zoekdagen afhankelijk zijn van elkaar.

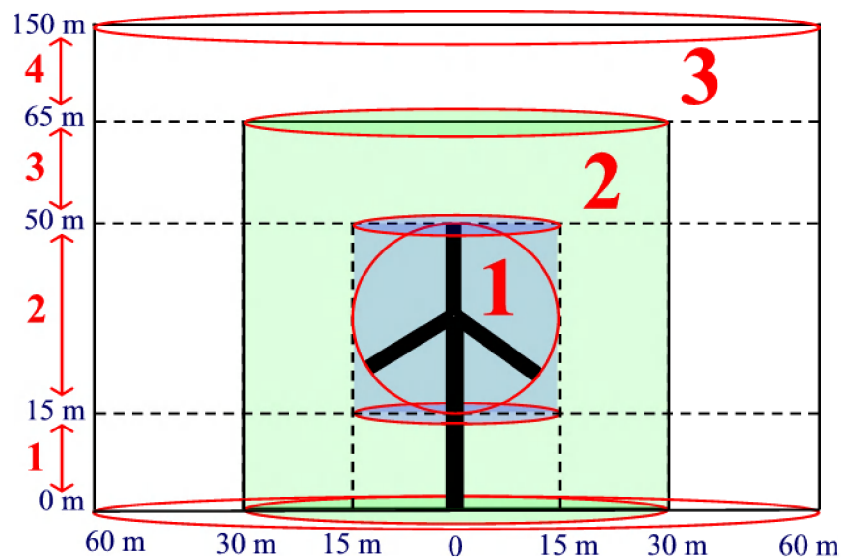
|                |  |
|----------------|--|
| Kleine vogels  | $N\text{-geschat} = N_a * C_z * C_p * C_e$ |
| Grotere vogels | $N\text{-geschat} = N_a * C_z * C_e$       |

waarin  $N_a$  het totale aantal vastgestelde turbineslachtoffers is,  $C_z$  de correctiefactor voor het zoekoppervlak, zijnde 9,09 of 2,38 of 1,64 of 1,33 of 1,79 afhankelijk van de plaats van de turbine,  $C_p$  de correctiefactor voor de predatie (zie verder), en  $C_e$  de correctiefactor voor de zoekefficiëntie die door het goed overzichtelijke zoekoppervlak (asfalt, kiezels en strand) op 1 wordt geschat.



### 3.2.1.2. Verstoringsaspect

Ten westen van de 4 meest noordelijke windturbines ligt een aangelegd sterneneiland. De belangrijkste broedvogels zijn daar momenteel de Dwergstern en Strandplevier. Gedurende het broedseizoen en najaar werden de vliegbewegingen van alle overvliegende vogels (vnl. Dwergstern, Visdief, Zilvermeeuw, Kleine Mantelmeeuw en Grote Mantelmeeuw) genoteerd en vermeld of er een duidelijke reactie was op de aanwezige windturbines. Dit gebeurde op 8 volledige dagen (incl. ochtend- en avondschemering) in de periode juni-juli 2000 en 2001 en op 4 volledige dagen en 2 volledige nachten in de periode september-oktober 2001. 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. (zie bijlage 8.1. - 8.2.). De gebruikte ruimtelijke verdeling rond de turbines (Figuur 3.1.) werd afgeleid van de door WINKELMAN (1992c) toegepaste verdeling. Ook werd er nagegaan tot op welke afstand van de turbines er gebroed werd. Daarnaast werd het gehele jaar door op regelmatige basis de afstand tot de turbines opgemeten van pleisterende vogels.



Figuur 3.1. Ruimtelijke verdeling rond de windturbines aan de Oostdam te Zeebrugge.



Figuur 3.2. Gedeelte van het windturbinepark, Oostdam, Zeebrugge.

### **3.2.2. Resultaten**

#### **3.2.2.1. Aanvaringsaspect**

##### 3.2.1.1.1. Periode 1991-1999

###### Aantal slachtoffers

De resultaten van de periode 1991-1999 geven aan dat in Zeebrugge jaarlijks 30-80 vogels dood worden aangetroffen, wat neerkomt op 273-727 vogels/jaar voor het ganse windpark, d.i. gecorrigeerd naar zoekoppervlak (SEYS *et al.*, 1999). De gevonden kadavers lagen op een gemiddelde afstand van 11 m tot de turbines (min. 2 m, max. 90 m). Omgerekend naar de doorgaans in de literatuur gehanteerde eenheid, komt dit neer op 11-29 slachtoffers/jaar/turbine. Bij de tellingen bleek echter snel dat nagenoeg alle slachtoffers te vinden waren in de cluster van 12 turbines die op de Oostdam zelf zijn geplaatst, met het leeuwendeel onder de zes verst van de LNG-terminals verwijderde turbines. Wordt er gedifferentieerd voor het verschil in locatie, dan komen we tot een aanvaringskans van 22-58 vogels/jaar/turbine (*zeewaartse en dwars op de trekrichting geplaatste cluster*) en < 4 vogels/jaar/turbine (*meer parallel met de overheersende trekrichting geplaatste landwaartse cluster*). Rekening houdend met de beperkte trefkans, het systematisch verwijderen van sommige vogelkadavers door de onderhoudsdiensten van Interelectra en het minder frequente speurwerk tijdens de zomermaanden (broedseizoen meeuwen en stern) dient dit cijfer als een absoluut minimum te worden beschouwd van het werkelijke aantal sneuvelende vogels.

###### Soorten

Het overgrote deel van de vogelslachtoffers (> 90 %) op de Oostdam betreft meeuwen, met vooral de Zilvermeeuw als goed vertegenwoordigde soort (naast kleinere aantallen Kleine Mantelmeeuw, Grote Mantelmeeuw, Kokmeeuw, Stormmeeuw en Drieteenmeeuw). Slechts bij uitzondering werden soorten als Visdief, Roodborsttapuit, Scholekster, Torenavalk en Gierzwaluw aangetroffen.

##### 3.2.1.1.2. Onderzoeksjaar 2001

###### Aantal slachtoffers

De resultaten van de periode januari - december 2001 zijn weergegeven in bijlage 8.3. Er werden 55 slachtoffers vastgesteld, waarvan 5 kleine vogels. De gevonden kadavers lagen op een gemiddelde afstand van 23 m tot de turbines (min. 3 m, max. 47 m).

Experimenten ter bepaling van de predatiedruk werden uitgevoerd in de lente en herfst van 2001. Er werden 4 Vinken, 2 Roodborst, 2 Merels, 2 Zanglijsters en 4 eendagskuikens uitgelegd. Uit de resultaten blijkt dat 86 % reeds was verdwenen na één week (12/14). De correctiefactor voor de predatie bedraagt dus 7,14 (100/14).

Gecorrigeerd naar zoekoppervlak bekomen we voor de grote vogels 276 slachtoffers/jaar voor het ganse windpark, en gecorrigeerd naar zoekoppervlak en predatie krijgen we voor de kleinere vogels 255 slachtoffers/jaar (Bijlage 8.3.). Samen geeft dat voor het hele windpark een schatting van 531 slachtoffers/jaar of gemiddeld 23 slachtoffers/jaar/turbine (= 0,06 slachtoffers/dag/turbine).



Wordt er gedifferentieerd voor het verschil in locatie, dan komen we uit op 39 vogels/jaar/turbine (18 grote, 21 kleine) of 0,10 vogels/dag/turbine langs de zeewaarts gerichte en dwars op de trekrichting geplaatste cluster en 6 vogels/jaar/turbine (6 grote) of 0,02 vogels/dag/turbine langs de meer parallel met de overheersende trekrichting geplaatste landwaarts gerichte cluster (significant verschil: One-Way-ANOVA,  $p < 0,02$ ). Wordt er gedifferentieerd per windturbine (Figuren 3.3 tot 3.20.) dan bekomen we een minimum van 0 vogels/jaar/turbine (enkele windturbines op de landwaarts gerichte cluster) en een maximum van ongeveer 120 vogels/jaar/turbine (2 turbines op de zeewaarts gerichte cluster).

De meeste slachtoffers waren te vinden onder de 12 windturbines op de zeewaarts gerichte cluster, met uitzondering van één turbine t.h.v. Distrigas-Noordkaai (Figuren 3.3 tot 3.12.). Bekijken we het geschatte aantal slachtoffers (met correctiefactoren) dan zien we voor de zeewaartse cluster iets minder grote verschillen tussen het aantal slachtoffers per windturbine (Figuren 3.13 en 3.14.). Het grote verschil tussen de zeewaarts gerichte cluster (veel slachtoffers) en de meer landwaarts gerichte cluster blijft duidelijk. Er werd een significante correlatie vastgesteld tussen het aantal vliegbewegingen van grote meeuwen en het geschatte aantal slachtoffers onder diezelfde meeuwen per sector (Figuur 3.10.). Ook in de figuren 3.11 tot 3.14. is te zien dat over de 'meest dodelijke' turbines de meeste vliegbewegingen en de belangrijkste vliegroutes van meeuwen zijn gesitueerd, dat is het geval zowel 's nachts als overdag. De figuren 3.17. tot 3.20. laten duidelijk zien dat er geen wezenlijk verschil is tussen de vliegbewegingen gedurende de dagperiode en deze gedurende de nachtperiode.

Het grootste aantal slachtoffers (voor de kleine vogels zelfs 100 %) werd vastgesteld in het najaar, voornamelijk tussen begin augustus en eind november (Figuren 3.7. en 3.8.). In die periode komen we uit op een schatting van gemiddeld 0,16 vogels/dag/turbine (of 3,58 vogels/dag voor de 23 turbines).

#### Doodsoorzaken en type verwondingen

Alle gevonden vogels waren zeker (of zeer waarschijnlijk) het slachtoffer van de windturbines. De meerderheid van de vondsten waren vogels met een afgehakte kop (36 %) en gehalveerde vogels (30 %). De overige verwondingen betroffen afgehakte vleugels en staart, gebroken extremiteiten en allerlei zware verwondingen. Er werden ook 2 nog levende vogels teruggevonden, een Zilvermeeuw met afgehakte vleugel en een Visdief met zware verwondingen aan de vleugel.

#### Soorten

Het overgrote deel van de gevonden vogelslachtoffers (80 %) op de Oostdam betreft meeuwen (Tabel 3.1.), met vooral de Zilvermeeuw als goed vertegenwoordigde soort (naast kleinere aantallen Kleine Mantelmeeuw, Grote Mantelmeeuw en Drieteenmeeuw). Daarnaast werden er ook 3 Visdieven, 2 Dwergsterren, een Slechtvalk en 5 kleinere vogels (2 Gierzwaluwen, 2 Zanglijsters en 1 Roodborst) vastgesteld.

|             | Totaal aantal | Meeuwen (aantal) | Sternen (aantal) | kleine vogels (aantal) |
|-------------|---------------|------------------|------------------|------------------------|
| vastgesteld | 55            | 80 % (44)        | 9 % (5)          | 9 % (5)                |
| geschat     | 531           | 45 % (239)       | 5 % (28)         | 48 % (255)             |

Tabel 3.1. Procentueel aandeel van meeuwen, stern en kleine vogels, zowel voor het vastgesteld aantal als voor het geschatte aantal slachtoffers.



### Relatie met overvliegende aantallen

Voor de situatie in september 2001 werd het gemiddeld aantal vliegbewegingen van grote meeuwen (op basis van 2 volledige dagen en nachten) vergeleken met het geschatte aantal slachtoffers onder de meeuwen gedurende die maand (Tabel 3.2.). Uitgaande van de nachtsituatie lijkt dan ongeveer 1 op 1900 passanten met een turbine in botsing te komen. Indien we voor die nachtsituatie alleen rekening houden met de meeuwen die op rotorhoogte het windpark doorkruisen, wordt dit getal 1 op 1000 passanten. Wanneer ook de overvliegende meeuwen gedurende de dag worden meegerekend, krijgen we 1 slachtoffer op 3700 passanten en voor de overvliegende meeuwen op rotorhoogte 1 slachtoffer op 2100 passanten.

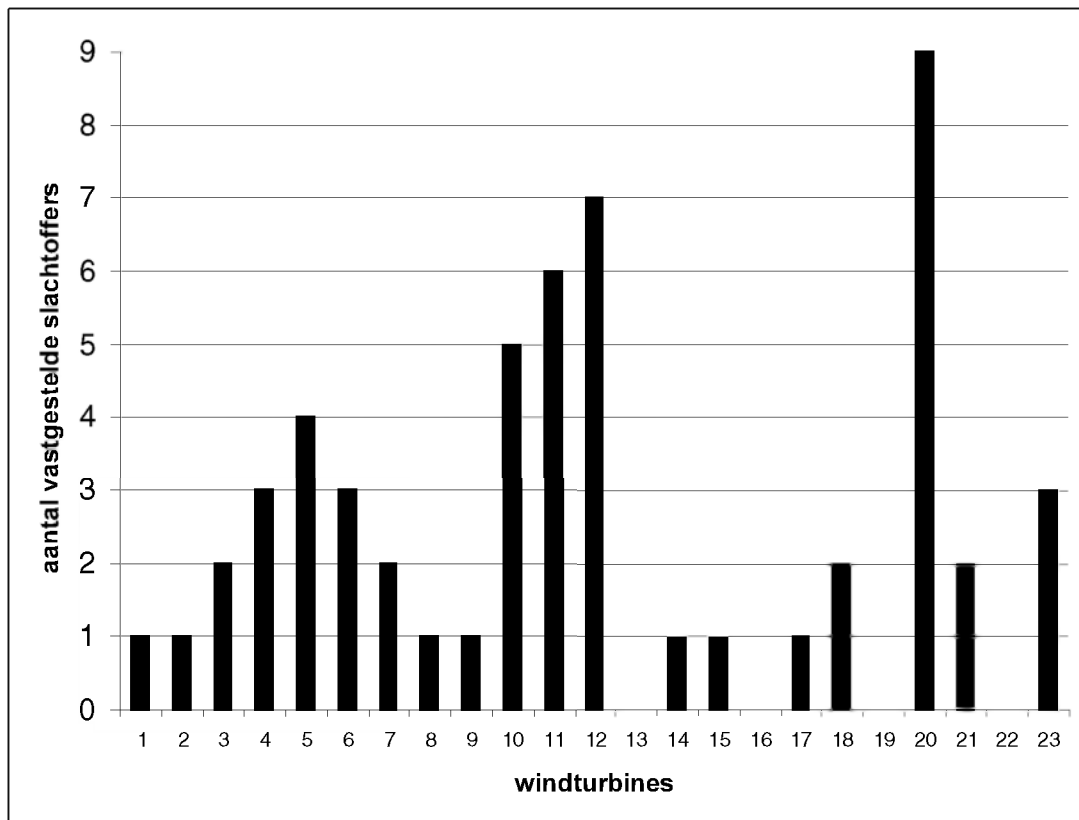
Voor de situatie in september 2001 werd ook het gemiddeld aantal vliegbewegingen van Visdieven (op basis van 2 volledige dagen en nachten) vergeleken met het geschatte aantal slachtoffers van deze soort gedurende die maand. Uitgaande van de dagsituatie (meeste vliegbewegingen) lijkt dan ongeveer 1 op 3000 passanten met een turbine in botsing te komen. Indien we alleen rekening houden met de Visdieven die op rotorhoogte het windpark doorkruisen, wordt dit 1 op 600 passanten. Voor de Dwergstern kon een vergelijking gemaakt worden met de situatie in juni 2001 (4 volledige dagen). Uitgaande van de dagsituatie (meeste vliegbewegingen) lijkt dan ongeveer 1 op 27000 passanten met een turbine in botsing te komen. Indien we alleen rekening houden met de Dwergsternen die op rotorhoogte het windpark doorkruisen, wordt dit 1 op 12000 passanten.

Een vergelijking van het aantal overvliegende zangvogels en het geschatte aantal zangvogelslachtoffers is moeilijker te maken. De gebruikte nachtkijker is niet geschikt voor het observeren van kleine tot middelgrote zangvogels. Er werd wel een schatting gemaakt van het aantal overvliegende zanglijsters gedurende twee nachten in september 2001. Aan de hand van auditieve waarnemingen werd geconcludeerd dat er over een sector van 300 m per nacht gemiddeld 3000 Zanglijsters de turbines op rotorhoogte kruisten. Een extrapolatie geeft dan 90.000 nachtelijke passanten voor de maand september. In die maand waren er in de betreffende sector naar schatting 49 Zanglijsters het slachtoffer van de turbines. Uitgaande van de nachtsituatie lijkt dan ongeveer 1 op 1800 passanten met een turbine in botsing te komen. Uiteraard betreft het hier een resultaat op basis van een ruwe schatting van het aantal overvliegende Zanglijsters.

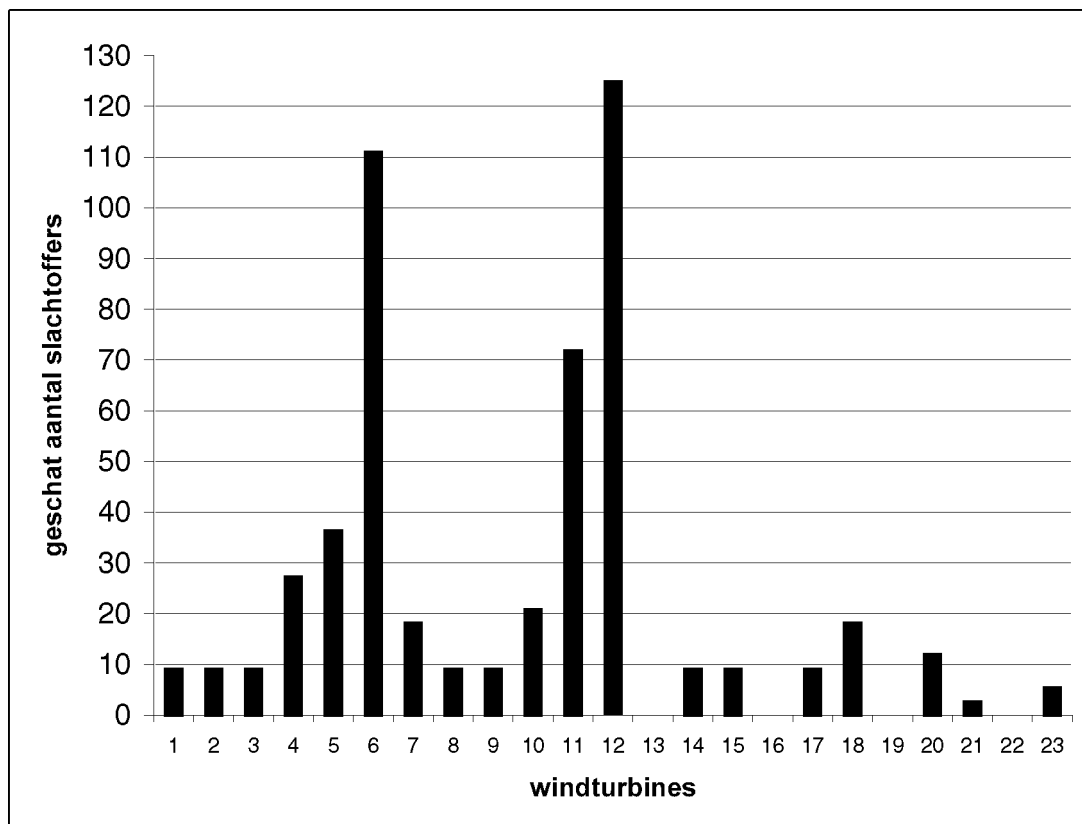
|                             | dag + nacht<br>alle hoogtes | dag + nacht<br>rotorhoogte | nacht<br>alle hoogtes | nacht<br>rotorhoogte |
|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------|
| Meeuwen<br>(sept. 2001)     | 1 / 3700                    | 1 / 2100                   | 1 / 1900              | 1 / 1000             |
| Visdief<br>(sept. 2001)     | 1 / 3000                    | 1 / 600                    | ?                     | ?                    |
| Dwergstern<br>(juni 2001)   | 1 / 27000                   | 1 / 12000                  | ?                     | ?                    |
| Zanglijster<br>(sept. 2001) | ?                           | ?                          | 1 / 1800              | ?                    |

Tabel 3.2. Berekende aanvaringskansen van vogels aan de Oostdam te Zeebrugge, op basis van de geschatte aantallen slachtoffers en het aantal overvliegende vogels.



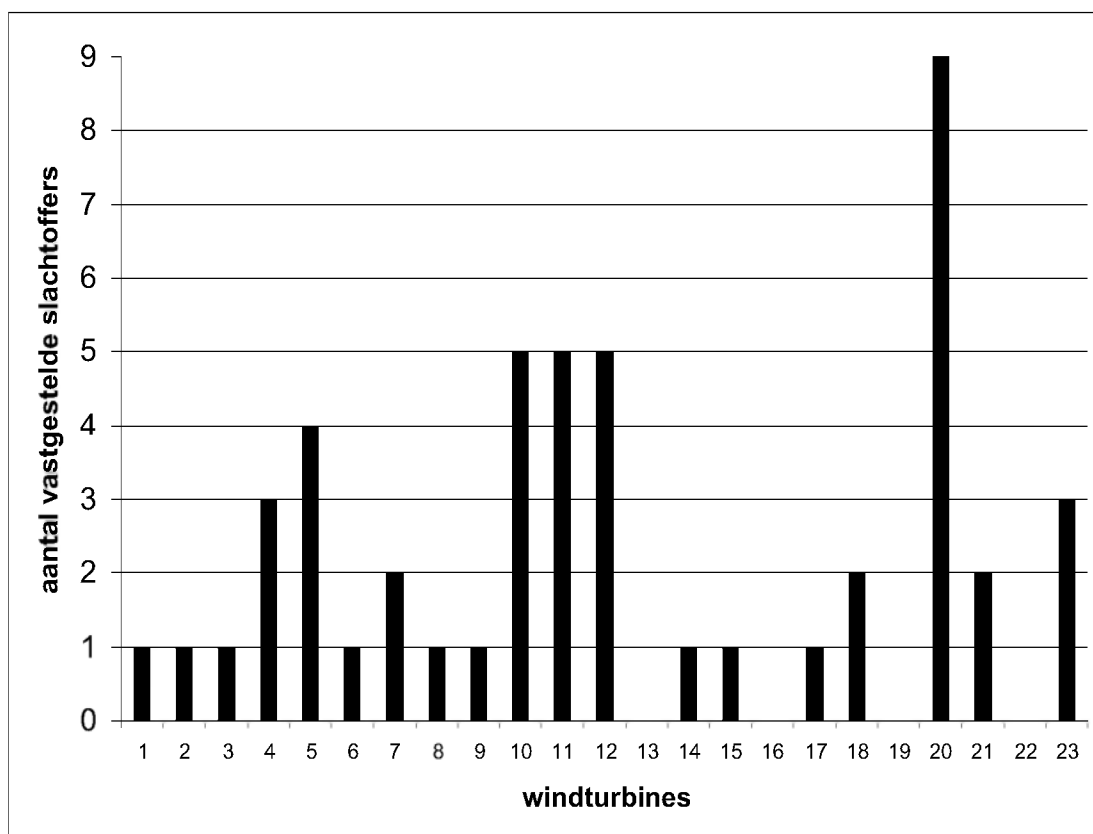


Figuur 3.3. Aantal vastgestelde aanvaringslachtoffers per windturbine, gedurende het onderzoeksjaar 2001. De nummering van de turbines is weergegeven in figuur 3.9. (1-12= zeewaarts gerichte cluster, 13-23=landwaarts gerichte cluster).

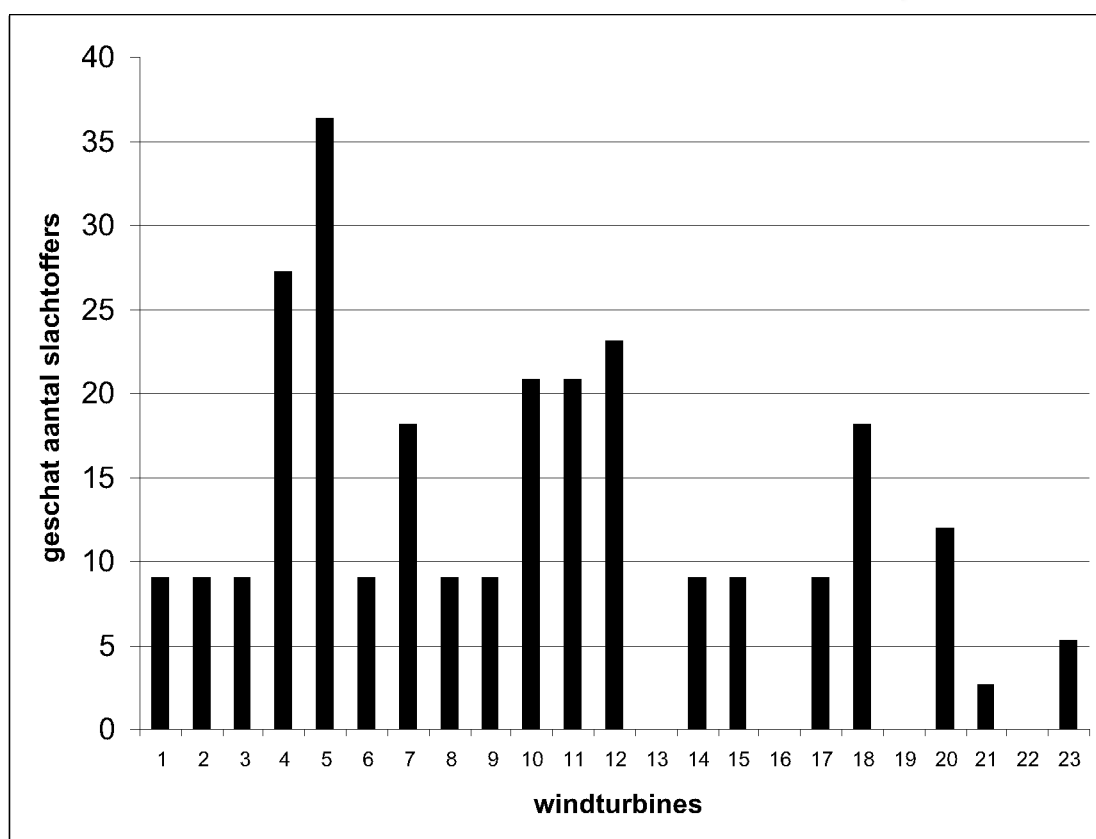


Figuur 3.4. Geschat aantal aanvaringslachtoffers per windturbine, gedurende het onderzoeksjaar 2001.





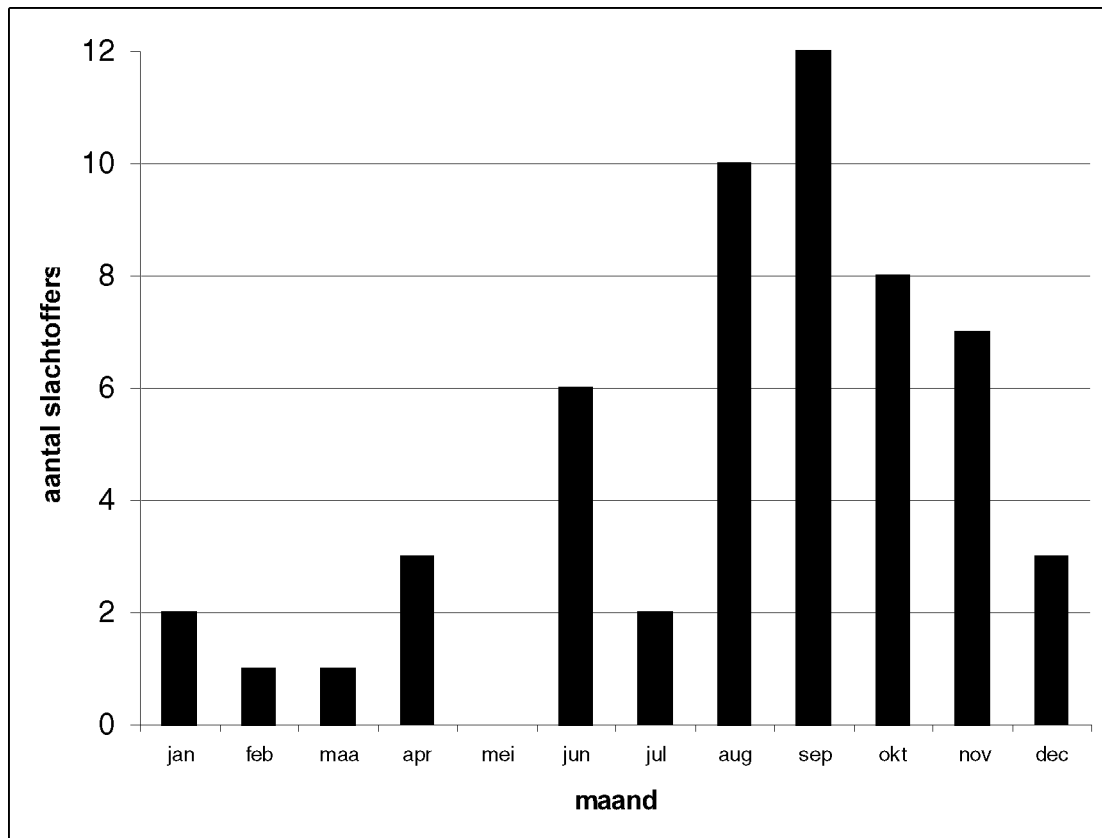
*Figuur 3.5. Aantal vastgestelde aanvaringslachtoffers onder de grote vogels (meeuwen, stern) per windturbine, gedurende het onderzoeksjaar 2001.*



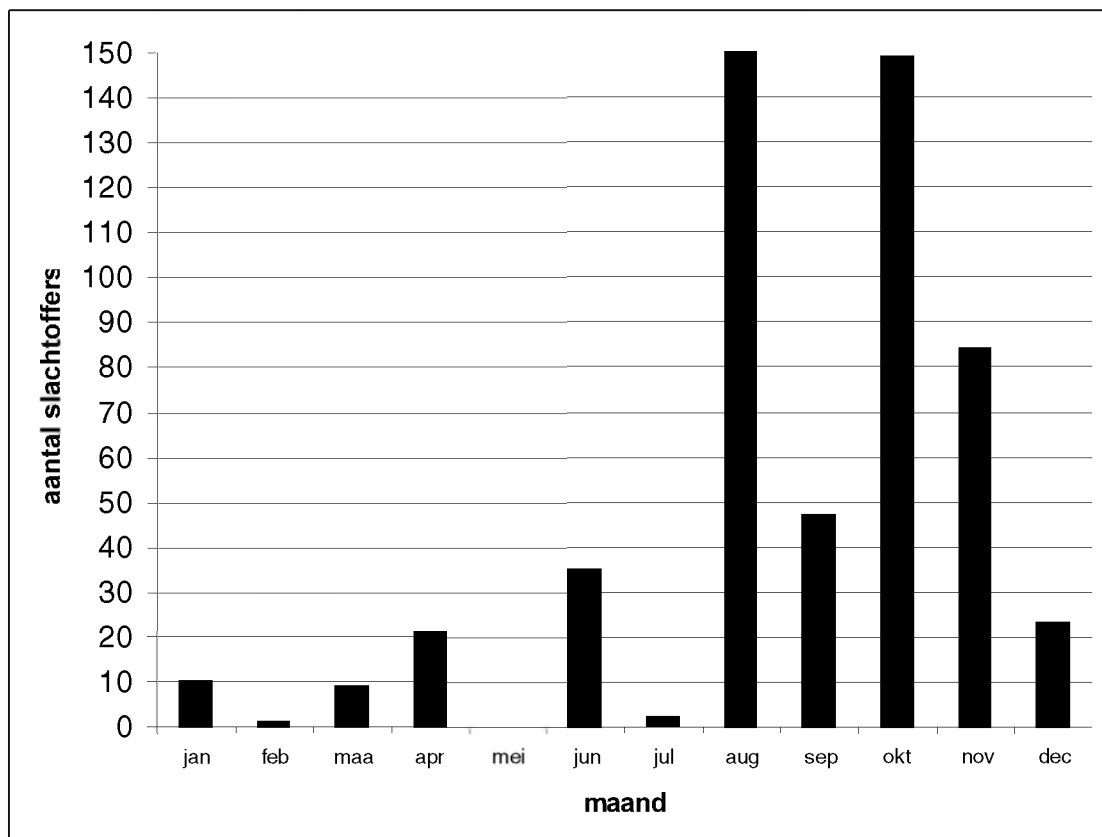
*Figuur 3.6. Geschat aantal aanvaringslachtoffers onder de grote vogels (meeuwen, stern) per windturbine, gedurende het onderzoeksjaar 2001.*





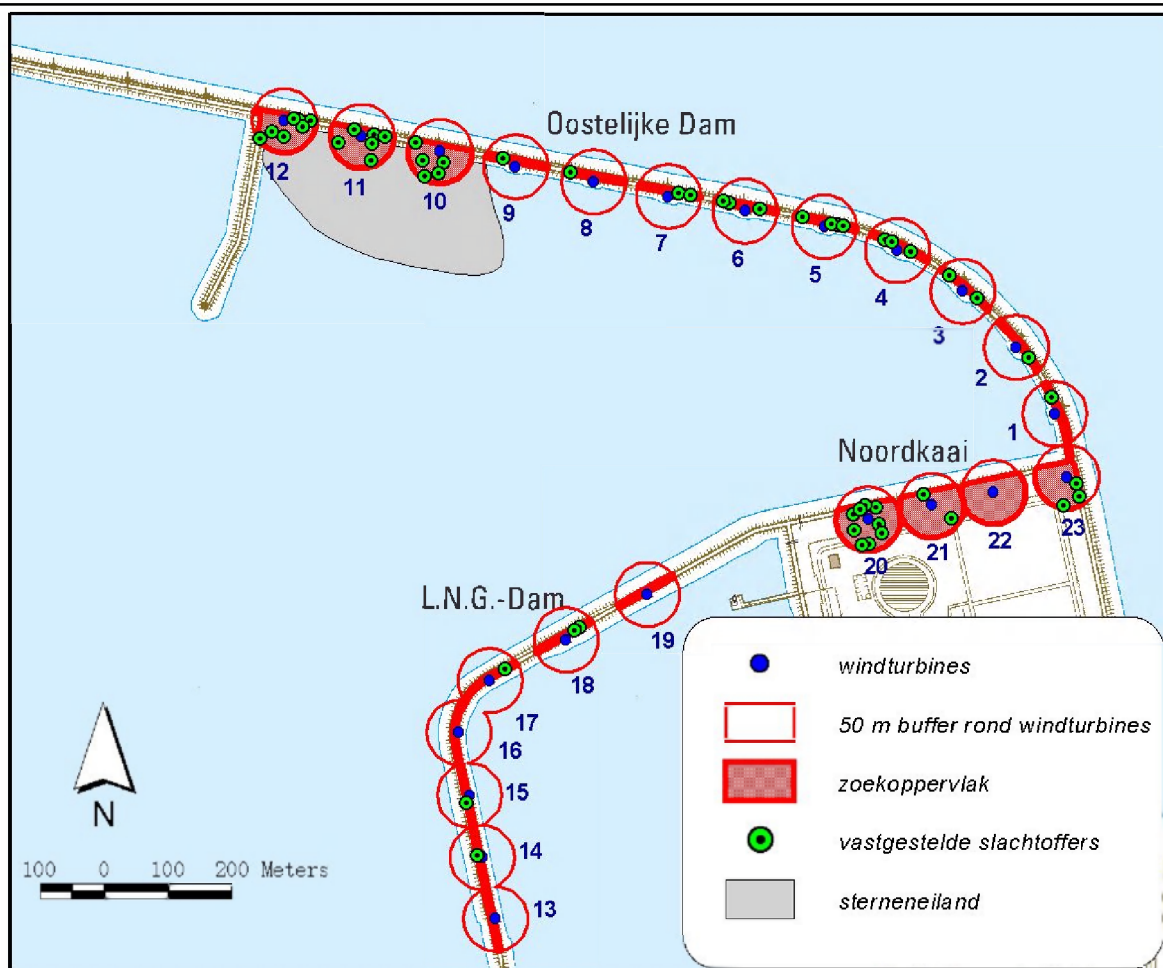


Figuur 3.7. Aantal vastgestelde aanvaringslachtoffers per maand (23 turbines), gedurende het onderzoeksjaar 2001.

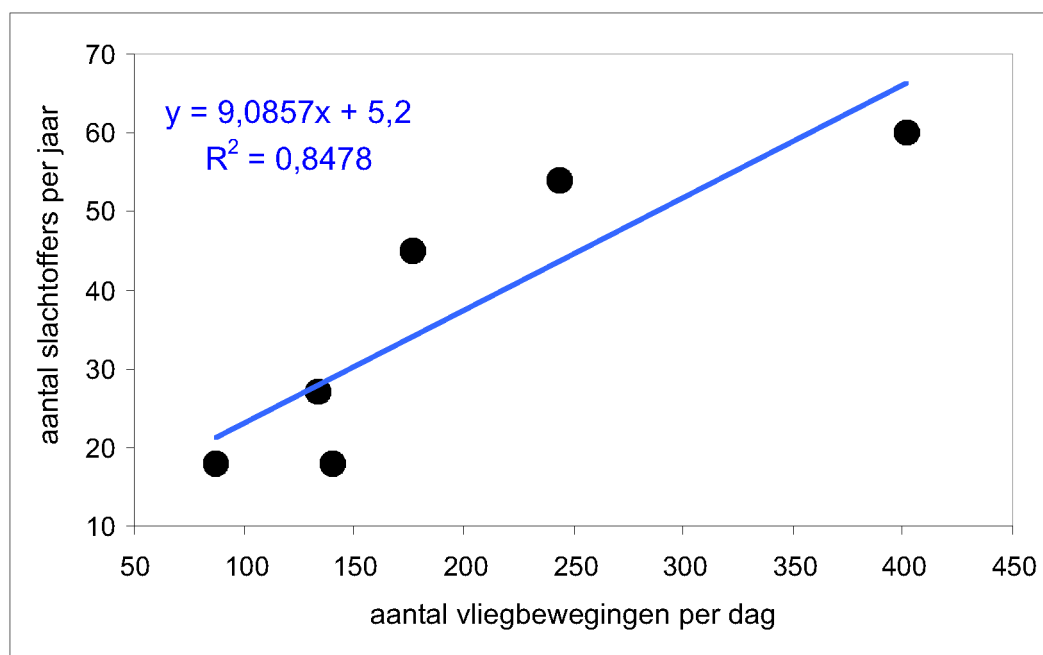


Figuur 3.8. Geschat aantal aanvaringslachtoffers per maand (23 turbines), gedurende het onderzoeksjaar 2001.

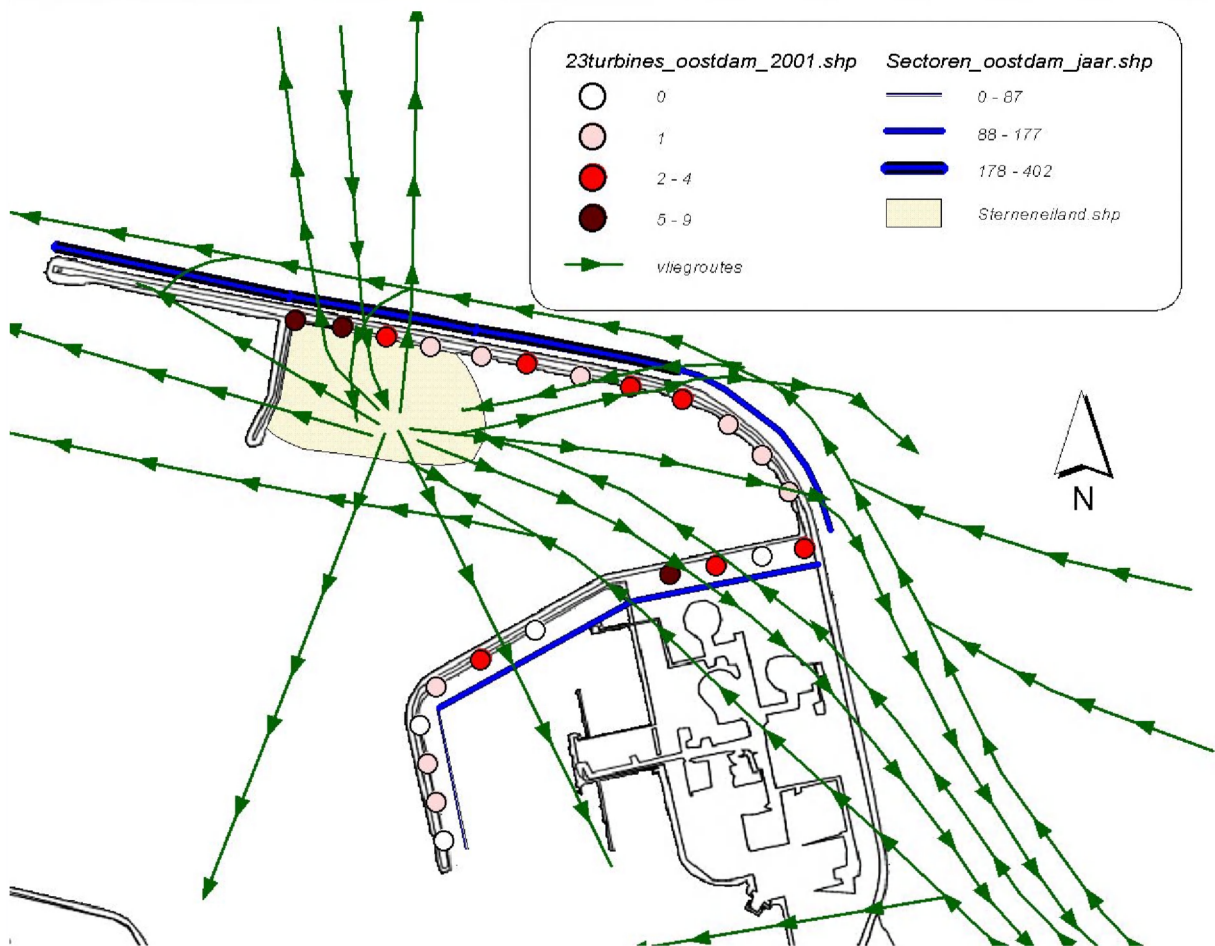




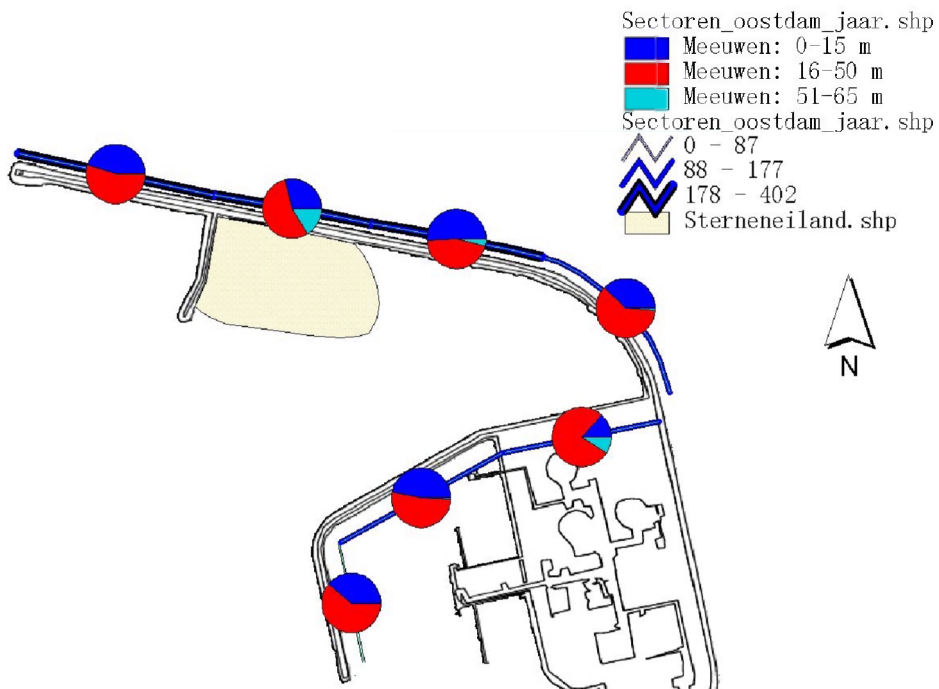
Figuur 3.9. Vindplaatsen van windturbineslachtoffers aan de Oostdam te Zeebrugge, met het beschikbaar zoekoppervlak rondom de turbines (onderzoeksjaar 2001). Kaart: NGI (2001).



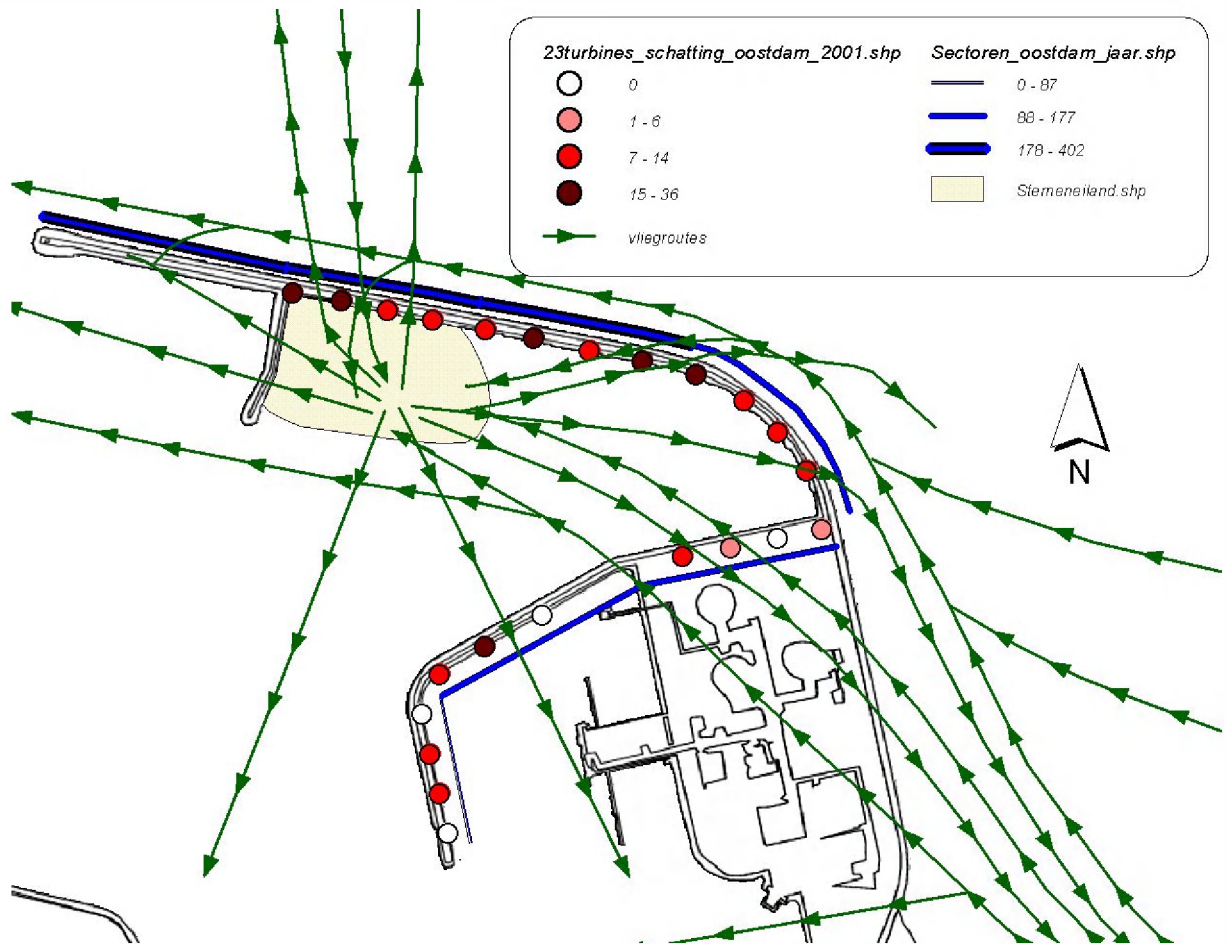
Figuur 3.10. Dagelijks aantal vliegbewegingen van grote meeuwen per sector over de Oostdam (gemiddelde van broedseizoen 2001 en najaar 2001), vergeleken met het geschatte aantal meeuwslachtoffers per sector (4+3+4+4+4+4 turbines), onderzoeksjaar 2001.



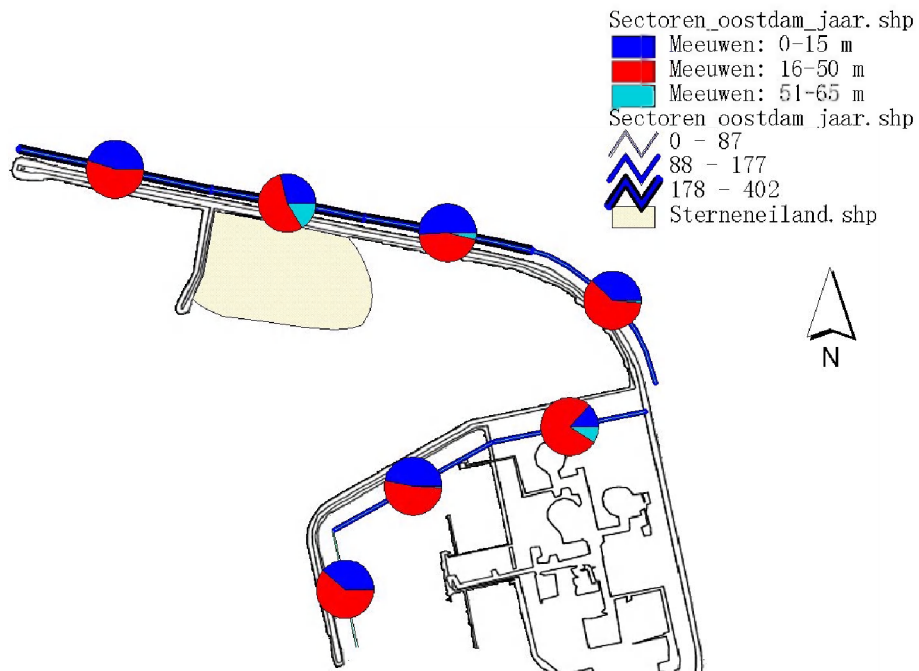
Figuur 3.11. Dagelijks aantal vliegbewegingen van grote meeuwen per sector over de Oostdam (gemiddelde van broedseizoen 2001 en najaar 2001), met het aantal vastgestelde meeuwslachtoffers per windturbine gedurende het onderzoeksjaar 2001.



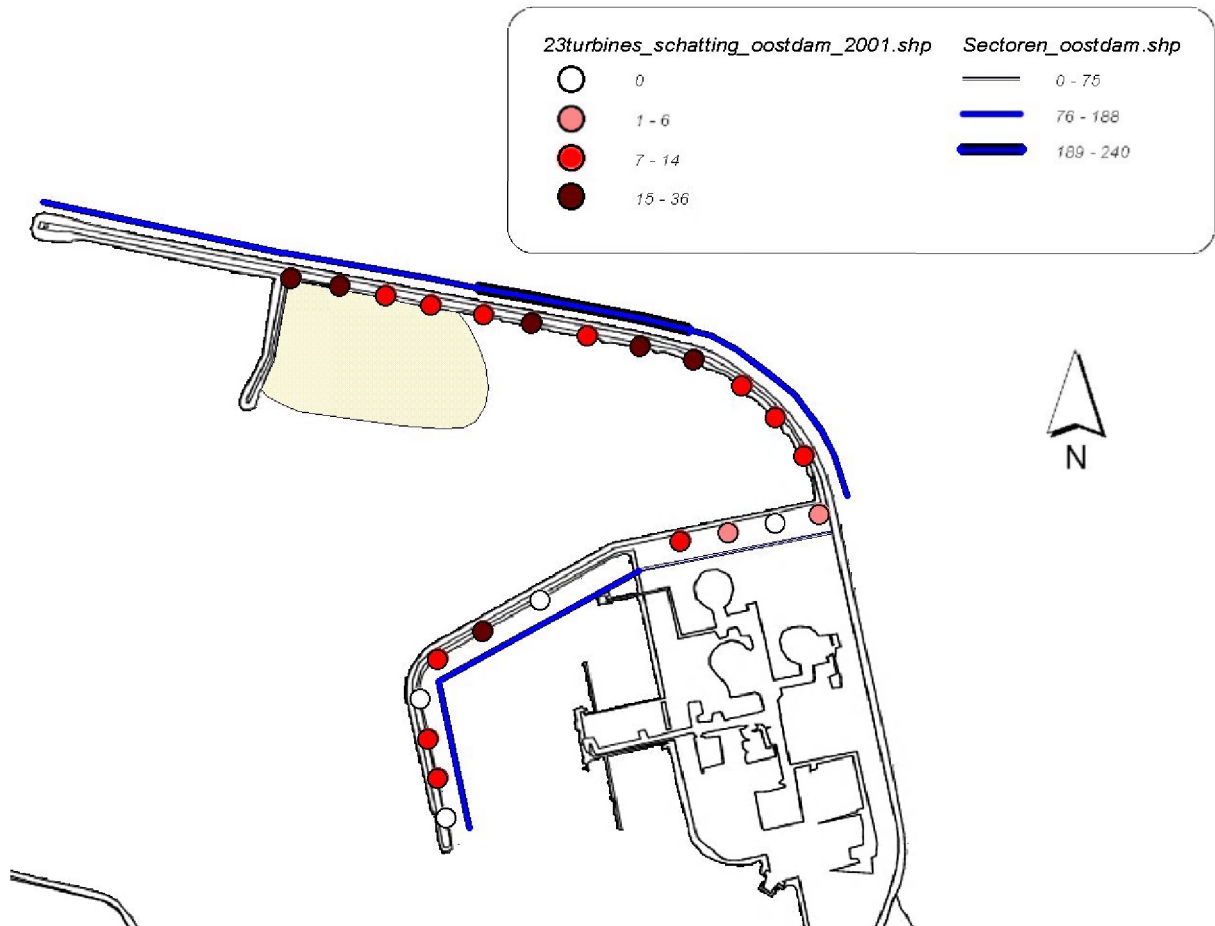
Figuur 3.12. Dagelijks aantal vliegbewegingen van grote meeuwen per sector over de Oostdam (gemiddelde van broedseizoen 2001 en najaar 2001), met aanduiding van de vlieghoogteverhouding.



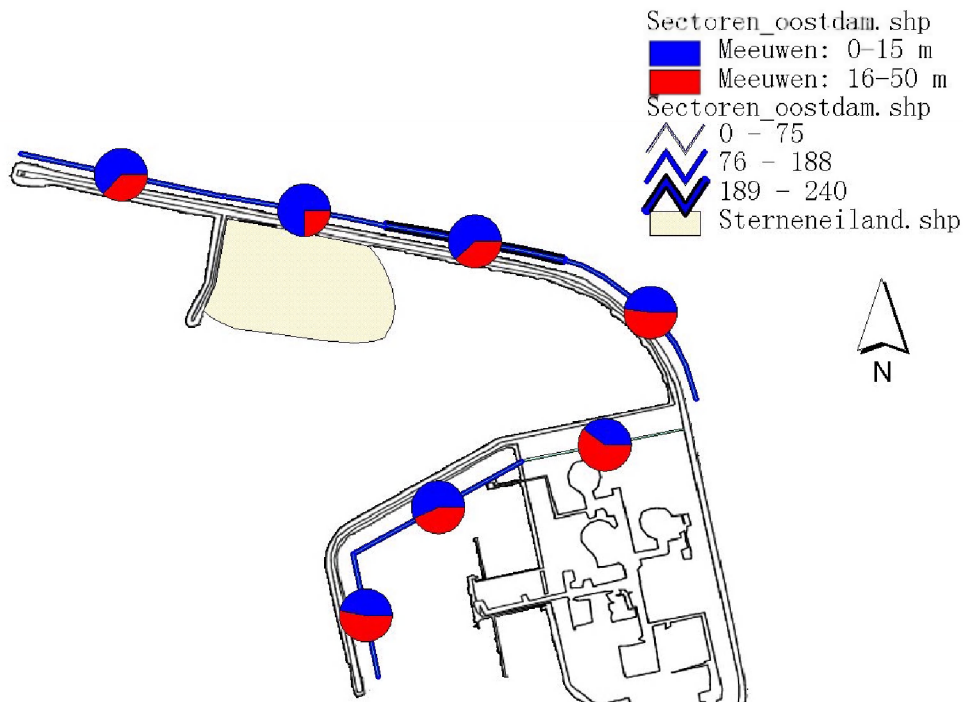
Figuur 3.13. Dagelijks aantal vliegbewegingen van grote meeuwen per sector over de Oostdam (gemiddelde van broedseizoen 2001 en najaar 2001), met het geschatte aantal meeuwslachtoffers per windturbine gedurende het onderzoeksjaar 2001.



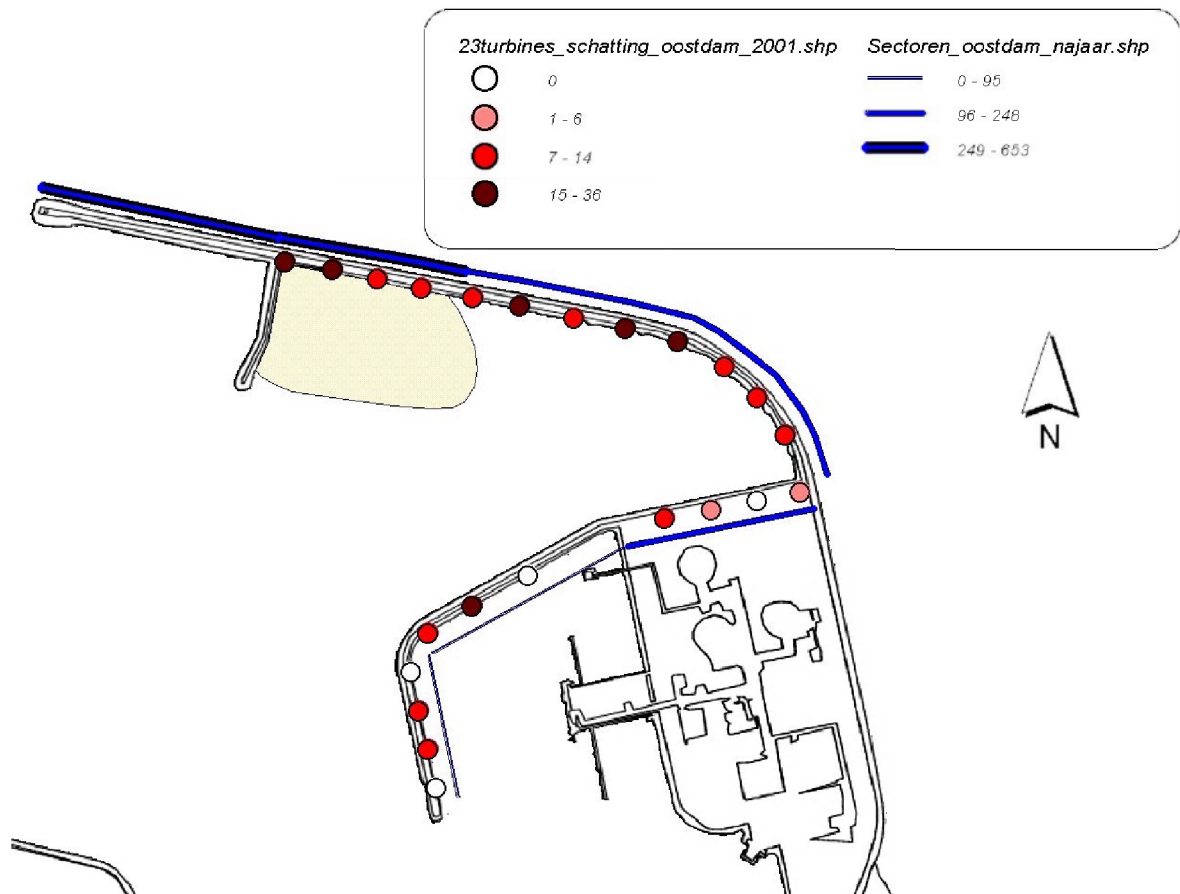
Figuur 3.14. Dagelijks aantal vliegbewegingen van grote meeuwen per sector over de Oostdam (gemiddelde van broedseizoen 2001 en najaar 2001), met aanduiding van de vlieghoogteverhouding.



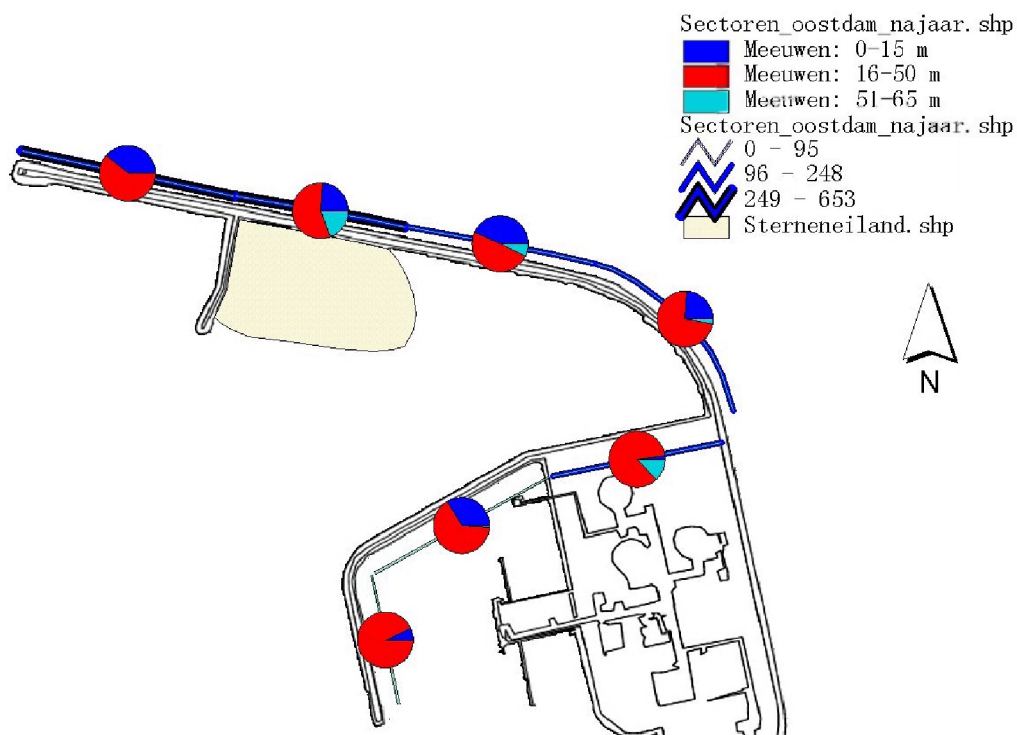
Figuur 3.15. Dagelijks aantal vliegbewegingen van grote meeuwen per sector over de Oostdam (broedseizoen 2001), met het geschatte aantal meeuwslachtoffers per windturbine gedurende het onderzoeksjaar 2001.



Figuur 3.16. Dagelijks aantal vliegbewegingen van grote meeuwen per sector over de Oostdam (broedseizoen 2001), met aanduiding van de vlieghoogteverhouding.

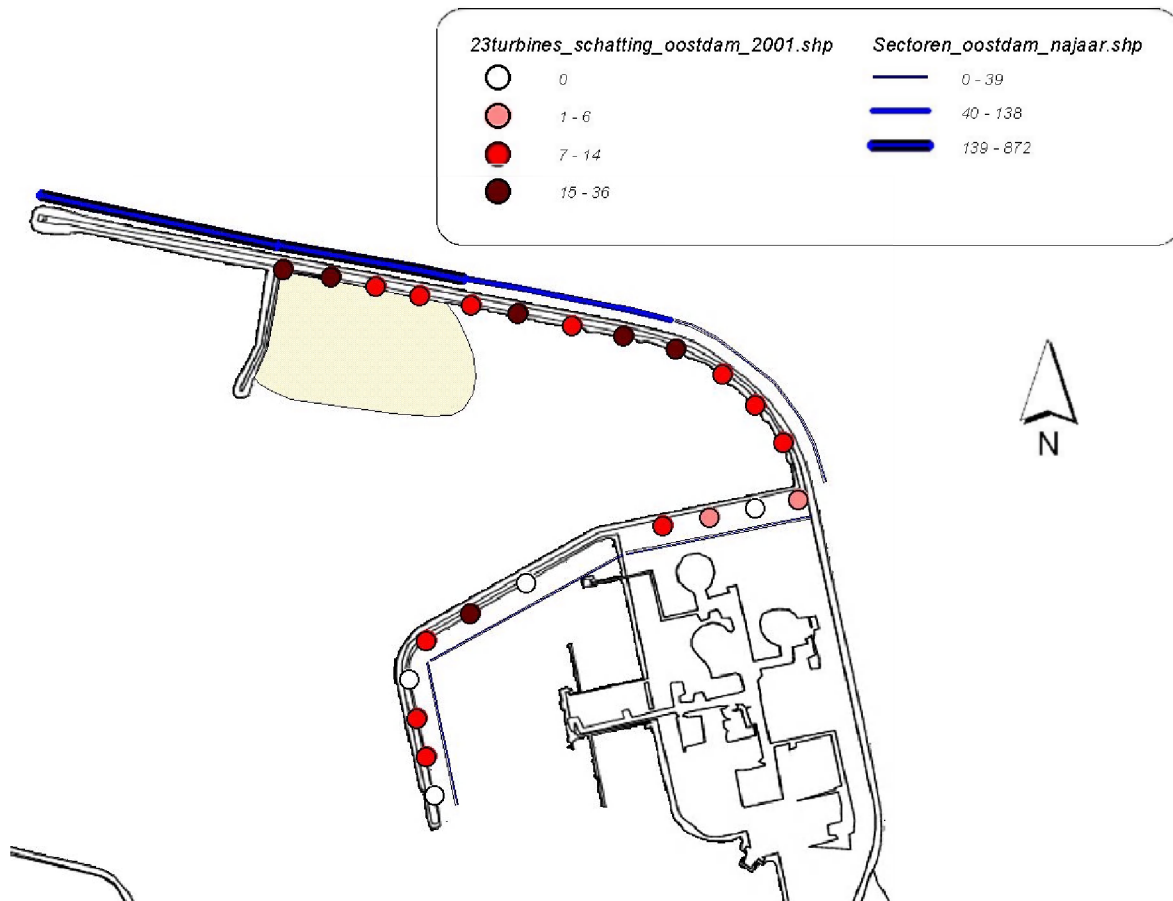


Figuur 3.17. Dagelijks aantal vliegbewegingen van grote meeuwen per sector over de Oostdam (najaar 2001, overdag), met het geschatte aantal meeuwslachtoffers per windturbine gedurende het onderzoeksjaar 2001.

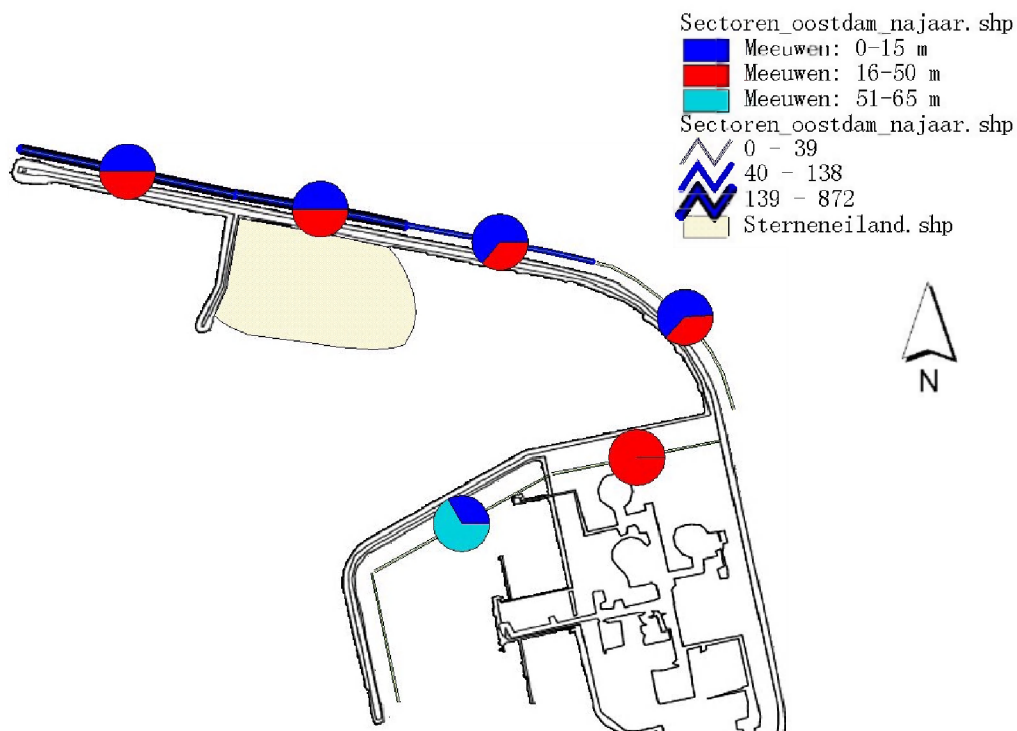


Figuur 3.18. Dagelijks aantal vliegbewegingen van grote meeuwen per sector over de Oostdam (najaar 2001, overdag), met aanduiding van de vlieghoogteverhouding.





Figuur 3.19. Dagelijks aantal vliegbewegingen van grote meeuwen per sector over de Oostdam (najaar 2001, 's nachts), met het geschatte aantal meeuwslachtoffers per windturbine gedurende het onderzoeksjaar 2001.



Figuur 3.20. Dagelijks aantal vliegbewegingen van grote meeuwen per sector over de Oostdam (najaar 2001, 's nachts), met aanduiding van de vlieghoogteverhouding.

### 3.2.2.2. Verstoringsaspect

#### 3.2.2.2.1. Broedvogels

De voor het natuurbehoud belangrijkste broedvogels op het sternenschiereiland aan de Oostdam zijn de Dwergstern en Strandplevier (zie ook figuur 3.21.). Er kon niet echt worden vastgesteld dat deze broedvogels de wijde omgeving van de turbines mijden. Tijdens de broedseizoenen 2000 en 2001 waren er 56 en resp. 150 koppels van de Dwergstern aanwezig. Deze soort lijkt op het eerste zicht weinig hinder te ondervinden door de windturbines. Sommige vogels nestelden tot op ongeveer 50 m van de turbines, maar de meeste hielden een ruimere afstand van ongeveer 100-200 m. Door slechte weersomstandigheden en predatie zijn alle broedsels echter mislukt. Er zijn ook meldingen van op zeer korte afstand van de turbines broedende Strandplevieren. Sommige Strandplevieren kwamen tijdens het broedseizoen tot soms vlak onder de windturbines foerageren. In 1991 broedde een koppel Zilvermeeuw met succes onder één van de windturbines. Op 11/7/1991 liep het echter fout, toen één van de oudervogels bij een verkeerd vliegmaneuver een klop van de molen kreeg, waarbij de kop en rechtervleugel werden afgemaaid en de buik opengereten (SEYS *et al*, 1999).

#### 3.2.2.2.2. Pleisterende vogels

Het sterneneiland is ook aantrekkelijk voor pleisterende vogels. In tabel 3.3. zijn de dichtst bij de turbines waargenomen afstanden weergegeven per soort of soortgroep. Grote groepen pleisterende vogels behouden een duidelijk grotere afstand tot de turbines dan individuele vogels. Grote groepen pleisterende eenden behouden meestal een ruime afstand van minstens 250 m tot de turbines. 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 het specifiek habitatgebruik op het sterneneiland van de betreffende soort (bv. steltlopers steeds langs de waterlijn van het eiland).





| Soort/Soortgroep    | Afstand (m)<br>van individuen<br>of kleine groep | Afstand (m)<br>van grote groep<br>vanaf 50 ex. |
|---------------------|--|--|
| Fuut                | 50   | 150  |
| Aalscholver         | 25   | Nvt.   |
| Blauwe Reiger       | 250  | Nvt.   |
| Kleine Zilverreiger | 250  | Nvt.   |
| Lepelaar            | 250  | Nvt.   |
| Meeuwen             | 50   | 200  |
| Sternen             | 150  | 200  |
| Bergeend            | 200  | Nvt.   |
| Wilde Eend          | 100  | 250  |
| Krakeend            | 200  | 300  |
| Slobeend            | 100  | 250  |
| Kuifeend            | 250  | Nvt.   |
| Toppereend          | 150  | Nvt.   |
| Tafeleend           | 150  | Nvt.   |
| Pijlstaart          | 100  | 250  |
| Smient              | 100  | 250  |
| Eidereend           | 250  | Nvt.   |
| Middelste Zaagbek   | 100  | Nvt.   |
| Scholekster         | 50   | 200  |
| Bonte Strandloper   | 200  | 250  |
| Wulp                | 150  | Nvt.   |
| Rosse Grutto        | 200  | Nvt.   |

*Tabel 3.3. Dichtstbijzijnde waarnemingsafstanden tot de turbines van pleisterende vogels op het sterneneiland en in de omgeving (Nvt= geen grote groepen waargenomen).*

**Zeer kritische soorten (internationaal bedreigd):**

| Soort         | Populatie Voorhaven Zeebrugge |
|---------------|-------------------------------|
| ★ Visdief     | 2250 p = 2,5 % internat.pop.  |
| ● Grote Stern | 1550 p = 2,1 % "              |
| ⬤ Dwergstern  | 200 p = 1,2 % "               |

*Aantallen (% van internationale populatie):*

●: < 0.5 %    ●: 0.5-1 %    ●: > 1 %

**Kritische soorten (op Vlaams niveau):**


| Soort                   | Populatie Voorhaven Zeebrugge |
|-------------------------|-------------------------------|
| ■ Kleine Mantelmeeuw en |                               |
| ▼ Zilvermeeuw           | 2140 p = 85 % Vl. pop         |
| ◆ Stormmeeuw            | 20 p = 100 % "                |


*Aantallen (% van Vlaamse populatie):*

●: 3-20 %    ●: 20-50 %    ●: 50-100 %



Figuur 3.21. Broedkolonies stern en meeuwen in de Zeebrugse Voorhaven gedurende het broedseizoen 2000.

Belangrijkste vliegroutes (voedselvluchten) stern en aangegeven met: 

Belangrijkste vliegroutes meeuwen aangegeven met: 



### 3.2.2.2.3. Langsvliegende vogels

Aan de Oostdam te Zeebrugge werd vastgesteld dat overvliegende Dwergsternen weinig duidelijke reactie vertoonden op de aanwezige windturbines. De meeste Dwergsternen vlogen gemakkelijk tussen de windturbines door. De grotere sterns (Visdief, Grote Stern) en vooral de grote meeuwen (Zilvermeeuw, Kleine Mantelmeeuw) vertoonden meer procentuele reacties (plotse verandering van vliegrichting en/of vlieghoogte vlak voor de turbines). Tijdens het broedseizoen werd een significante correlatie vastgesteld tussen de grootte van de vogels en de procentuele reactie op de windturbines (Figuur 3.23. en Tabel 3.4.). In het voor- en najaar samen was dit minder duidelijk en leken ook de Visdief en Grote Stern relatief veel reactie te vertonen (Figuur 3.28. en Tabel 3.5.). 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 (Figuur 3.22.).

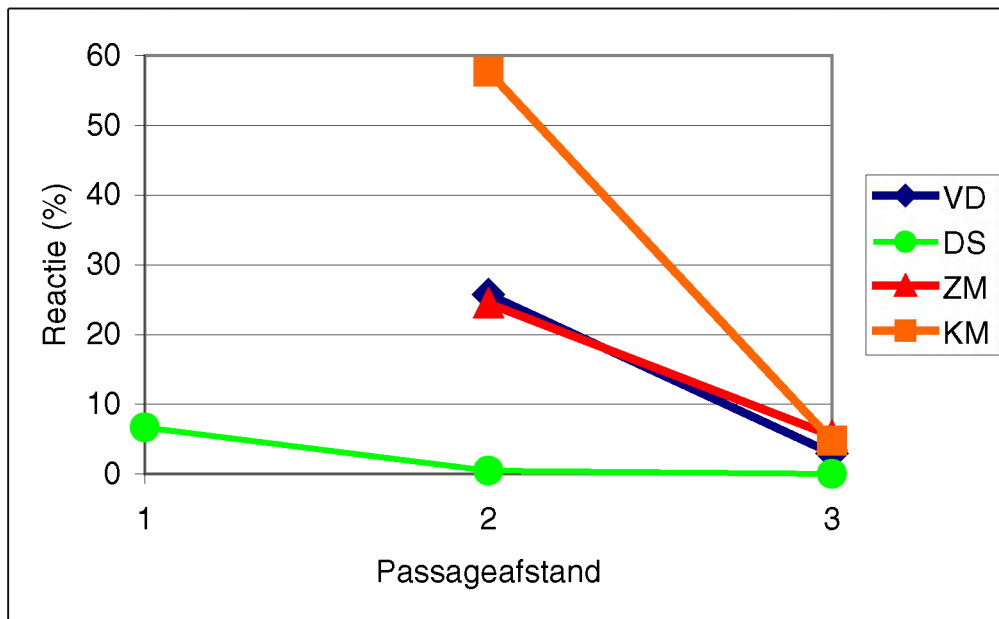
In de figuren 3.24. en 3.25. is een duidelijk verschil op te merken tussen de aanvlieghoogte van de op windturbines reagerende en niet-reagerende sterns en meeuwen. De meeste overvliegende sterns en meeuwen die een reactie vertonen bij het doorkruisen van de turbines, komen op rotorhoogte aangevlogen. Bij de Zilvermeeuw en Kleine Mantelmeeuw kwamen toch nog ongeveer 10 % van de reagerende vogels onder het rotorvlak aangevlogen, bij de Visdief was dit zelfs 60 %. De resultaten in figuur 3.24. wijzen erop dat er op een hoogte onder het rotorvlak in verhouding meer sterns dan meeuwen reageren. Dit zou bijgevolg moeten inhouden dat niet-reagerende sterns ook meer onder (of boven) het rotorvlak komen aangevlogen dan meeuwen. Als we figuur 3.25. bekijken kunnen we opmerken dat dit inderdaad het geval is.

De figuren 3.26. en 3.27. tonen de passageafstanden van de op windturbines reagerende en niet-reagerende sterns en meeuwen. Ook daarvoor kunnen we een duidelijk verschil opmerken tussen de passageafstand van de op windturbines reagerende en niet-reagerende sterns en meeuwen. De resultaten in figuur 3.26. wijzen erop dat Visdieven en Grote Sterns op een grotere afstand tot de turbines reageren dan meeuwen (dit is niet het geval bij de Dwergstern). Indien we die stelling aannemen dan zou dit bijgevolg moeten inhouden dat niet-reagerende sterns op een grotere afstand tot de windturbines voorbijvliegen dan meeuwen. In figuur 3.27. kunnen we zien dat dit inderdaad het geval is.

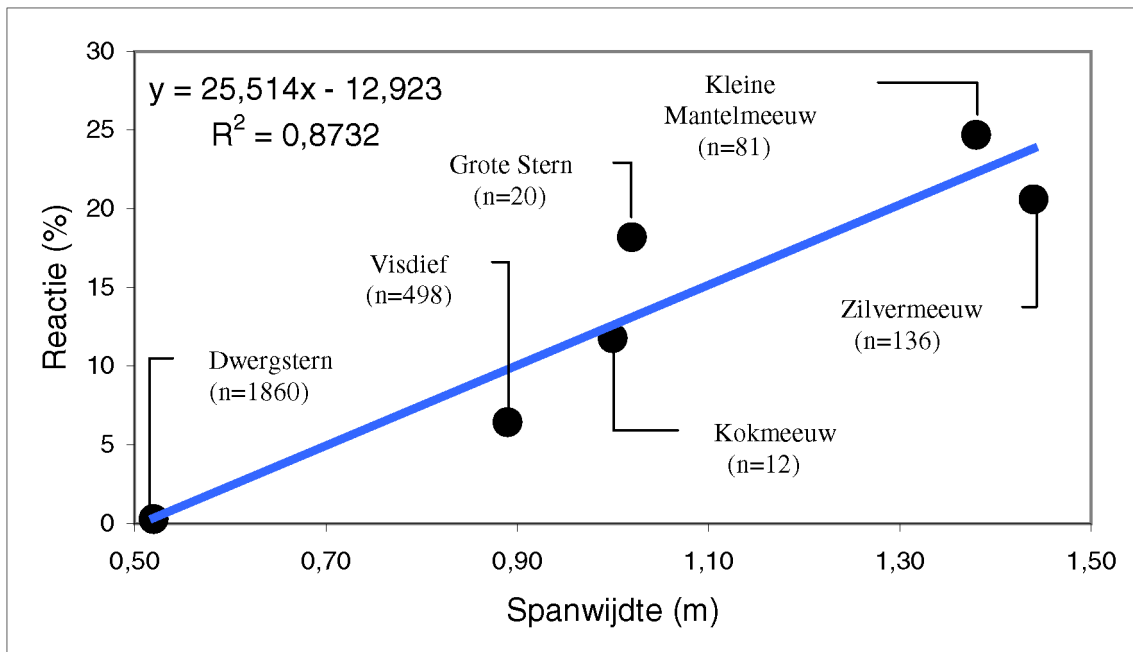
Op basis van de resultaten van tijdens het broedseizoen en in het voor- en najaar kunnen we dus enerzijds stellen dat overvliegende Visdieven, Grote Sterns, Zilvermeeuwen en Kleine Mantelmeeuwen in verhouding meer verstoring ondervinden van de windturbines dan overvliegende Dwergsternen, en anderzijds is het ook duidelijk dat sterns die op een hoogte onder het rotorvlak komen aangevlogen, meer verstoring ondervinden dan meeuwen op die hoogte, en dat sterns bij het voorbijvliegen op een grotere afstand tot de turbines verstoring ondervinden dan bij meeuwen het geval is.

Er zijn dus goede aanwijzingen dat de oorzaak van verstoring bij overvliegende sterns en meeuwen niet alleen ligt bij de spanwijdte van de betreffende vogels, maar ook bij het feit dat sterns zoals de Visdief en Grote Stern relatief gezien (en onder bepaalde omstandigheden) verstoringsgevoeliger zijn dan de grotere meeuwen.





*Figuur 3.22. Procentuele reactie op windturbines van overvliegende stern en meeuwen gedurende 1 dag of 15 uur, over een sector van 400 m (sector t.h.v. sterneneiland), Oostdam Zeebrugge (broedseizoen 2001), vergeleken met de passageafstand tot de windturbines (VD=Visdief, DS=Dwergstern, ZM=Zilvermeeuw, KM=Kleine Mantelmeeuw; Passageafstanden: zie figuur 3.1.).*

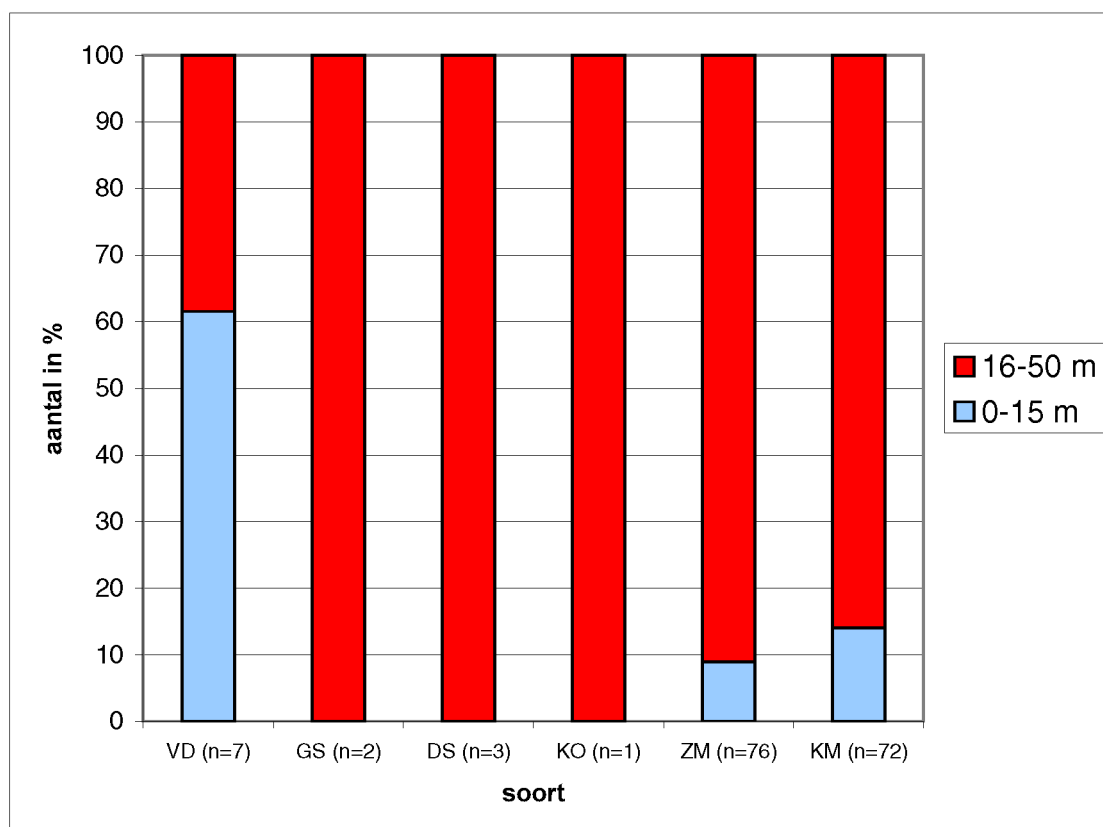


*Figuur 3.23. Procentuele reactie op windturbines van overvliegende stern en meeuwen gedurende 1 dag, over een sector van 400 m (sector t.h.v. sterneneiland), Oostdam Zeebrugge (gemiddelde van broedseizoenen 2000 en 2001), vergeleken met de gemiddelde spanwijdte van de betreffende vogels.*

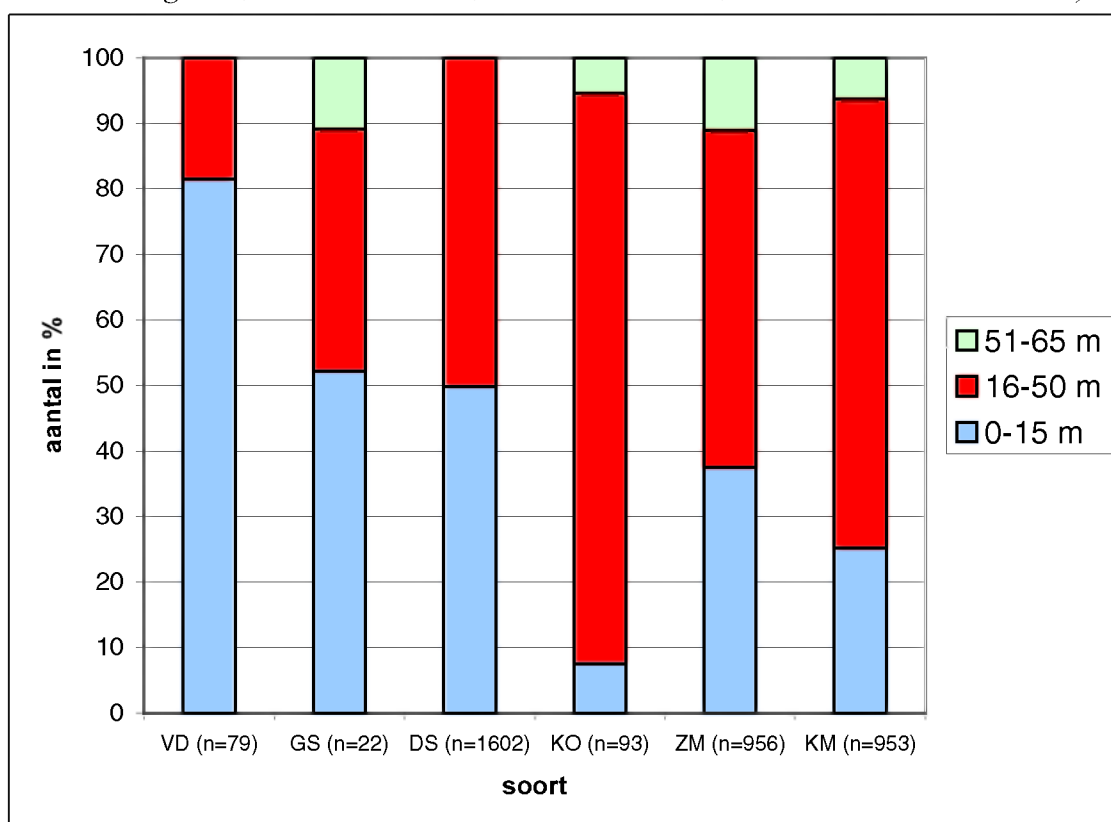


| Soort              | Vlieghoogte<br>H1= 0-15 m<br>H2= 16-50 m<br>H3= 51-65 m | Aantal<br>overvliegend | Aantal<br>reacties | Reactie<br>% | Reactie<br>%<br>(H 1+2+3) |
|--------------------|---|------------------------|--------------------|--------------|---------------------------|
| Visdief            | H1  | 408                    | 15                 | 3,68         | 6,43                      |
|                    | H2  | 35                     | 11                 | 31,43        |                           |
|                    | H3  | 55                     | 6                  | 10,91        |                           |
| Grote Stern        | H1  | 1                      | 1                  | 100,00       | 18,18                     |
|                    | H2  | 2                      | 1                  | 50,00        |                           |
|                    | H3  | 8                      | 0                  | 0,00         |                           |
| Dwergstern         | H1  | 1010                   | 0                  | 0,00         | 0,27                      |
|                    | H2  | 828                    | 4                  | 0,48         |                           |
|                    | H3  | 22                     | 1                  | 4,55         |                           |
| Kokmeeuw           | H1  | 13                     | 1                  | 7,69         | 11,76                     |
|                    | H2  | 2                      | 1                  | 50,00        |                           |
|                    | H3  | 2                      | 0                  | 0,00         |                           |
| Zilvermeeuw        | H1  | 85                     | 8                  | 9,41         | 20,59                     |
|                    | H2  | 34                     | 13                 | 38,24        |                           |
|                    | H3  | 17                     | 7                  | 41,18        |                           |
| Kleine Mantelmeeuw | H1  | 44                     | 6                  | 13,64        | 24,69                     |
|                    | H2  | 26                     | 7                  | 26,92        |                           |
|                    | H3  | 11                     | 7                  | 63,64        |                           |

*Tabel 3.4. Aantal overvliegende vogels en het aantal reacties gedurende 1 dag (gemiddelde broedseizoenen 2000 en 2001), over een sector van 400 m (sector t.h.v. sterneneiland), Oostdam, Zeebrugge.*

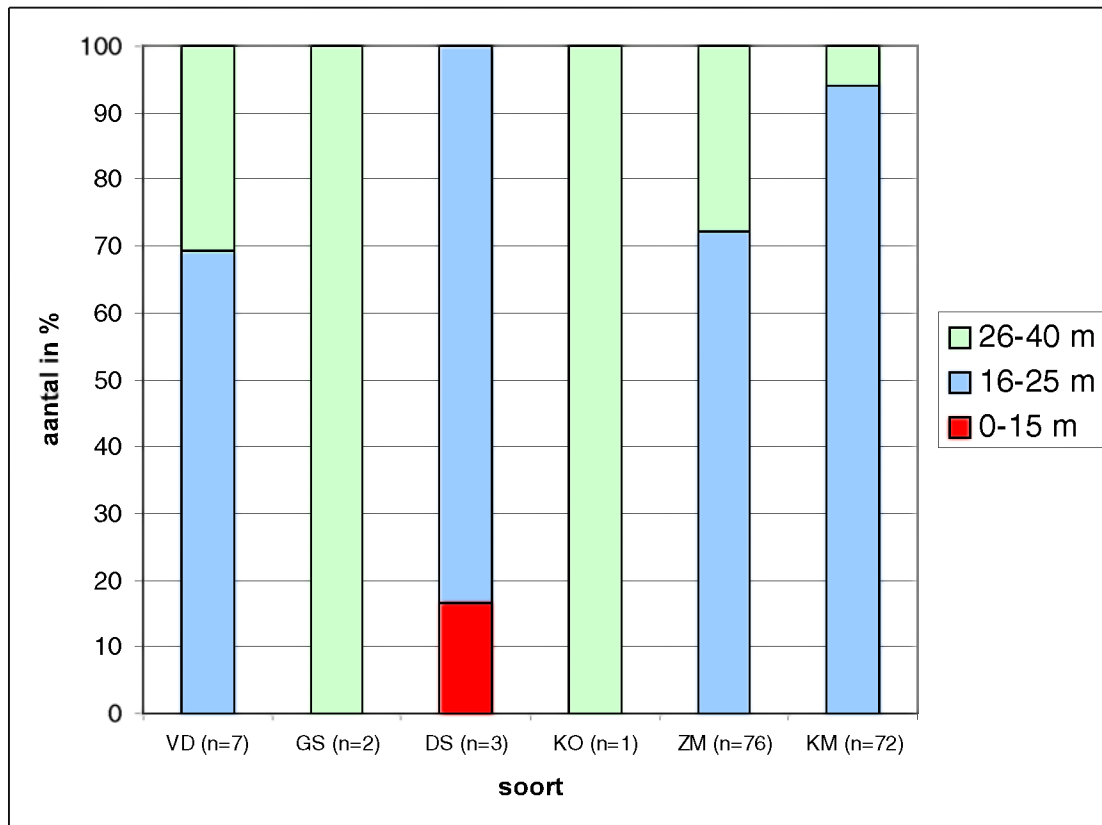


Figuur 3.24. Aanvlieghoogte van de op windturbines reagerende stern en meeuwen gedurende 1 dag (gemiddelde voor- en najaar 2001), (VD=Visdief, GS=Grote Stern, DS=Dwergstern, KO= Kokmeeuw, ZM=Zilvermeeuw, KM=Kleine Mantelmeeuw).

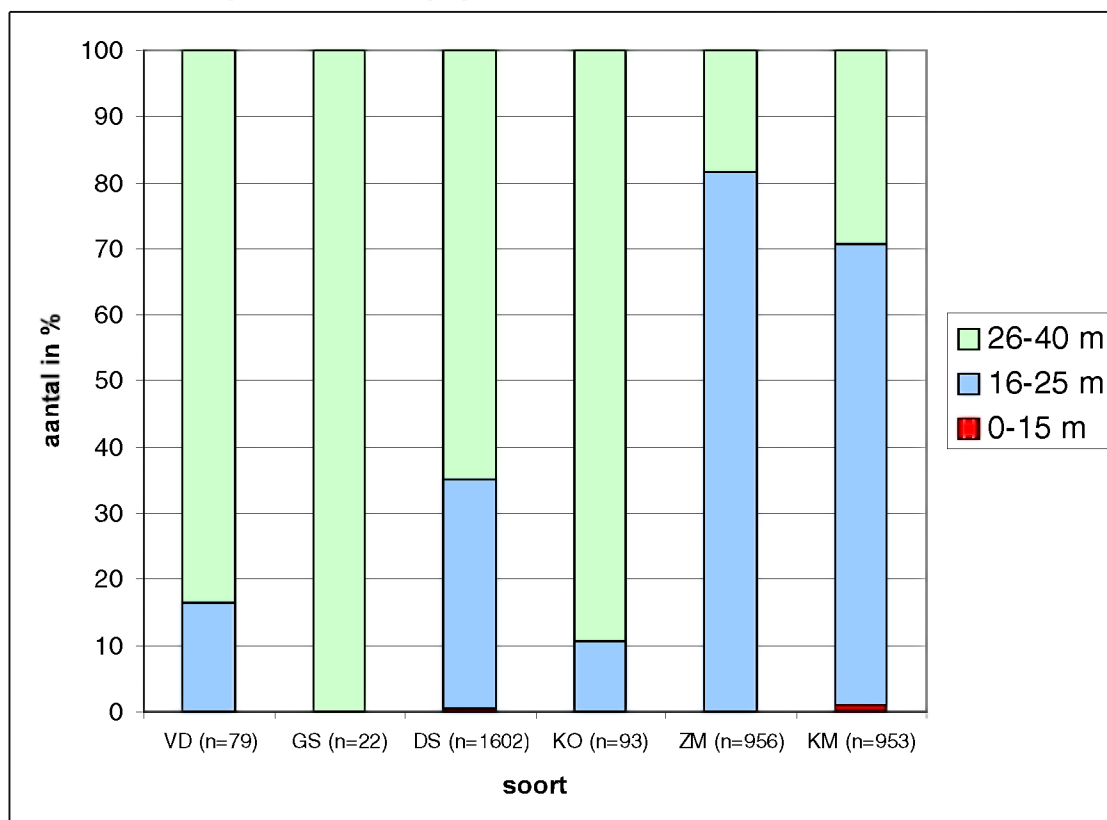


Figuur 3.25. Aanvlieghoogte van de niet op windturbines reagerende stern en meeuwen gedurende 1 dag (gemiddelde voor- en najaar 2001).



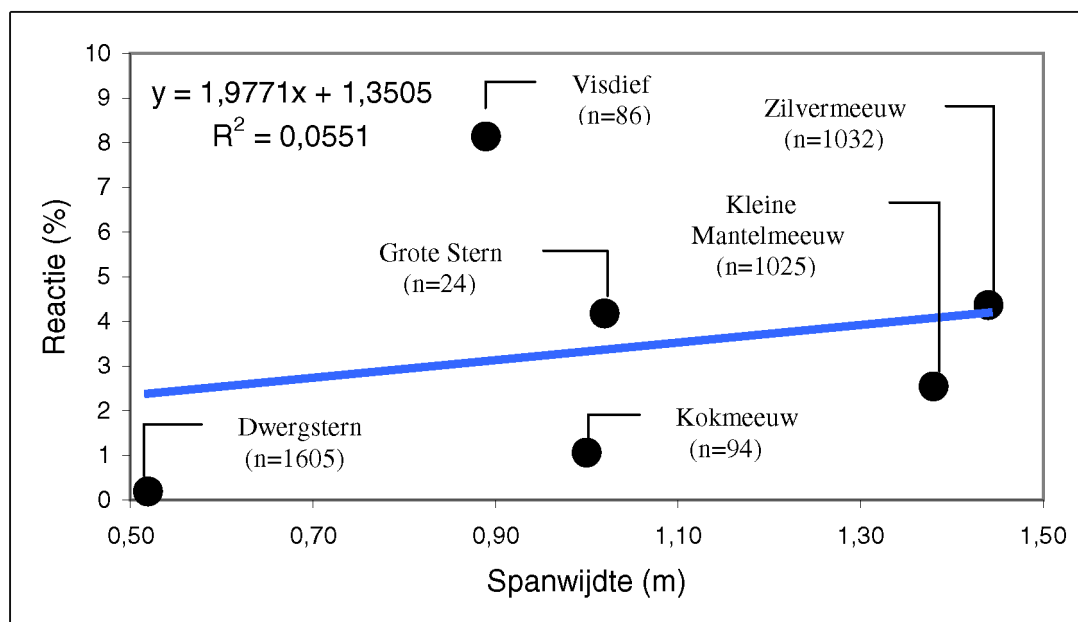


Figuur 3.26. Passageafstand van de op windturbines reagerende stern en meeuwen gedurende 1 dag (gemiddelde voor- en najaar 2001).



Figuur 3.27. Passageafstand van de niet op windturbines reagerende stern en meeuwen gedurende 1 dag (gemiddelde voor- en najaar 2001).





Figuur 3.28. Procentuele reactie op windturbines van overvliegende stern en meeuwen gedurende 1 dag (gemiddelde voor- en najaar 2001), Oostdam, Zeebrugge, vergeleken met de gemiddelde spanwijdte van de betreffende vogels.

| Soort              | Vlieghoogte<br>H1= 0-15 m<br>H2= 16-50 m<br>H3= 51-65 m | Aantal<br>overvliegend | Aantal<br>reacties | Reactie<br>% | Reactie<br>%<br>(H 1+2+3) |
|--------------------|---|------------------------|--------------------|--------------|---------------------------|
| Visdief            | H1  | 68                     | 4                  | 5,88         | 8,14                      |
|                    | H2  | 18                     | 3                  | 16,67        |                           |
|                    | H3  | 0                      | 0                  | 0,00         |                           |
| Grote Stern        | H1  | 12                     | 0                  | 0,00         | 4,17                      |
|                    | H2  | 9                      | 1                  | 11,11        |                           |
|                    | H3  | 3                      | 0                  | 0,00         |                           |
| Dwergstern         | H1  | 798                    | 0                  | 0,00         | 0,19                      |
|                    | H2  | 807                    | 3                  | 0,37         |                           |
|                    | H3  | 0                      | 0                  | 0,00         |                           |
| Kokmeeuw           | H1  | 7                      | 0                  | 0,00         | 1,06                      |
|                    | H2  | 82                     | 1                  | 1,22         |                           |
|                    | H3  | 5                      | 0                  | 0,00         |                           |
| Zilvermeeuw        | H1  | 374                    | 4                  | 1,07         | 4,36                      |
|                    | H2  | 549                    | 41                 | 7,47         |                           |
|                    | H3  | 109                    | 0                  | 0,00         |                           |
| Kleine Mantelmeeuw | H1  | 255                    | 4                  | 1,57         | 2,54                      |
|                    | H2  | 707                    | 22                 | 3,11         |                           |
|                    | H3  | 63                     | 0                  | 0,00         |                           |

Tabel 3.5. Aantal overvliegende vogels en het aantal reacties gedurende 1 dag (gemiddelde voor- en najaar 2001), Oostdam, Zeebrugge.





### **3.3. Boudewijnkanaal te Brugge**

#### **3.3.1. Materiaal en methoden**

##### **3.3.1.1. Aanvaringsaspect**

Eind 2000 werden er langs het Boudewijnkanaal aan de Pathoekeweg te Brugge 5 middelgrote 600 kW windturbines geplaatst, met masthoogte  $\pm 60$  m en rotordiameter  $\pm 48$  m (Figuur 3.30.). Vanaf begin december 2000 werd er in een straal van 60 m onder de turbines gestart met het wekelijks zoeken naar aanvaringssslachtoffers, waarbij soort, leeftijd en doodsoorzaak van de betreffende vogels werd genoteerd. Daarnaast werd er ook regelmatig gezocht in een straal van 85 m. Het onderzoek werd gedurende 1 jaar uitgevoerd (december 2000 tot -voorlopig- december 2001). Door de positie van de windturbines (langs het kanaal) is de vindkans er gereduceerd tot 75 % van het werkelijk gemaakte aantal slachtoffers.

Ter bepaling van de mate van predatie werd gedurende 2001 de verdwijnsnelheid van zelf uitgelegde kleine vogels bepaald. Het uitleggen van de kadavers gebeurde onafhankelijk van elkaar, en de uitlegplekken lagen 'at random' verspreid over het systematisch af te zoeken deel van het windpark. Net zoals aan de Oostdam te Zeebrugge werden ook geen grote vogels (zoals meeuwen) uitgelegd omdat de ervaring gedurende de voorbije jaren toont dat deze vogels altijd minstens een week blijven liggen.

Bij de schatting van het werkelijk aantal slachtoffers werd gebruik gemaakt van de volgende formules, afgeleid van de door WINKELMAN (1992a) beschreven formule, maar dan zonder bijkomende correctiefactor voor het aandeel zoekdagen omdat er wordt aangenomen dat de correctiefactor voor de predatie en deze voor het aandeel zoekdagen afhankelijk zijn van elkaar.

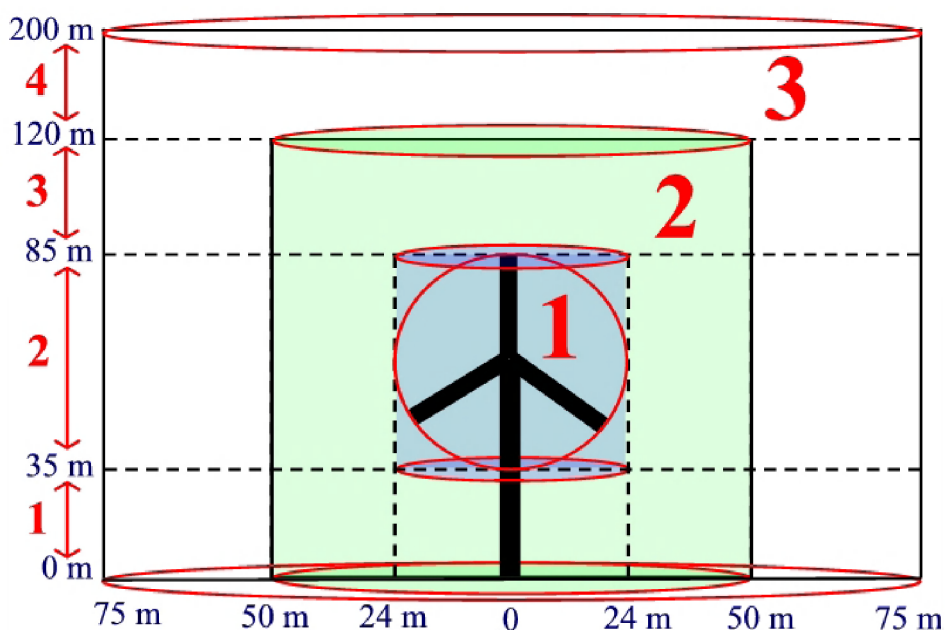
|                |  |
|----------------|--|
| Kleine vogels  | $N\text{-geschat} = N_a * C_z * C_p * C_e$ |
| Grotere vogels | $N\text{-geschat} = N_a * C_z * C_e$       |

waarin  $N_a$  het totale aantal vastgestelde turbineslachtoffers is,  $C_z$  de correctiefactor voor het zoekoppervlak, zijnde 1,33 (100/75),  $C_p$  de correctiefactor voor de predatie (zie verder) en  $C_e$  de correctiefactor voor de zoekefficiëntie die door het weinig overzichtelijke zoekoppervlak (hoog gras, kruiden) voor de kleine vogels op 2 (100/50) wordt geschat en voor de grote vogels gewoon 1 (WINKELMAN, 1992a).



### 3.3.1.2. Verstoringaspect

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. (zie bijlage 8.1. - 8.2.). 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 ééns 2 volledige dagen en 1 volledige nacht geteld. Losse waarnemingen werden het gehele jaar door verzameld. De gebruikte ruimtelijke verdeling rond de turbines (Figuur 3.29.) werd afgeleid van de door WINKELMAN (1992c) toegepaste verdeling. Tijdens het vooronderzoek werden ook de belangrijkste pleisteraars en broedvogels genoteerd. Na het plaatsen van de turbines kon dan een eventueel verschil bepaald worden.



Figuur 3.29. Ruimtelijke verdeling rond de windturbines langs het Boudewijnkanaal.



Figuur 3.30. Windturbinepark langs het Boudewijnkanaal.

### **3.3.2. Resultaten**

#### **3.3.2.1. Aanvaringsaspect**

##### Aantal slachtoffers

In de periode januari - december 2001 werden onder de 5 turbines 21 slachtoffers vastgesteld, waarvan 3 kleinere vogels (Figuur 3.33. – Bijlage 8.4.). De gevonden kadavers lagen op een gemiddelde afstand van 30 m tot de turbines (min. 4 m, max. 55 m).

Experimenten ter bepaling van de predatiedruk werden uitgevoerd in de lente van 2001. Er werden 2 Koolmezen, 2 Vinken, 1 Merel en 2 Grote Bonte Spechten en 6 eendagskuikens uitgelegd. Uit de resultaten blijkt dat 77 % reeds was verdwenen na één week (10/13). De correctiefactor voor de predatie bedraagt dus 4,35 (100/23).

Gecorrigeerd naar zoekoppervlak bekomen we voor de grotere vogels 24 slachtoffers/jaar, en gecorrigeerd naar zoekoppervlak, predatie en zoekefficiëntie krijgen we voor de kleinere vogels 35 slachtoffers/jaar (Bijlage 8.4). Samen geeft dat voor het hele windpark een schatting van 59 slachtoffers/jaar of 12 slachtoffers/jaar/turbine (= 0,03 slachtoffers/dag/turbine). Er werden geen kleine zangvogels vastgesteld. Het resultaat van het experiment ter bepaling van de predatiedruk wijst wel op de mogelijkheid dat er door het 'slechts' wekelijks zoeken van slachtoffers mogelijk veel kleine slachtoffers reeds verdwenen zijn alvorens ze kunnen gevonden worden. Over het werkelijk aantal kleine slachtoffers bestaat dus nog grote onzekerheid. De meeste slachtoffers werden vastgesteld tijdens de winter en in het voor- en najaar (Figuren 3.31. en 3.32.). Voor de maanden januari, april en oktober bekomen we een schatting van gemiddeld 0,09 vogels/dag/turbine (of 0,47 vogels/dag voor de 5 turbines).

##### Doodsoorzaken en type verwondingen

Alle gevonden vogels waren zeker (of zeer waarschijnlijk) het slachtoffer van de windturbines. De meerderheid van de vondsten waren vogels met een afgehakte kop (24 %) en gehalveerde vogels (41 %). De overige verwondingen betroffen afgehakte vleugels en staart, gebroken extremiteiten en allerlei zware verwondingen.

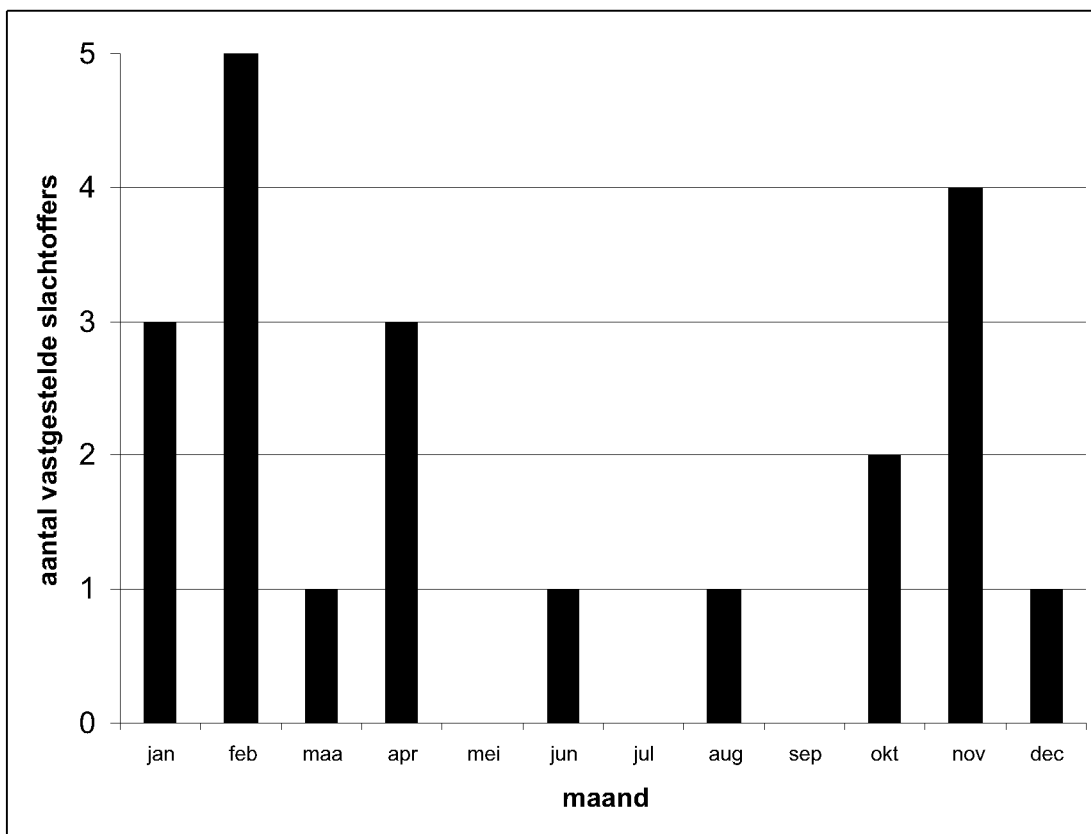
##### Soorten

Het overgrote deel van de gevonden slachtoffers (76 %) betreft meeuwen (8 Kokmeeuwen, 7 Zilvermeeuwen en 1 Kleine Mantelmeeuw). Daarnaast werden kleinere aantallen vastgesteld van Wilde Eend (1), Meerkoet (1), Stadsduif (2) en Sperwer (1).

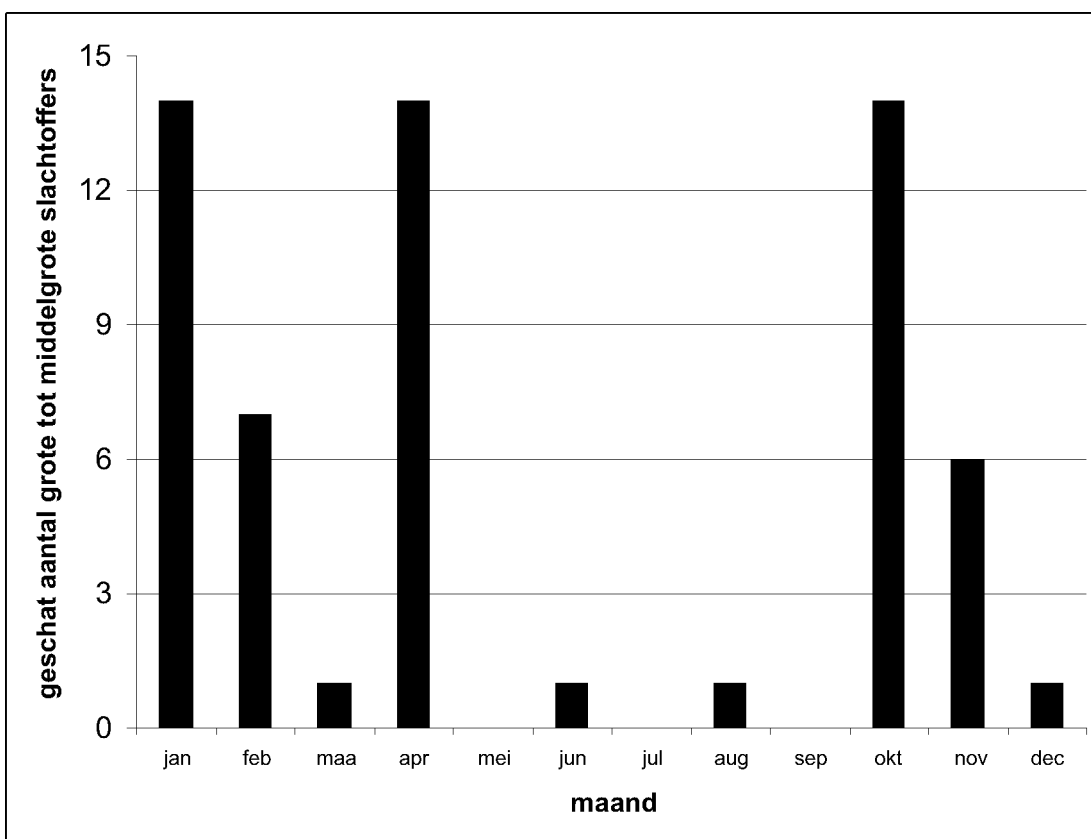
##### Relatie met overvliegende aantallen

De meeste meeuwen die de locatie passeren vliegen niet tussen de turbines door, maar volgen het naastliggend kanaal (Figuur 3.34.). Uitgaande van de meeuwen die het windpark werkelijk doorkruisen, komen we in het voor- en najaar (op basis van 4 volledige dagen) tot een schatting van gemiddeld 150 Zilvermeeuwen per dag of 4500 per maand. In het voor- en najaar komen per maand ongeveer 2 Zilvermeeuwen in botsing met de turbines. Dit impliceert dat er ongeveer 1 op 2200 passanten met één van de turbines in botsing komt. Indien we voor de dagsituatie alleen rekening houden met de Zilvermeeuwen die op rotorhoogte het windpark doorkruisen, wordt dit 1 op 750 passanten.



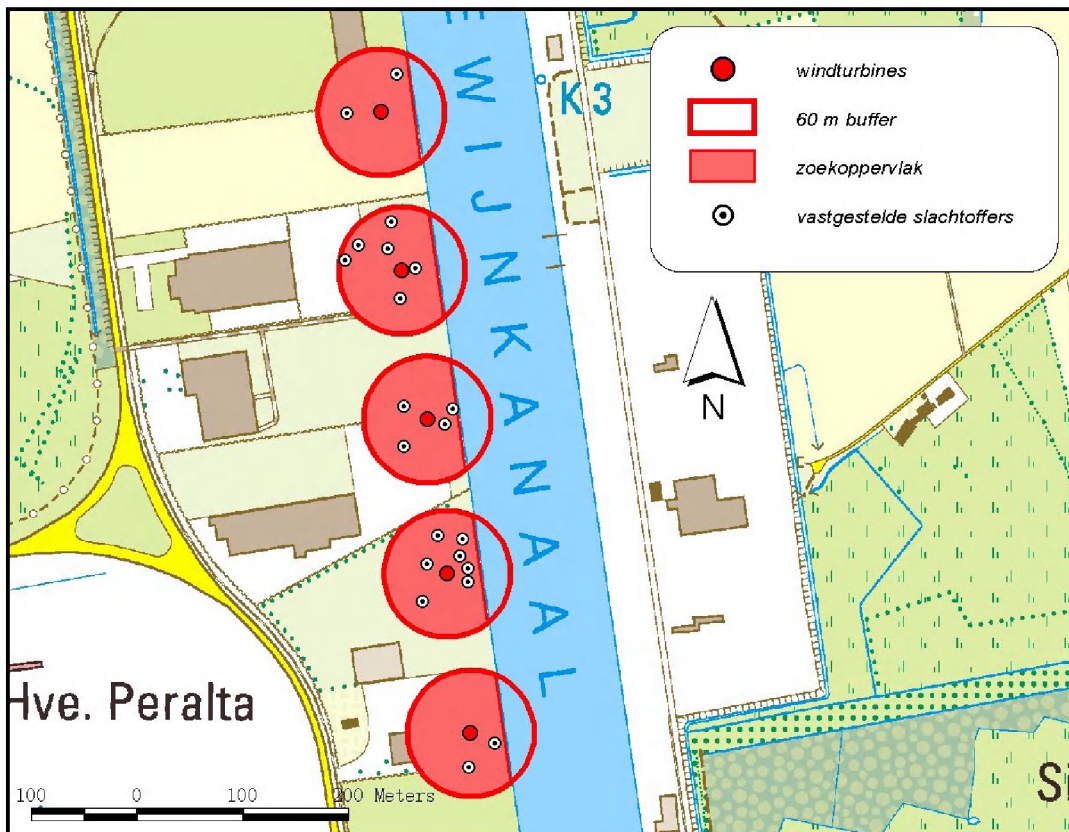


Figuur 3.31. Aantal vastgestelde aanvaringslachtoffers per maand (5 turbines), gedurende het onderzoeksjaar 2001.

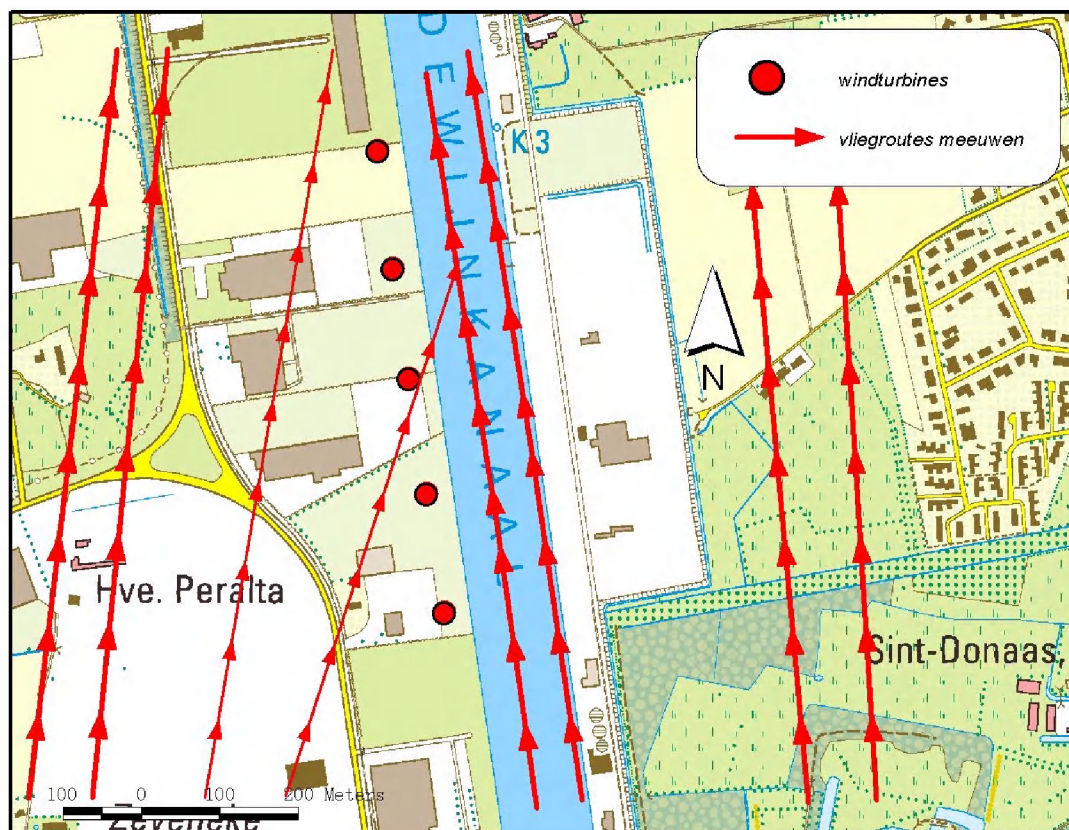


Figuur 3.32. Geschat aantal grote tot middelgrote aanvaringslachtoffers per maand (5 turbines), gedurende het onderzoeksjaar 2001.





Figuur 3.33. Vindplaatsen van windturbineslachtoffers langs het Boudewijnkanaal, met het beschikbaar zoekoppervlak rondom de turbines (onderzoeksjaar 2001). Kaart: NGI (2001).



Figuur 3.34. Belangrijkste dagelijkse vliegroutes van meeuwen gedurende de avondschemering langs het Boudewijnkanaal (onderzoeksjaar 2001). Kaart: NGI (2001).

### 3.3.2.2. Verstoringaspect

#### 3.3.2.2.1. Broedvogels

In tabel 3.6. worden de vastgestelde broedvogels weergegeven rond de windturbines. De Graspieper kwam na het plaatsen van de turbines zeker binnen de 100 m tot broeden. Hoewel de aantallen te klein zijn om significante verschillen te ontdekken, lijken de resultaten van het broedseizoen 2000 en 2001 (voor en na het plaatsen van de windturbines) erop te wijzen dat de Patrijs, Zwarte Roodstaart en Veldleeuwrik mogelijk toch enige verstoring ondervinden.

| Soort             | Broedseizoen 2000   |                              | Broedseizoen 2001   |                              |
|-------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|------------------------------|
|                   | Aantal binnen 100 m | Aantal tussen 100 m en 200 m | Aantal binnen 100 m | Aantal tussen 100 m en 200 m |
| Torenvalk         | -                   | 1                            | -                   | 1                            |
| Scholekster       | -                   | 1                            | -                   | 1                            |
| Patrijs           | 1                   | -                            | -                   | 1                            |
| Zwarte Roodstaart | 1                   | 1                            | -                   | 1                            |
| Graspieper        | 1                   | 1                            | 1                   | 1                            |
| Veldleeuwrik      | 1                   | -                            | -                   | -                            |
| Kneu              | ?                   | ?                            | -                   | 2                            |

*Tabel 3.6. Aantal territoria van broedvogels binnen de 200 m tot de turbines, voor (2000) en na (2001) het plaatsen van de windturbines.*

#### 3.3.2.2.2. Pleisterende vogels

Grote groepen pleisterende vogels behouden blijkbaar een grotere afstand tot de turbines dan individuele vogels (Tabel 3.7.). Door de vrij milde winter waren er wel weinig tot geen grote groepen eenden aanwezig op het Boudewijnkanaal. De grootste aantallen werden steeds meer noordelijker op het kanaal waargenomen (breedte van het kanaal = 120 m).

| Soort/Soortgroep | Afstand (m) van individuen of kleine groep | Afstand (m) van grote groep vanaf 50 ex. |
|------------------|--|--|
| Fuut             | 60   | Nvt.                                     |
| Dodaars          | 60   | Nvt.                                     |
| Aalscholver      | 50   | Nvt.                                     |
| Blauwe Reiger    | 60   | Nvt.                                     |
| Meerkoet         | 20   | 20                                       |
| Wilde Eend       | 50   | 350                                      |
| Slobeend         | 150  | Nvt.                                     |
| Kuifeend         | 150  | Nvt.                                     |
| Tafeleend        | 150  | 500                                      |
| Smient           | 400  | Nvt.                                     |
| Tureluur         | 50   | Nvt.                                     |
| Scholekster      | 30   | Nvt.                                     |
| Patrijs          | 30   | Nvt.                                     |

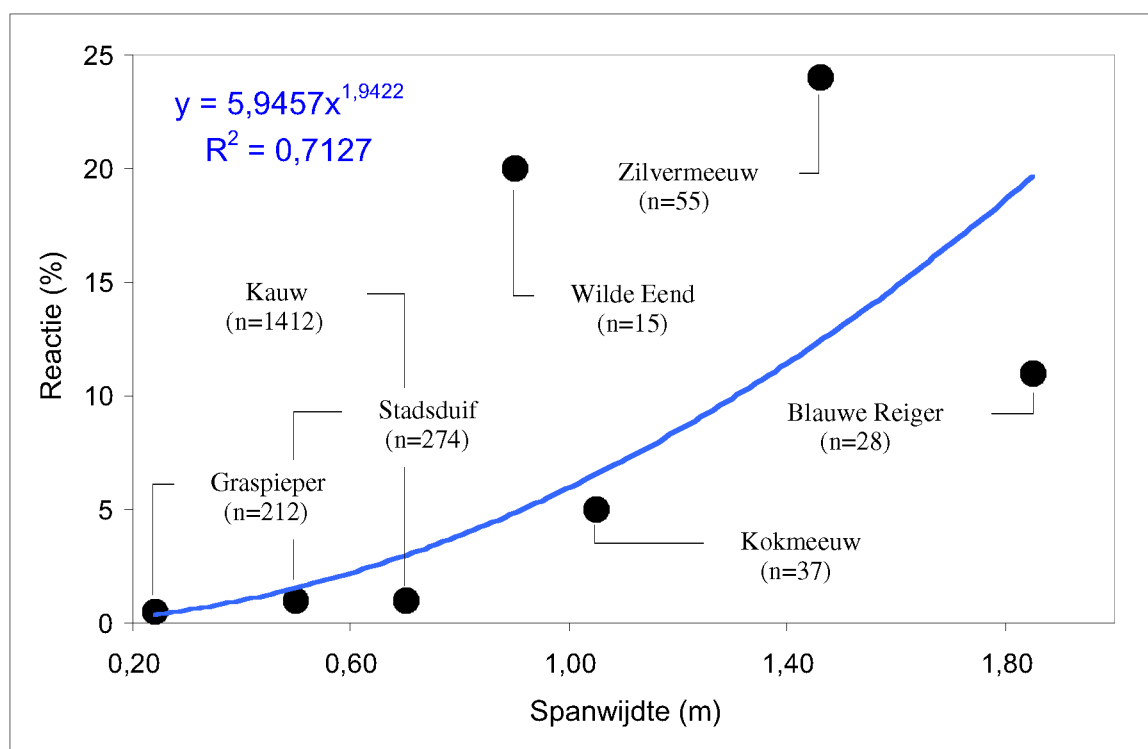
*Tabel 3.7. Dichtstbijzijnde waarnemingsafstanden tot de turbines van pleisterende vogels (Nvt= geen grote groepen waargenomen).*



### 3.3.2.2.3. Langsvliegende vogels

Gedurende en maanden mei en oktober 2001 werd nagegaan in welke mate de overvliegende vogels een duidelijke reactie vertoonden op de aanwezigheid van de windturbines (plotse verandering van vliegrichting en/of vlieghoogte vlak voor de turbines). Alleen vogels die op rotorhoogte overvlogen vertoonden soms een duidelijke reactie. Het grootste aandeel reagerende vogels werd vastgesteld bij de Wilde Eend (60-100 %), Zilvermeeuw (27-57 %), Blauwe Reiger (12-33 %) en Kokmeeuw (9 %). Kleinere vogelsoorten zoals Houtduif, Spreeuw en Graspieper vertoonden veel minder reacties (Tabel 3.8. en 3.9.). Er werd een significante correlatie vastgesteld tussen de grootte van de vogels en de procentuele reactie op de windturbines (Figuur 3.35.). Bij de Blauwe Reiger en Zilvermeeuw kon ook enkele keren een 'bijna aanvaring' waargenomen worden.

In mei 2000 werden tijdens het vooronderzoek alle vogels (incl. vlieghoogte) genoteerd die over de toekomstige windturbinelocatie vlogen. Na het plaatsen van de turbines werd dit in mei 2001 nogmaals overgedaan. Als we de beide resultaten vergelijken, kunnen we een vrij duidelijk verschil opmerken in vlieghoogte. Na het plaatsen van de windturbines doorkruisten heel wat vogelsoorten de turbines onder de rotorhoogte, terwijl voorheen relatief meer vogels op rotorhoogte overvlogen (Figuren 3.36. tot 3.43.). Een aantal soorten leken na het plaatsen van de turbines ook minder over te vliegen dan voorheen. Dit was o.m. het geval bij de Blauwe Reiger (Figuren 3.44. en 3.45.). In vergelijking met de 2 sectoren aan de rand van de rij windturbines werden er na het plaatsen van de turbines over de 3 windturbinesectoren duidelijk minder Blauwe Reigers overvliegend waargenomen, en van die Blauwe Reigers die de turbinelocatie wel doorkruisten vloog een meerderheid onder rotorhoogte over.



Figuur 3.35. Procentuele reactie op windturbines van overvliegende vogels gedurende 1 dag, (periode mei 2001 en oktober 2001), vergeleken met de gemiddelde spanwijdte van de betreffende vogels.

| Soort                 | Vlieghoogte<br>H1: 0-35 m<br>H2: 36-85 m | Aantal (1),<br>incl. evenwijdig<br>met het kanaal | Aantal (2),<br>effectief<br>overvliegend | Aantal<br>reacties | Reactie<br>% (2) | Reactie<br>% (2)<br>(H 1 +2) |
|-----------------------|--|---|--|--------------------|------------------|------------------------------|
| Aalscholver           | H1                                       | 9   | 2  | 0                  | 0,00             | 0,00                         |
|                       | H2                                       | 3   | 3  | 0                  | 0,00             |                              |
| Blauwe Reiger         | H1                                       | 22  | 16                                       | 0                  | 0,00             | 12,00                        |
|                       | H2                                       | 13  | 9  | 3                  | 33,33            |                              |
| Wilde Eend            | H1                                       | 12  | 8  | 0                  | 0,00             | 0,00                         |
|                       | H2                                       | 2   | 2  | 0                  | 0,00             |                              |
| Kokmeeuw              | H1                                       | 43  | 8  | 0                  | 0,00             | 0,00                         |
|                       | H2                                       | 6   | 6  | 0                  | 0,00             |                              |
| Zilvermeeuw           | H1                                       | 115   | 26                                       | 0                  | 0,00             | 26,53                        |
|                       | H2                                       | 39  | 23                                       | 13                 | 56,52            |                              |
| Kleine<br>Mantelmeeuw | H1                                       | 11  | 1  | 0                  | 0,00             | 0,00                         |
|                       | H2                                       | 34  | 22                                       | 0                  | 0,00             |                              |
| Houtduif              | H1                                       | 20  | 20                                       | 0                  | 0,00             | 0,00                         |
|                       | H2                                       | 2   | 2  | 0                  | 0,00             |                              |
| Stadsduif             | H1                                       | 114   | 114                                      | 0                  | 0,00             | 0,63                         |
|                       | H2                                       | 44  | 44                                       | 1                  | 2,27             |                              |
| Zwarte Kraai          | H1                                       | 19  | 19                                       | 0                  | 0,00             | 0,00                         |
|                       | H2                                       | 1   | 1  | 0                  | 0,00             |                              |
| Kauw                  | H1                                       | 789   | 789                                      | 0                  | 0,00             | 1,25                         |
|                       | H2                                       | 411   | 411                                      | 15                 | 3,65             |                              |

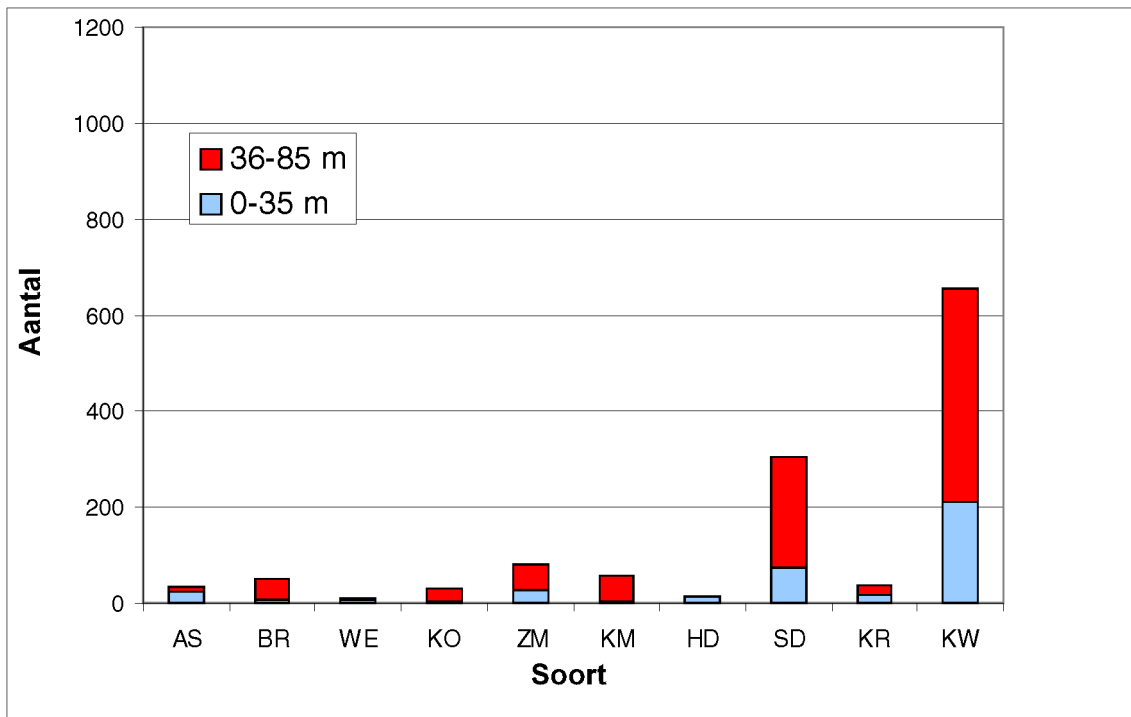
Tabel 3.8. Aantal overvliegende/langsvliegende vogels en het aantal reacties, gedurende 1 dag in de periode mei 2001.

| Soort                 | Vlieghoogte<br>H1: 0-35 m<br>H2: 36-85 m | Aantal (1),<br>incl. evenwijdig<br>met het kanaal | Aantal (2),<br>effectief<br>overvliegend | Aantal<br>reacties | Reactie<br>% (2) | Reactie<br>% (2)<br>(H 1 +2) |
|-----------------------|--|---|--|--------------------|------------------|------------------------------|
| Aalscholver           | H1                                       | 10  | 0  | 0                  | 0,00             | 0,00                         |
|                       | H2                                       | 0   | 0  | 0                  | 0,00             |                              |
| Blauwe Reiger         | H1                                       | 2   | 2  | 0                  | 0,00             | 0,00                         |
|                       | H2                                       | 0   | 0  | 0                  | 0,00             |                              |
| Wilde Eend            | H1                                       | 2   | 2  | 0                  | 0,00             | 60,00                        |
|                       | H2                                       | 3   | 3  | 3                  | 100,00           |                              |
| Kokmeeuw              | H1                                       | 2009  | 0  | 0                  | 0,00             | 8,70                         |
|                       | H2                                       | 951   | 23                                       | 2                  | 8,70             |                              |
| Zilvermeeuw           | H1                                       | 535   | 6  | 0                  | 0,00             | 0,00                         |
|                       | H2                                       | 277   | 0  | 0                  | 0,00             |                              |
| Kleine<br>Mantelmeeuw | H1                                       | 1   | 0  | 0                  | 0,00             | 0,00                         |
|                       | H2                                       | 8   | 0  | 0                  | 0,00             |                              |
| Houtduif              | H1                                       | 17  | 17                                       | 0                  | 0,00             | 0,00                         |
|                       | H2                                       | 2   | 2  | 0                  | 0,00             |                              |
| Stadsduif             | H1                                       | 36  | 36                                       | 0                  | 0,00             | 0,86                         |
|                       | H2                                       | 80  | 80                                       | 1                  | 1,25             |                              |
| Spreeuw               | H1                                       | 120   | 120                                      | 0                  | 0,00             | 0,00                         |
|                       | H2                                       | 788   | 788                                      | 0                  | 0,00             |                              |
| Zwarte Kraai          | H1                                       | 20  | 20                                       | 0                  | 0,00             | 0,00                         |
|                       | H2                                       | 0   | 0  | 0                  | 0,00             |                              |
| Kauw                  | H1                                       | 89  | 89                                       | 0                  | 0,00             | 0,00                         |
|                       | H2                                       | 40  | 40                                       | 0                  | 0,00             |                              |
| Graspieper            | H1                                       | 0   | 0  | 0                  | 0,00             | 0,47                         |
|                       | H2                                       | 212   | 212                                      | 1                  | 0,47             |                              |

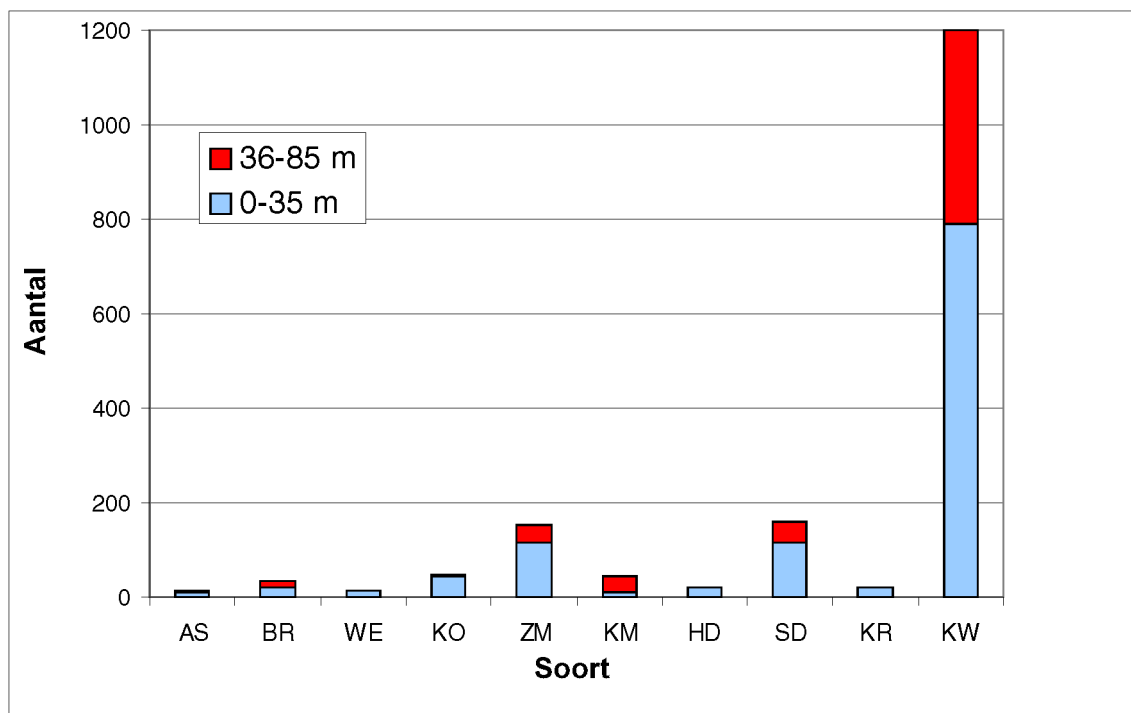
Tabel 3.9. Aantal overvliegende/langsvliegende vogels en het aantal reacties, gedurende 1 dag in de periode oktober 2001.



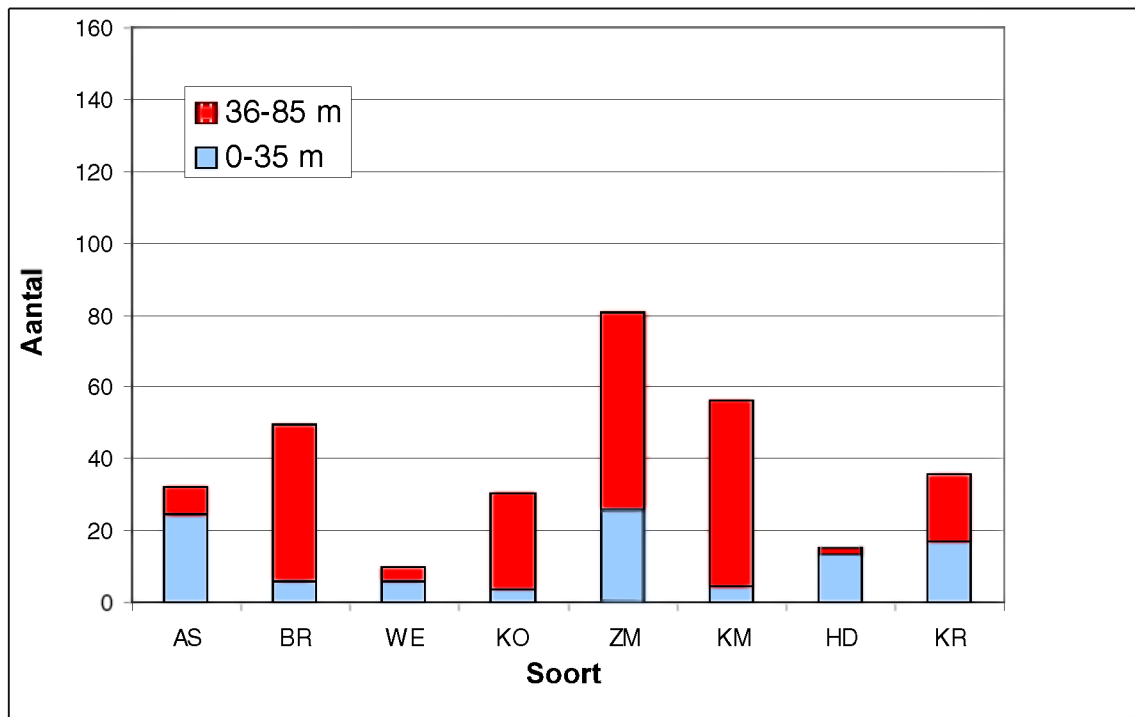




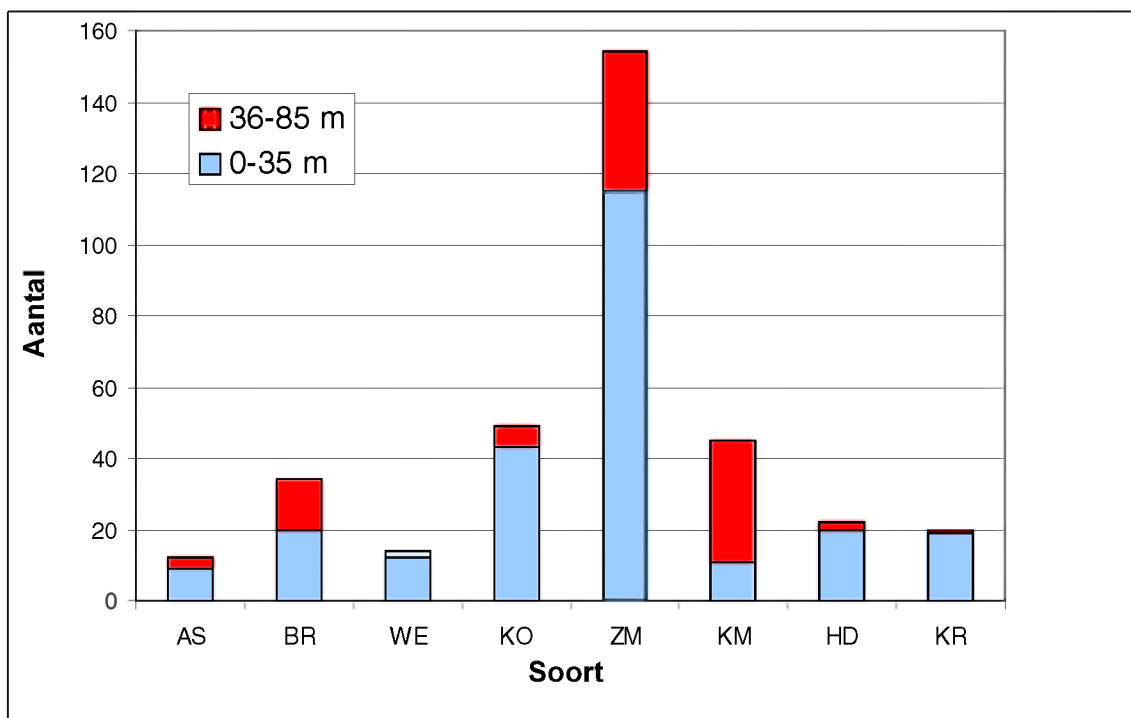
Figuur 3.36. Overvliegende en langsvliegende vogels gedurende 1 dag in de periode mei 2000, voor het plaatsen van de turbines. Soorten: Aalscholver, Blauwe Reiger, Wilde Eend, Kokmeeuw, Zilvermeeuw, Kleine Mantelmeeuw, Houtduif, Stadsduif, Zwarte Kraai en Kauw.



Figuur 3.37. Overvliegende en langsvliegende vogels gedurende 1 dag in de periode mei 2001, (na het plaatsen van de turbines).

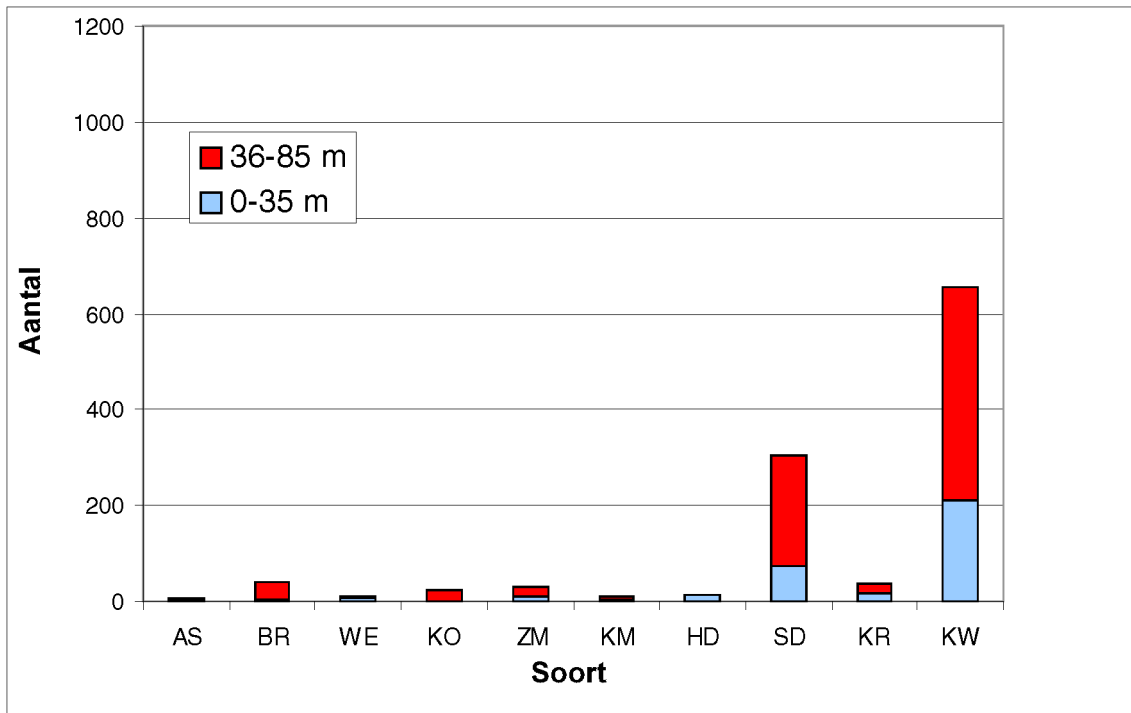


*Figuur 3.38. Overvliegende en langsvliegende vogels gedurende 1 dag in de periode mei 2000 (voor het plaatsen van de turbines).*

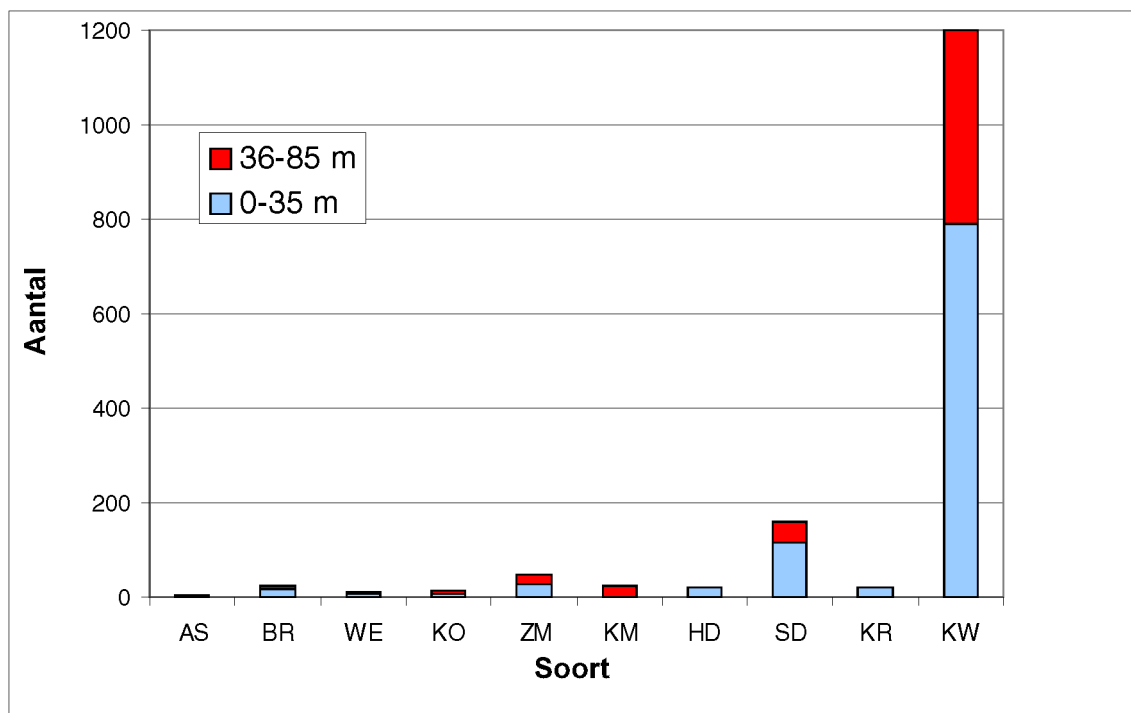


*Figuur 3.39. Overvliegende en langsvliegende vogels gedurende 1 dag in de periode mei 2001 (na het plaatsen van de turbines).*

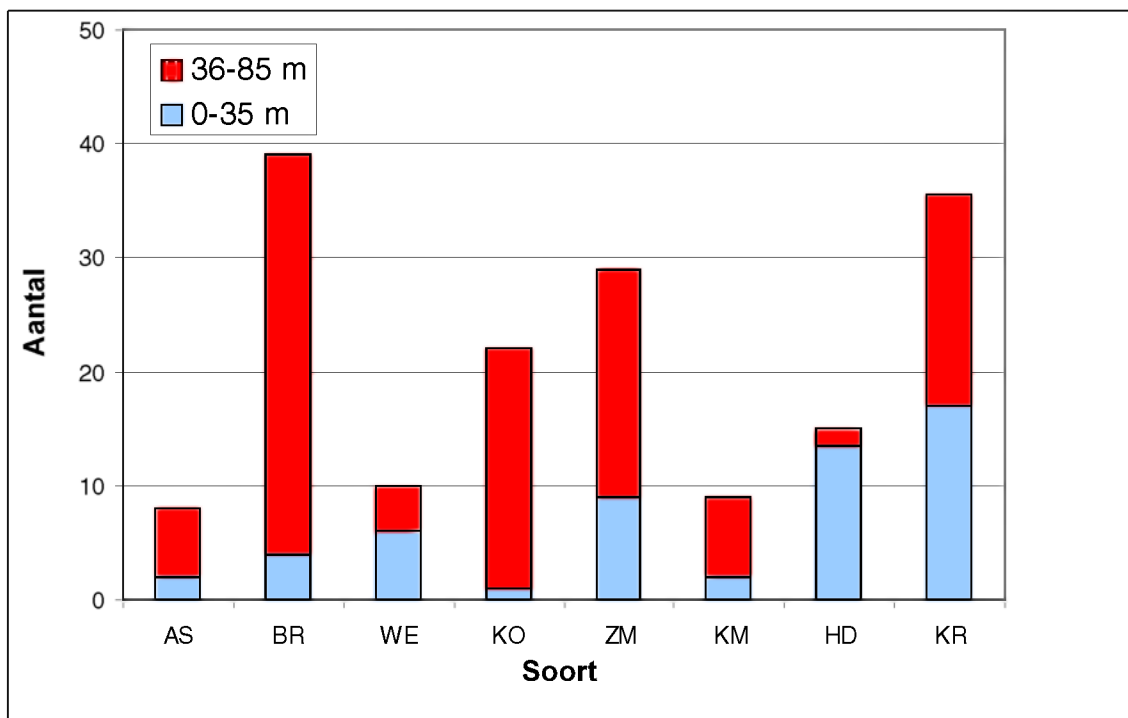




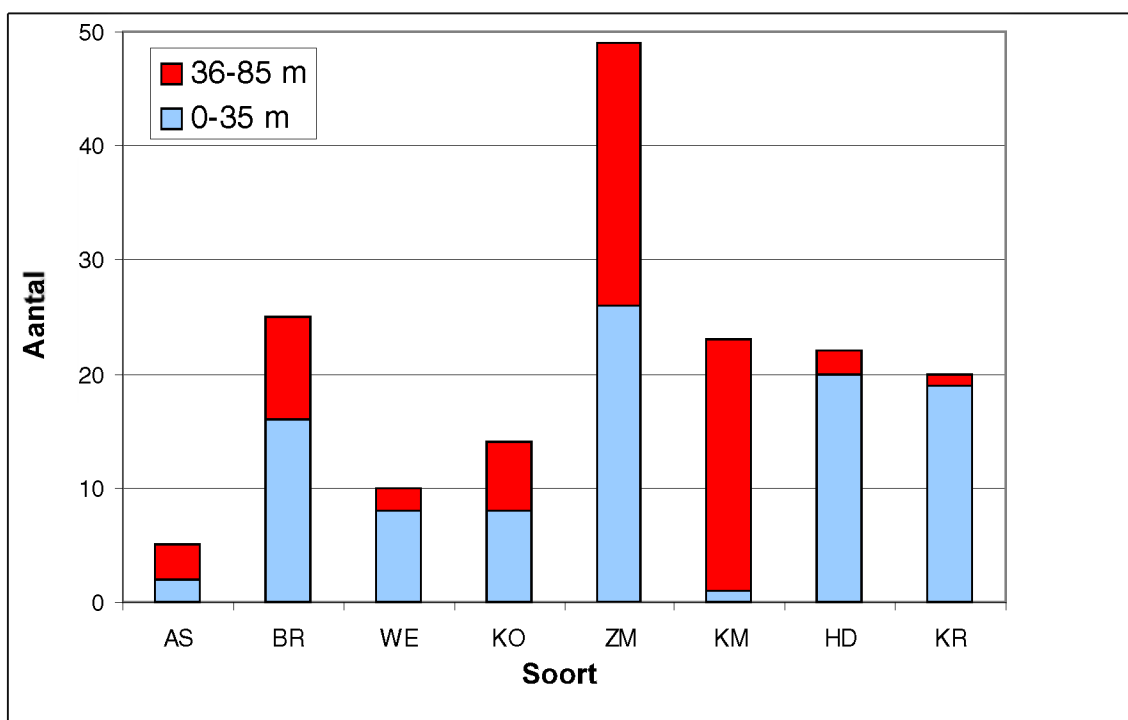
Figuur 3.40. Overvliegende vogels gedurende 1 dag in de periode mei 2000 (voor het plaatsen van de turbines).



Figuur 3.41. Overvliegende vogels gedurende 1 dag in de periode mei 2001 (na het plaatsen van de turbines).



Figuur 3.42. Overvliegende vogels gedurende 1 dag in de periode mei 2000 (voor het plaatsen van de turbines).



Figuur 3.43. Overvliegende vogels gedurende 1 dag in de periode mei 2001 (na het plaatsen van de turbines).





### **3.4. Elektriciteitscentrale te Schelle**

#### **3.4.1. Materiaal en methoden**

##### **3.4.1.1. Aanvaringsaspect**

Sinds april 2001 staan er op het terrein van de elektriciteitscentrale van Electrabel te Schelle drie grote 1500 kW windturbines opgesteld, met masthoogte 85 m en rotordiameter 70 m (Figuur 3.47.). Vanaf half april 2001 werd er in een straal van 85 m onder de turbines gestart met het wekelijks zoeken naar aanvaringslachtoffers, waarbij soort, leeftijd en doodsoorzaak van de betreffende vogels werd genoteerd. Zeer uitzonderlijk (en waar mogelijk) werd ook gezocht in een straal van 120 m. De hieronder voorgestelde resultaten zijn van één jaar onderzoek (april 2001 tot maart 2002). Door de aanwezigheid van bos en hoge struiken is de vindkans aan twee turbines gereduceerd tot 53 % en 88 % van het werkelijk gemaakte aantal slachtoffers (Figuur 3.48).

Ter bepaling van de mate van predatie werd gedurende 2001 de verdwijnsnelheid van zelf uitgelegde kleine vogels bepaald. Het uitleggen van de kadavers gebeurde onafhankelijk van elkaar, en de uitlegplekken lagen 'at random' verspreid over het systematisch af te zoeken deel van het windpark. Er werden geen grote vogels (zoals meeuwen) uitgelegd omdat de ervaring gedurende de voorbije jaren toont dat deze vogels altijd minstens een week blijven liggen.

Bij de schatting van het werkelijk aantal slachtoffers werd gebruik gemaakt van de volgende formules, afgeleid van de door WINKELMAN (1992a) beschreven formule, maar dan zonder bijkomende correctiefactor voor het aandeel zoekdagen omdat er wordt aangenomen dat de correctiefactor voor de predatie en deze voor het aandeel zoekdagen afhankelijk zijn van elkaar.

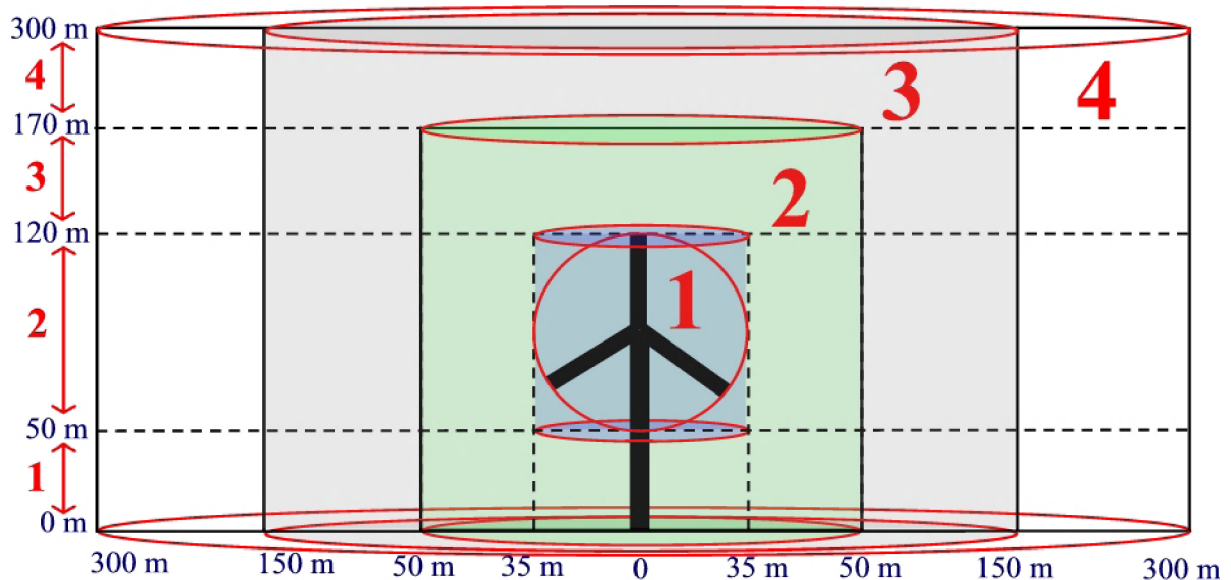
|                |  |
|----------------|--|
| Kleine vogels  | $N\text{-geschat} = N_a * C_z * C_p * C_e$ |
| Grotere vogels | $N\text{-geschat} = N_a * C_z * C_e$       |

waarin  $N_a$  het totale aantal vastgestelde turbineslachtoffers is,  $C_z$  de correctiefactor voor het zoekoppervlak, zijnde 1,00 (100/100) en 1,89 (100/53) en 1,14 (100/88),  $C_p$  de correctiefactor voor de predatie (zie verder) en  $C_e$  de correctiefactor voor de zoekefficiëntie die door het weinig overzichtelijke zoekoppervlak (hoog gras, kruiden) voor de kleine tot middelgrote vogels op 2 (100/50) wordt geschat en voor de grotere vogels gewoon 1 (WINKELMAN, 1992a).



### 3.4.1.2. Verstoringsaspect

Gedurende het broedseizoen 2001 werden in een straal van 300 m rondom de turbines de belangrijkste broedvogels opgetekend. In het najaar van 2001 werden op 2 volledige dagen (incl. ochtend- en avondschemering) ook de vliegbewegingen van alle overvliegende vogels in een straal van 300 m genoteerd (incl. afstand tot de turbines, reactie, enz... zie bijlage 8.1. - 8.2.). Bijkomend werden op regelmatige tijdstippen ook losse waarnemingen genoteerd. De gebruikte ruimtelijke verdeling rond de turbines (Figuur 3.46.) werd afgeleid van de door WINKELMAN (1992c) toegepaste verdeling. Ook werd er nagegaan tot op welke afstand van de turbines er gebroed werd. Daarnaast werd het gehele jaar door ook op regelmatige basis de afstand tot de turbines opgemeten van pleisterende watervogels.



Figuur 3.46. Ruimtelijke verdeling rond de windturbines te Schelle.



Figuur 3.47. Windturbines te Schelle.

### 3.4.2. Resultaten

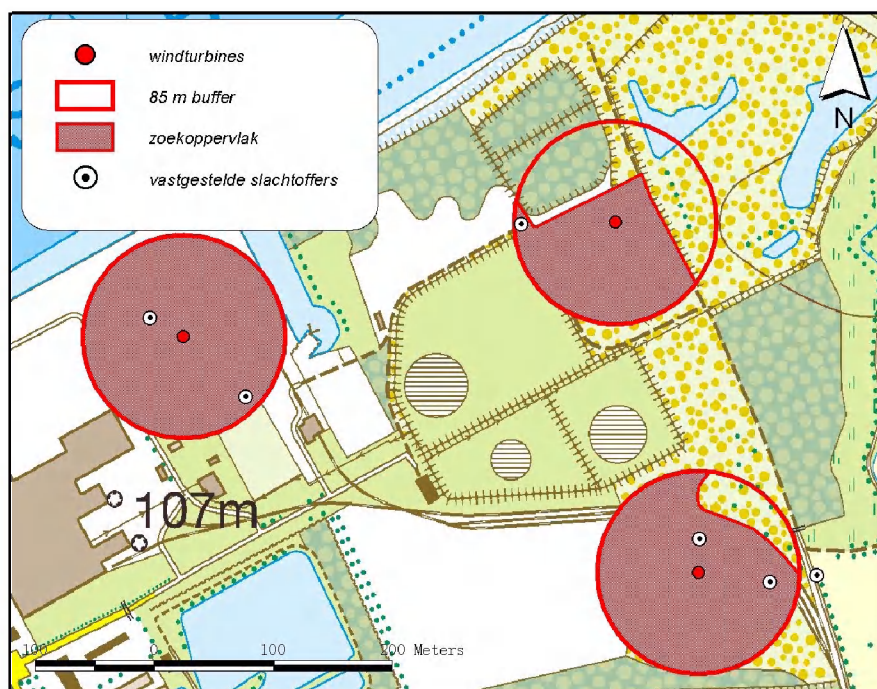
#### 3.4.2.1. Aanvaringsaspect

##### Aantal slachtoffers

Gedurende de onderzoeksperiode april 2001-maart 2002 werden 6 slachtoffers vastgesteld (Figuur 3.48. – Bijlage 8.5.). De betreffende vogels (Wilde Eend (2), Houtduif (3) en Ekster) lagen op een gemiddelde afstand van 53 meter tot de windturbines (min. 25 m, max. 90 m).

Experimenten ter bepaling van de predatiedruk werden uitgevoerd in de lente en herfst van 2001. Er werden 11 eendagskuikens, 3 Merels, 4 Vinken en een Grote Bonte Specht uitgelegd. Uit de resultaten blijkt dat 95 % reeds was verdwenen na één week (18/19). De correctiefactor voor de predatie bedraagt dus 20 (100/5).

Het geschatte aantal slachtoffers komt met bijkomende correctiefactoren op minstens 12 vogels te liggen (2 grote vogels (Wilde Eend) en 10 middelgrote vogels – zie bijlage 8.5.), of gemiddeld 4 slachtoffers/jaar/turbine (= 0,01 slachtoffers/dag/turbine). Aangezien er geen kleine vogelslachtoffers werden vastgesteld kan het gevonden aantal dus ook niet vermenigvuldigd worden met een bijkomende predatiefactor. Het resultaat van het experiment ter bepaling van de predatiedruk wijst wel op de mogelijkheid dat er door het ‘slechts’ wekelijks zoeken van slachtoffers mogelijk veel kleine slachtoffers reeds verdwenen zijn alvorens ze kunnen gevonden worden. Over het werkelijk aantal kleine slachtoffers bestaat dus nog grote onzekerheid. Bovenstaande schatting dient dan ook als een absoluut minimum beschouwd te worden. Bovendien kan het aantal grotere slachtoffers ook nog oplopen. Tijdens strenge winters zijn in de wijde omgeving tot enkele duizenden eenden aanwezig. Indien heel wat van deze vogels ook op regelmatige tijdstippen over de windturbinelocatie gaan vliegen, dan zal er in de winter een grotere aanvaringskans kunnen ontstaan.



Figuur 3.48. Vindplaatsen van windturbineslachtoffers te Schelle, met aanduiding van het beschikbaar zoekoppervlak rondom de turbines (april 2001-maart 2002). Kaart: NGI (2001).



### 3.4.2.2. Verstoringsaspect

#### 3.4.2.2.1. Broedvogels

Aan één van de schoorstenen van de elektriciteitscentrale hangt een nestkast waarin sinds 2000 een koppel Slechtvalken tot broeden komt. Ook in 2001 (na het plaatsen van de windturbines) werd een succesvol broedgeval vastgesteld. De nestkast is op ongeveer 150 m van één van de 3 windturbines gesitueerd. In een nabijgelegen loofbos (park Laarhof), op ongeveer 300 m van de dichtstbijzijnde turbine, is er jaarlijks ook een broedgeval van de Buizerd. Dat is na het plaatsen van de windturbine niet veranderd. Wat de effecten op langere termijn zijn blijft uiteraard nog onduidelijk. De Buizerd vloog vroeger veelvuldig rond boven de betreffende windturbinelocatie. Na het plaatsen van de turbines was die situatie duidelijk veranderd. De soort is heel weinig waar te nemen in de directe nabijheid van de windturbines. In tegenstelling tot vroeger wordt er niet meer veelvuldig boven de betreffende locatie rondgevlogen. De Buizerd lijkt dus een gedeelte van zijn jachtgebied verloren te hebben.

In het gebied 'De Maaienhoek', op 50-300 m van de meest noordoostelijke turbine, komen jaarlijks enkele watervogelsoorten tot broeden, zoals de Dodaars, Knobbelzwaan, Bergeend, Krakeend, Wilde Eend, Slobeend en Kuifeend (DE KEERSMAECKER, 2000 & 2001). 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 komen 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 50 m rond de windturbines. Gedurende de komende jaren zal een uitgebreid onderzoek meer duidelijkheid moeten brengen.

- Pleisterende vogels

Grote groepen pleisterende vogels behouden schijnbaar een grotere afstand tot de turbines dan individuele vogels (Tabel 3.10.). Grote groepen pleisterende eenden behouden meestal een ruime afstand van ongeveer 250 m tot de turbines. Aangezien het (nog) niet mogelijk was om tijdens een strenge winter een uitgebreid onderzoek te verrichten, moeten deze resultaten als zeer voorlopig worden aanschouwd.

| Soort/Soortgroep | Afstand (m) van individuen of een kleine groep | Afstand (m) van een grote groep vanaf 50 ex. |
|------------------|--|--|
| Blauwe Reiger    | 80   | Nvt.   |
| Knobbelzwaan     | 150  | Nvt.   |
| Meerkoet         | 100  | 100  |
| Waterhoen        | 150  | Nvt.   |
| Bergeend         | 150  | Nvt.   |
| Wilde Eend       | 80   | 200  |
| Krakeend         | 150  | Nvt.   |
| Wintertaling     | 100  | 250  |
| Kuifeend         | 200  | Nvt.   |
| Tafeleend        | 100  | 250  |
| Kleine Plevier   | 150  | Nvt.   |

Tabel 3.10. Dichtstbijzijnde waarnemingsafstanden tot de turbines van pleisterende vogels (Nvt= geen grote groepen waargenomen).



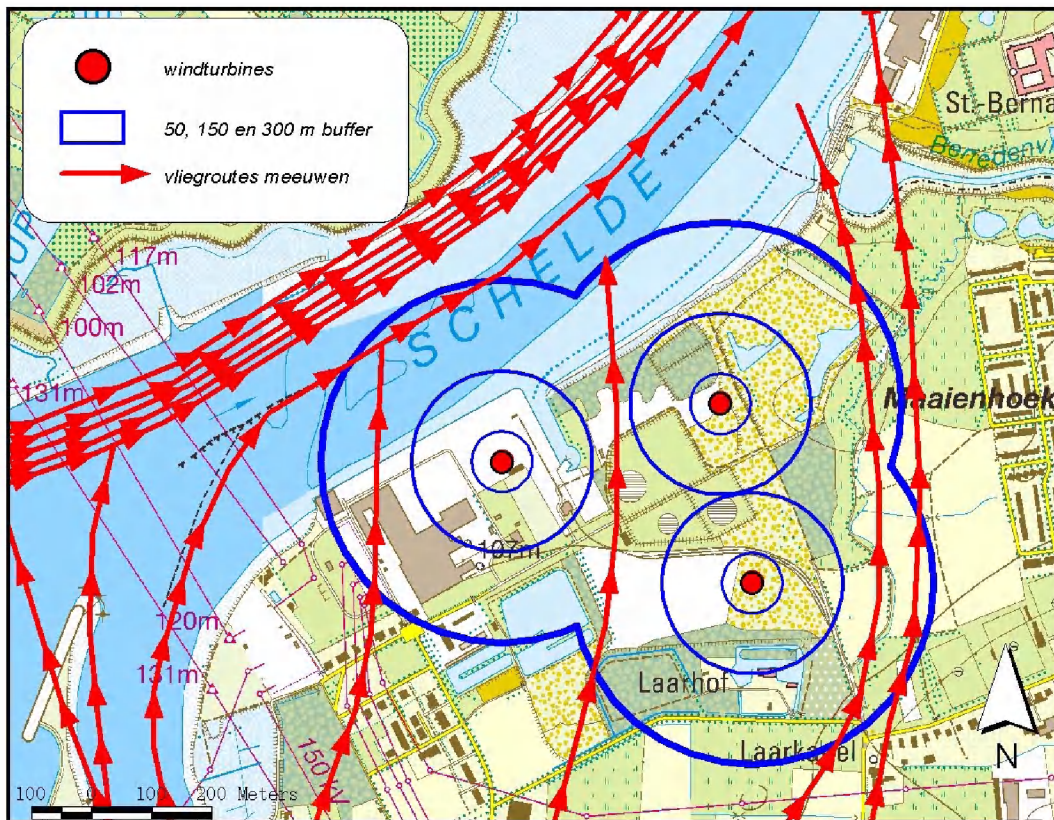
- Langsvliegende vogels

Gedurende de vorige jaren vlogen verschillende groepen van de Canadese Gans dagelijks over de betreffende locatie. In de huidige situatie maken 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. Houtduiven vlogen vrijwel altijd op een lage hoogte rond in het gebied en vertoonden geen duidelijke reacties op de turbines (Tabel 3.11. en Figuren 3.49 - 3.50.).

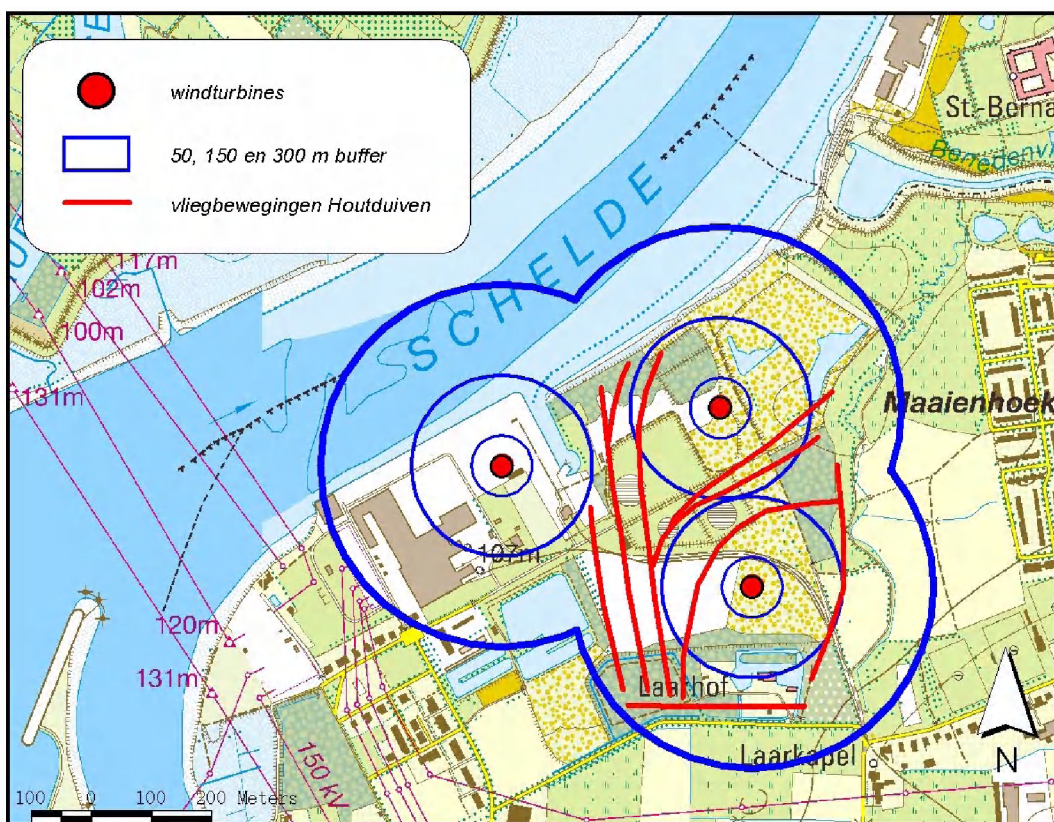
| Soort          | Vlieghoogte<br>H1: 0-50 m<br>H2: 51-120 m | Aantal,<br>effectief<br>overvliegend | Aantal<br>reacties | Reactie<br>% | Reactie<br>%<br>(H 1+2) |
|----------------|---|--------------------------------------|--------------------|--------------|-------------------------|
| Grauwe<br>Gans | H1  | 0                                    | 0                  | 0,00         | 100,00                  |
|                | H2  | 14                                   | 14                 | 100,00       |                         |
| Wilde Eend     | H1  | 9                                    | 0                  | 0,00         | 9,52                    |
|                | H2  | 12                                   | 2                  | 16,67        |                         |
| Kokmeeuw       | H1  | 24                                   | 0                  | 0,00         | 0,00                    |
|                | H2  | 11                                   | 0                  | 0,00         |                         |
| Zilvermeeuw    | H1  | 0                                    | 0                  | 0,00         | 11,11                   |
|                | H2  | 9                                    | 1                  | 11,11        |                         |
| Houtduif       | H1  | 154                                  | 0                  | 0,00         | 0,00                    |
|                | H2  | 6                                    | 0                  | 0,00         |                         |
| Zwarte Kraai   | H1  | 14                                   | 0                  | 0,00         | 6,25                    |
|                | H2  | 2                                    | 1                  | 50,00        |                         |
| Alle soorten   | H1  | 336                                  | 0                  | 0,00         | 3,07                    |
|                | H2  | 251                                  | 18                 | 7,17         |                         |

Tabel 3.11. Aantal overvliegende vogels en aantal reacties gedurende 1 dag in oktober 2001.





Figuur 3.49. Belangrijkste dagelijkse vliegroutes (slaaptrek) van meeuwen.  
Kaart: NGI (2001).



Figuur 3.50. Belangrijkste dagelijkse vliegbewegingen van Houtduiven.  
Kaart: NGI (2001).

## **3.5. Discussie**

### **3.5.1. Aanvaringsaspect**

#### **3.5.1.1. Aantal slachtoffers**

In een aantal gepubliceerde resultaten wordt melding gemaakt dat de gevonden aantallen slachtoffers over het algemeen vrij klein zijn. Door een slechte documentatie en een veelal weinig systematische onderzoeksopzet zijn die resultaten niet altijd even betrouwbaar. Eén van de meest uitgebreide en best onderbouwde onderzoeken bij kleine tot middelgrote windturbines werd uitgevoerd te Oosterbierum en Urk (Nederland). Op deze locaties kwam men tijdens de voor- en najaarstrek (maart, april, oktober, november) uit op een gemiddelde van 0,06 tot 0,11 slachtoffers/dag/turbine (WINKELMAN, 1992a ; VAN DER WINDEN *et al.*, 1999). Tijdens de voor- en najaarstrek (maart, april, oktober, november) bekomen we voor de Oostdam te Zeebrugge een gelijkaardige schatting van gemiddeld 0,10 slachtoffers/dag/turbine. Gedifferentieerd per locatie komen we voor de Oostdam uit op 39 slachtoffers/jaar/turbine (of 0,10 vogels/dag/turbine) langs de zeewaarts gerichte cluster en 6 slachtoffers/jaar/turbine (of 0,02 vogels/dag/turbine) langs de landwaarts gerichte cluster. De berekende schatting dient wel als een minimum beschouwd te worden. Dit betekent dat we in de betreffende omstandigheden kunnen spreken van een hoog aanvaringsrisico voor de zeewaarts gerichte cluster, en een laag aanvaringsrisico voor de meer landwaarts gelegen cluster. De belangrijkste oorzaken hiervan zullen liggen bij het aantal overvliegende vogels en de vliegrichting, en mogelijk ook de vlieghoogte en achtergrondverlichting. Het positief effect van de achtergrondverlichting wordt als onzeker beschouwd, aangezien er aan 1 windturbine op de landwaarts gerichte cluster (veel achtergrondverlichting) toch relatief veel slachtoffers werden vastgesteld. Met de verlichting van windturbines moet trouwens zeer omzichtig omgesprongen worden. Nachtelijke verlichting van de windturbines zelf blijkt geen goede oplossing te zijn om het aantal vogelaanvaringen te beperken en kan op mistige en nevelige nachten zelfs tot een sterke toename van de aanvaringskansen leiden (WINKELMAN, 1992c). De achtergrondverlichting in heel wat industriegebieden (dus niet het verlichten van de windturbines zelf) kan in sommige omstandigheden misschien wel een kleinere aanvaringskans tot gevolg hebben. De resultaten aan de Oostdam geven een significante correlatie tussen het aantal slachtoffers en de combinatie van het aantal vliegbewegingen en belangrijke vliegroutes. Zonder de kleinere vogels mee te rekenen, lijkt het er dus op dat de aanvaringen langs de Oostdam vooral plaatsgrijpen onder de massaal aanwezige meeuwen (zowel overvliegend en pleisterend), en dus een afspiegeling zijn van de aanwezige avifauna.

Het aantal slachtoffers aan het Boudewijnkanaal (0,03 per dag per turbine) is minder dan aan de Oostdam, maar wel nog vergelijkbaar met het onderzoek in Nederland. Tijdens de voor- en najaarstrek (maart, april, oktober, november) bekomen we een schatting van gemiddeld 0,06 slachtoffers/dag/turbine. Door de hoge predatiefactor en het 'slechts' wekelijks zoeken van slachtoffers waren mogelijk veel kleine slachtoffers reeds verdwenen alvorens ze konden gevonden worden. Net zoals voor de Oostdam te Zeebrugge bestaat er over het werkelijk aantal kleine slachtoffers dus nog een grote onzekerheid. De berekende schatting dient dan ook als een absoluut minimum beschouwd te worden. Hetzelfde geldt voor de 3 grote windturbines aan de elektriciteitscentrale te Schelle. Het dagelijks zoeken naar aanvaringsslachtoffers (gedurende bepaalde periodes in het jaar) zou meer duidelijkheid moeten brengen. Bovendien moeten de cijfers vooral vergeleken worden met het aantal vogels dat (dagelijks) over de betreffende locatie vliegt. Aan het Boudewijnkanaal en vooral ook te Schelle zijn er veel minder dagelijkse vliegbewegingen dan aan de Oostdam (zie 3.5.1.4.).



Het zoekoppervlak rondom de turbines is uiteraard ook belangrijk. WINKELMAN (1989; 1992a) hanteerde voor kleine windturbines van ongeveer 50 m tiphoogte een zoekcirkel met straal 50 m rondom de turbines. Aan de Oostdam te Zeebrugge (gelijkaardige windturbines) kon eenzelfde zoekoppervlak gebruikt worden. Bij de middelgrote windturbines van het Boudewijnkanaal te Brugge (tiphoogte  $\pm 85$  m) werd een zoekcirkel met straal 60 m toegepast. Ter controle werd ook regelmatig in een ruimere cirkel met straal 85 m gezocht, maar uit de resultaten blijkt dat alle slachtoffers daar binnen de 60 m cirkel lagen. Bij de drie grote windturbines te Schelle (tiphoogte 120 m) werd een zoekcirkel met straal 85 m gehanteerd. Van de zes gevonden slachtoffers lagen er vijf binnen deze zoekcirkel, één vogel werd op een afstand van ongeveer 90 m vastgesteld. De gebruikte zoekcirkels bij de turbines langs het Boudewijnkanaal te Brugge en te Schelle hebben een straal die gelijk is aan de masthoogte van de betreffende turbines. In de literatuur worden geen duidelijke richtlijnen gegeven betreffende de noodzakelijke zoekoppervlakte rondom windturbines. De door WINKELMAN (1989; 1992a) toegepaste zoekcirkel met straal 50 m wordt meestal aangehaald, maar het is uiteraard vanzelfsprekend dat bij grotere windturbines ook een grotere zoekcirkel is vereist. De resultaten geven weer dat er (zeker te Schelle) ook slachtoffers op een grotere afstand kunnen neervallen. Naast een hoge predatiefactor zou de iets te kleine zoekcirkel te Schelle (en waarschijnlijk ook langs het Boudewijnkanaal te Brugge) ook een mogelijke oorzaak kunnen zijn van het relatief laag aantal kleine slachtoffers. Het lijkt daarom aangeraden om steeds een zoekcirkel te gebruiken waarvan de straal gelijk is aan de tiphoogte van de turbines, en dus niet van de masthoogte.

Over het algemeen treedt er een grote variatie in het aantal windturbineslachtoffers op van dag tot dag, van seizoen tot seizoen en van jaar tot jaar. Wel kan worden gesteld dat de meeste slachtoffers in de herfst en in het voorjaar vallen. Bepaalde specifieke weersituaties spelen hierbij een grote rol (WINKELMAN, 1992a). Aan de Oostdam te Zeebrugge en langs het Boudewijnkanaal te Brugge werden de grootste aantallen ook in het voor – en najaar vastgesteld. Voor de Oostdam was dit wel voornamelijk in het najaar. Het grotere aantal doortrekkende meeuwen die gedurende het najaar langs de kust worden waargenomen kan hiervan een oorzaak zijn, maar hierover bestaat er momenteel nog geen zekerheid.

### 3.5.1.2. Doodsoorzaken en type verwondingen

De vondsten van vogels met afgehakte kop en gehalveerde vogels staan niet op zichzelf. Ook WINKELMAN (1992a), WINKELMAN (1989), ORLOFF et al (1991), BÖTTGER et al (1990) en MUSTERS et al (1991) maken melding van een groot aandeel van dit soort verwondingen. Gezien de grote snelheid van de ronddraaiende wieken is dit niet zo verwonderlijk. Zelfs bij middelgrote tot grote windturbines heeft de top van de wieken een snelheid van meer dan 200 km/u. Onder bepaalde omstandigheden kunnen overvliegende vogels de snelheid van de wieken moeilijk inschatten en/of zien ze de draaiende wieken eerder als een wazige vlek (NATIONAL WIND COORDINATING COMMITTEE, 2001, zie ook 3.5.1.5.). Meer onderzoek is hier zeker gewenst.

### 3.5.1.3. Soorten

Naast het aandeel meeuwen (45 %) valt bij de schatting van het aantal slachtoffers aan de Oostdam ook het relatief hoge aandeel zangvogels (48 %) op. Het aandeel geschatte zangvogelslachtoffers is daar in vergelijking met het vastgestelde aantal (9 %) opvallend hoger. Dat is het gevolg van de grote predatiefactor. Nagenoeg alle slachtofferonderzoeken hebben te maken met vroegtijdige predatie (WINKELMAN, 1992b).



Dat vogels snel gewonnen aan plaatsen waar veel slachtoffers vallen, blijkt bijvoorbeeld uit onderzoek van KLEM (1981), waarbij roofvogels systematisch de ondergrond onder de ramen waartegen veel vogels botsten, afzochten. Vogels weten de resultaten van rampnachten ook snel te vinden. Na een rampnacht met honderden dode vogels onder een zendmast hielden zich direct daarna 200 jonge meeuwen in de directe omgeving op, die zich te goed deden aan de slachtoffers (KELM, 1978). Ook op andere locaties werden aanzienlijke aantallen kleine vogels (zangvogels) vastgesteld, gaande van 12 tot 53 % van het totaal aantal slachtoffers (WINKELMAN, 1992a). Kleine vogels zijn ook veel moeilijker te vinden dan grotere vogels. De vindkans op de doorzoekbare oppervlakte onder de windturbines langs het Boudewijnkanaal te Brugge en aan de elektriciteitscentrale te Schelle is door de vaak hoge vegetatie veel kleiner dan bijvoorbeeld aan de Oostdam. Het is dus goed mogelijk dat er ook op de locaties langs het Boudewijnkanaal te Brugge en te Schelle een aanzienlijk aantal kleine vogels in aanvaring komt met de windturbines.

In tegenstelling tot overdag komt er in het voor- en najaar gedurende de nacht overwegend weinig stuw trek voor van zangvogels. Langs de kust kunnen 's nachts toch ook relatief veel vogels de kustlijn volgen, maar deze stroom kan enkele kilometers breed zijn. 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 150 m 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 150 m (VAN DER WINDEN *et al.*, 1999). Een vergelijkbare locatie met de Oostdam is de Maasvlakte in Nederland. Uit onderzoek bleek dat er in vergelijking met het binnenland en op zee boven de Maasvlakte 's nachts het grootste aandeel trekvogels tussen de 50 en 150 m overvloedig (BUURMA & VAN GASTEREN, 1989). De huidige opstelling van kleine tot middelgrote turbines (tot 50 m) aan de Oostdam te Zeebrugge geeft nu reeds een aanzienlijk aantal zangvogelslachtoffers (schatting). Bij het plaatsen van grotere windturbines (tot 140 m) zou er voor deze vogelgroep zeer waarschijnlijk een nog grotere aanvaringskans ontstaan.

Aan de Oostdam te Zeebrugge en langs het Boudewijnkanaal werd aangetoond dat er ook zeldzamere soorten zoals Slechtvalk, Torenvalk, Sperwer, Dwergster, Visdief, Gierzwaluw, Drieteenmeeuw en Roodborsttapuit het slachtoffer kunnen worden van windturbines. De Dwergster (categorie 'met uitsterven bedreigd'), Visdief en Roodborsttapuit (categorie 'bedreigd') zijn opgenomen in de Vlaamse Rode Lijst van broedvogels (DEVOS & ANSELIN, 1999). De Dwergster, Visdief en Slechtvalk zijn ook opgenomen in de Bijlage I – lijst van de specifiek te beschermen soorten in het kader van de Europese Vogelrichtlijn (NATUURRESERVATEN & AMINAL, 1999). Ook de meest voorkomende aanvaringsslachtoffers (Zilvermeeuw, Kleine Mantelmeeuw) zijn met een bedreigings-categorie 'kwetsbaar' opgenomen in de Rode Lijst van broedvogels in Vlaanderen. Enkele buitenlandse onderzoekers maken melding dat er vrijwel alleen zeer algemene soorten het slachtoffer worden (WINKELMAN, 1992a ; VAN DER WINDEN *et al.*, 1999). De situatie is echter zeer plaatsafhankelijk. Op locaties waar er relatief veel zeldzame soorten aanwezig zijn en/of doortrekken kunnen wel aanzienlijke aantallen van deze soorten in aanvaring komen met de turbines (NATIONAL WIND COORDINATING COMMITTEE, 2000 & 2001). Het voorkomen van kleinere aantallen van zeldzame soorten geeft echter niet altijd de garantie voor een laag aanvaringsrisico. Recent nog werden er in Duitsland tijdens 'toevallige' controles enkele zeer zeldzame soorten zoals Zearend en Rode Wouw als zekere aanvaringsslachtoffers vastgesteld (HART, 2001 ; OSTSEE-ZEITUNG, 2002).



### 3.5.1.4. Relatie met overvliegende aantallen

In de literatuur zijn enkele onderzoeken bekend waarin ook een vergelijking tussen het aantal slachtoffers en het aantal aanwezige en/of overvliegende vogels werd gemaakt. WINKELMAN (1992a) maakt melding van vergelijkbare aanvarings-slachtoffers met de Oostdam en Boudewijnkanaal te Brugge. Uitgaande van de nachtsituatie leken te Oosterbierum gemiddeld minder dan 1 op 1000 tot maximaal 1 op 500 passanten met een windturbine in botsing te komen (Tabel 3.12.). Voor de dag- en nachtsituatie samen werd deze aanvaringskans gemiddeld 1 op 10000 tot 1 op 2500 passanten. In tabel 3.12. is voor de nachtelijke vliegbewegingen van de meeuwen een duidelijke overeenkomst te zien tussen de Oostdam te Zeebrugge en Oosterbierum (Nederland). Voor de Zilvermeeuw (dagsituatie, incl. ochtend- en avondschemering) werd langs het Boudewijnkanaal te Brugge een grotere aanvaringskans gevonden. In vergelijking met de Oostdam te Zeebrugge en Oosterbierum zorgen de grotere windturbines van het Boudewijnkanaal dus niet meteen voor een kleinere aanvaringskans. Ook voor de zangvogels is het resultaat niet zo verschillend. Over het algemeen worden stern 's nachts niet langstrekkend vastgesteld, waardoor de aanvaringskans relatief laag blijft (DIRKSEN *et al.*, 1996). De aanvaringskansen voor de Dwergstern aan de Oostdam lijken dit te bevestigen, het is echter opmerkelijk dat er voor de Visdief een veel hogere aanvaringskans wordt bekomen. Onderzoek gedurende meerdere dagen en nachten is hier zeker gewenst.

|   | dag + nacht<br>alle hoogtes | dag + nacht<br>rotorhoogte | nacht<br>alle hoogtes | nacht<br>rotorhoogte |
|---|-----------------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------|
| Meeuwen<br>(Oostdam, najaar)              | 1 / 3700                    | 1 / 2100                   | 1 / 1900              | 1 / 1000             |
| Zilvermeeuw<br>(Boudewijnkanaal, jaar)    | 1 / 2200                    | 1 / 750                    | ?                     | ?                    |
| Visdief<br>(Oostdam, najaar)              | 1 / 3000                    | 1 / 600                    | ?                     | ?                    |
| Dwergstern<br>(Oostdam, broedseizoen)     | 1 / 27000                   | 1 / 12000                  | ?                     | ?                    |
| Zanglijster<br>(Oostdam, najaar)          | ?                           | ?                          | 1 / 1800              | ?                    |
| Meeuwen<br>(Oosterbierum, najaar)         | 1 / 21600                   | ?                          | 1 / 1200              | ?                    |
| Zangvogels<br>(Oosterbierum, najaar)      | 1 / 9500                    | ?                          | 1 / 570               | ?                    |
| Eenden<br>(Oosterbierum, najaar)          | 0<br>(1 / 5300)             | ?                          | 0<br>(1 / 2600)       | ?                    |
| Steltlopers<br>(Oosterbierum, najaar)     | 0<br>(1 / 12000)            | ?                          | 0<br>(1 / 1700)       | ?                    |
| Overige soorten<br>(Oosterbierum, najaar) | 1 / 1200                    | ?                          | ?                     | ?                    |

Tabel 3.12. Gemiddelde aanvaringskansen van vogels aan de Oostdam te Zeebrugge, Boudewijnkanaal te Brugge, en Oosterbierum in Nederland (WINKELMAN, 1992a), op basis van het geschatte aantal slachtoffers en het aantal overvliegende vogels (uitgaande van de dag- en nachtsituatie samen, versus nachtsituatie apart). De waarden tussen haakjes geven de aanvaringskans weer op basis van een mogelijk aantal slachtoffers.



In het onderzoek te Oosterbierum en Zeebrugge komen voor de nachtsituatie de zangvogels als het meest gevoelig uit de bus. Daarna volgen de meeuwen en overige soortgroepen. Ook uit het nachtonderzoek met directe waarnemingen aan het gedrag van vogels rond windturbines (WINKELMAN, 1992a) kwam naar voren dat zangvogels een relatief grote kans lopen het slachtoffer te worden. Kleine zangvogels liepen hierbij een groter risico dan grotere zangvogels. MUSTERS *et al.* (1991) vonden bij pleisterende vogels in een ruim gebied rond de windturbines ook een groter percentage aanvaringen bij eenden dan bij steltlopers. Onderzoek aan een windpark langs de strekdam bij de Engelse haven van Blyth toonde aan dat bijvoorbeeld Eidereenden een relatief hoge aanvaringskans hebben in verhouding tot het aantal aanwezige vogels. Recentelijk is op dezelfde locatie in vervolgonderzoek weliswaar een iets lagere aanvaringskans vastgesteld, maar nog steeds lijkt het risico voor Eidereenden relatief hoog. Dit gold in beperkte mate ook voor de Grote Mantelmeeuw, Zilvermeeuw en Kokmeeuw hadden een relatief lage aanvaringskans. Aalscholvers hadden in deze studie een zeer lage aanvaringskans (VAN DER WINDEN *et al.*, 1999).

### **3.5.1.5. Waarschuwingssignalen**

Bij de tot voor enkele jaren geplaatste windturbines (top van de rotor op minder dan 100 m van de grond) zijn tot op heden geen rampnachten vastgesteld, waarbij in één nacht of in enkele nachten op één plaats honderden of zelfs duizenden vogels ten gevolge van een aanvaring verongelukten (VAN DER WINDEN *et al.*, 1999). Bij slecht zicht werd dit bijvoorbeeld wel vastgesteld aan vuurtorens en andere verlichte objecten. Overvliegende vogels kunnen namelijk gevangen raken in lichtbundels, waardoor ze met grote aantallen te pletter vliegen op de verlichte gebouwen. Ook relatief zwakke 'anti-collision-lights' (ten behoeve van de luchtvaart) kunnen tot meer slachtoffers leiden (BUURMA & VAN GASTEREN, 1989). Sommige auteurs geven bepaalde suggesties om andere waarschuwingssignalen aan te brengen aan de turbines; o.a. geluidssignalen met een frequentie boven de menselijke gehoorrens, het laten horen van de alarmkreten van de vogelsoorten zelf en het aanbrengen van roofvogelsilhouetten en andere opvallende markeringen. Aan de hand van enkele laboratoriumexperimenten met roofvogels werd onlangs voorgesteld om veldonderzoek te verrichten met dwarse zwart-wit streppatronen op de wieken of met 1 zwarte en 2 witte wieken (NATIONAL WIND COORDINATING COMMITTEE, 2001). De maatregelen die de zichtbaarheid van de turbine verhogen kunnen echter tegelijk ook negatieve effecten met zich meebrengen wat verstoring betreft. Door het markeren van turbines neemt de verstoring invloed wellicht evenredig toe met de beoogde afname van de kans op botsingen.

### **3.5.2. Verstoringaspect**

#### **3.5.2.1. Broedvogels**

De Dwergstern en Strandplevier lijken op het eerste zicht weinig hinder te ondervinden door de windturbines aan de Oostdam. De mate van verstoring is uiteraard niet echt in te schatten, aangezien er geen referentiesituatie beschikbaar is. Op termijn is het de bedoeling dat er ook Visdieven, Grote Stern en meeuwen op het sterneneiland komen broeden, maar de vele duizenden stern en meeuwen die jaarlijks aan de Westdam broeden, kunnen echter onmogelijk allemaal naar de Oostdam uitwijken (te weinig oppervlakte). Bovendien bestaat dan de kans dat er veel meer aanvaringsluchtoffers zullen vallen aan de Oostdam, ook onder de internationaal belangrijke stern. De Dwergstern die momenteel aan de Oostdam broedt, is de kleinste sternesoort. Uit de resultaten bleek dat grotere stern en meeuwen een veel hogere aanvaringskans hebben en bovendien ook een grotere verstoring ondervinden.





Er bestaat dus nog een grote onzekerheid of er wel effectief grotere sternes (Visdief, Grote Stern) en meeuwen zullen willen broeden op het sterneneiland aan de Oostdam. In de literatuur zijn geen gegevens bekend betreffende de verstoringgevoeligheid van broedende sternes. Indien er zich op het sterneneiland toch een relatief grote kolonie sternes en meeuwen zou vestigen, dan zullen deze vogels, net zoals nu het geval is aan de Westdam, ook veelvuldig opvliegen. Met de windturbines in de directe nabijheid van het sterneneiland kan dit relatief veel aanvaringen tot gevolg hebben. Het zal dus afwachten zijn wat er de komende jaren zal gebeuren aan de Oostdam. Zolang er aan de Westdam nog genoeg broedoppervlakte voorhanden is, zullen er wellicht geen grote aantallen sternes en meeuwen naar de Oostdam uitwijken.

Op de locaties langs het Boudewijnkanaal te Brugge en elektriciteitscentrale te Schelle bestaat er ook nog een grote onduidelijkheid betreffende de graad van verstoring. Voor de Graspieper kon binnen de 100 m rond de turbines geen significante verstoring worden vastgesteld. Patrijs, Zwarte Roodstaart en Veldleeuwerik ondervonden mogelijk een lichte verstoring. In het tot op heden uitgevoerde onderzoek werden niet altijd even duidelijke aanwijzingen gevonden dat windturbines een significante verstoring veroorzaken onder broedvogels (WINKELMAN, 1992a; VAN DER WINDEN *et al.*, 1999). HANDKE *et al.* (1999) en SACHSLEHNER & KOLLAR (1997) vonden in de directe nabijheid van windturbines wel significante negatieve effecten voor broedende Kieviten en mogelijk ook voor Graspiepers en Veldleeuweriken.

In SPAANS *et al.* (1998) wordt er op gewezen dat de meeste verrichte studies allemaal gedurende slechts één tot twee jaar na plaatsing van de turbines plaatsvonden. Het is niet onmogelijk dat de effecten van verstoring pas goed zichtbaar worden als de aanwezige broedvogels (die vaak een sterke plaatstrouw vertonen) door sterfte vervangen worden door een nieuwe generatie. Er is momenteel ook nog steeds een absoluut gebrek aan gerichte wetenschappelijke studies waarbij de situatie na het plaatsen van de windturbines kan vergeleken worden met de situatie voordat de turbines aanwezig waren. Een langlopend monitoringsprogramma zal zeer waarschijnlijk een duidelijker beeld kunnen weergeven van de eigenlijke effecten op de habitatgeschiktheid voor plaatselijke vogelpopulaties (WINKELMAN, 1992 ; SPAANS *et al.*, 1998 ; VAN DER WINDEN, 1999 ; WINKELBRANDT *et al.*, 2000 ; NATIONAL WIND COORDINATING COMMITTEE, 2000 & 2001).

### 3.5.2.2. Pleisterende vogels

Ook voor de pleisterende vogels kan er door het ontbreken van een betrouwbare referentiesituatie geen duidelijk beeld verkregen worden van de mate van verstoring, zowel voor de Oostdam te Zeebrugge, Boudewijnkanaal te Zeebrugge alsook voor de elektriciteitscentrale te Schelle. De dichtstbijzijnde waarnemingsafstanden tot de turbines van pleisterende vogels zijn voor heel wat soorten wel vergelijkbaar met de resultaten uit buitenlandse studies. Grote groepen eenden werden meestal op een afstand van meer dan 250 m vastgesteld. In de literatuur is er veelal sprake van een 60-90 % aantalsvermindering binnen een zone van 300 m rond windturbines (WINKELBRANDT *et al.*, 2000 ; WINKELMAN, 1989 , 1992-d ; VAN DER WINDEN *et al.*, 1999). Grote groepen van meer dan 50 pleisterende steltlopers werden langs de Oostdam enkel vastgesteld voor de Scholekster en Bonte Strandloper. Deze groepen waren meestal aanwezig op een afstand van ongeveer 150-250 m tot de turbines. Er dient wel opgemerkt te worden dat het sterneneiland zelf niet verder uitkomt dan 200-300 m van de windturbines. De vogels kunnen dus genooddaakt om op deze afstand te zitten, grotere vastgestelde uitwijkafstanden zijn niet mogelijk.



Enkele buitenlandse studies kwamen voor diverse steltlopersoorten tot een aanzienlijke verstoring (60-90 % aantalsvermindering) binnen een buffer van 100-500 m rond windturbines (WINKELBRANDT *et al.*, 2000 ; VAN DER WINDEN *et al.*, 1999). Pleisterende en rustende Aalscholvers ondervinden aan de Oostdam blijkbaar weinig hinder van de windturbines. Zo worden er regelmatig Aalscholvers waargenomen op de verlichtingspalen en rijweg op ongeveer 25 m van de turbines. VAN DER WINDEN *et al.*, (1999) geeft geen informatie betreffende de verstoringgevoeligheid van deze soort. Langs het Boudewijnkanaal waren ook soms vrij grote groepen Meerkoeten tot vlak onder de windturbines aanwezig. Ook deze soort lijkt dus weinig hinder te ondervinden door de windturbines. Ook VAN DER WINDEN *et al.* (1999) maken melding van een vrij lage verstoringgevoeligheid bij de Meerkoet, in tegenstelling tot de meeste andere watervogels.

### 3.5.2.3. Langsvliegende vogels

De literatuur over het gedrag van vliegende vogels nabij windturbines is vrij schaars en vaak weinig gedetailleerd. Het aandeel vogels dat een reactie vertoont, verschilt per soort en/of soortgroep. In het onderzoek te Oosterbierum (Nederland) werd een toenemende gevoeligheid geconstateerd voor respectievelijk trekkende lijsters (1 %), spreeuwen (10 %), kleine zangvogels (7-20 %), steltlopers (13-17 %; uitzondering de Kievit met 32 %), duiven (18 %), eenden (19 %) en meeuwen (24-31 %). Bij kleine windturbines traden bij trekkende steltlopers, lijsters en kraaien de minste reacties (2-6 %) op, bij eenden en ganzen (43 %) de meeste (WINKELMAN, 1992-c). PETERSEN & NOHR (1989) noemen bij windparken met kleine turbines plevieren (11 %), zangvogels (20 %), ganzen (30 %), zwanen (34 %) en meeuwen (35 %). Ook Aalscholvers scoorden hoog met een groot aandeel reacties. BÖTTGER *et al.* (1990) stellen dat bij kleine vogels (zangvogels en lijsters) relatief weinig reacties voorkomen en bij grote vogels juist veel reacties. Bij het onderzoek aan de Oostdam te Zeebrugge, het Boudewijnkanaal te Brugge en de elektriciteitscentrale te Schelle, werden gelijkaardige resultaten gevonden. Grote vogels hadden significant meer reacties dan kleinere vogels. Er lijkt derhalve in grote lijnen sprake te zijn van een relatie tussen de grootte van de vogels en de mate waarin de vogels reacties op windturbines vertonen.

Voor de drie onderzochte locaties werd ook vastgesteld dat de meeste overvliegende vogels die een duidelijke reactie vertoonden bij het doorkruisen van de turbines, op rotorhoogte kwamen aangevlogen en ook relatief gezien de turbines het dichtst naderden. Enkel de grotere sternensoorten lijken aan de Oostdam soms ook relatief veel verstoring te ondervinden bij het overvliegen op een kleinere of grotere hoogte. WINKELMAN (1992-c) vermeldt gelijkaardige bevindingen. Langs het Boudewijnkanaal te Brugge werd ook vastgesteld dat er na het plaatsen van de windturbines de meeste vogelsoorten de turbines op een hoogte onder het rotorvlak doorkruisten, terwijl voorheen relatief meer vogels op rotorhoogte overvlogen. Voor wat betreft het verschil tussen een kleine en grote windturbinedichtheid werd te Oosterbierum voor meeuwen, eenden, steltlopers en spreeuwen een significant verschil in vlieghoogte vastgesteld, terwijl dat bij de groep 'overige grote vogels', duiven/kraaien en kleine zangvogels niet het geval was (WINKELMAN, 1992-c). PEDERSEN & POULSEN (1991) constateerden met behulp van radar bij een grote windturbine tussen de stilstaande en draaiende situatie ook duidelijke verschillen in passageafstand.

Het onderzoek in Vlaanderen moest gedurende de projectperiode noodgedwongen met de beschikbare tijd en middelen tot stand komen. In de toekomst zal het noodzakelijk zijn om op enkele geselecteerde windturbinelocaties gedurende nog meer dagen en nachten observaties te verrichten, zodat er meer betrouwbare resultaten kunnen bekomen worden.



## 4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Uit onderzoek is gebleken dat windturbines in bepaalde situaties een concreet gevaar kunnen vormen voor vogels. Vogels kunnen tijdens het vliegen in botsing komen met de turbines of kunnen dermate verstoord worden dat ze gebieden met windturbines mijden. De kans op aanvaringen tussen vogels en windturbines is het hoogst tijdens de nacht en in de avond- of ochtendschemering, of onder slechte zichtomstandigheden. Resultaten uit het binnen- en buitenland geven een schatting van 0 tot 125 slachtoffers/jaar/turbine voor kleine tot middelgrote windturbines. Bij grotere windturbines zouden volgens sommige auteurs minder slachtoffers worden aangetroffen, maar eigen onderzoek heeft uitgewezen dat het aantal slachtoffers vooral sterk afhankelijk is van het aantal overvliegende vogels. Een 1000 MW geplaatst vermogen van windturbines op land- en kustlocaties zou op jaarbasis zorgen voor 21.000 tot 100.000 slachtoffers. Dit aantal is lager dan bijvoorbeeld de enkele miljoenen vogelslachtoffers die jaarlijks langs alle verkeerswegen en hoogspanningslijnen van Nederland worden geschat. Relatief gezien echter is het aantal slachtoffers per kilometer windturbines wel ongeveer gelijk aan het aantal per kilometer drukke verkeersweg of hoogspanningslijn. We mogen het probleem dus zeker niet als marginaal afschilderen. Bovendien betekenen toenemende windparken een extra milieudruk bovenop de reeds bestaande verstoringsbronnen. In een dichtbevolkte regio als Vlaanderen verlaagt dat de totale geschiktheid van de open ruimte voor ecologische functies zoals aanwezigheid van vogelpopulaties en garanderen van internationale doortrekroutes.

Uit de resultaten blijkt dat het aantal aanvaringslachtoffers meestal recht evenredig is met de aantallen die in het gebied voorkomen. Op bepaalde locaties kunnen echter ook zeldzame en/of bedreigde vogelsoorten het slachtoffer worden van de turbines. Gezien de grootste problemen zich voordoen op plaatsen waar veel vogels in het donker en op geringe hoogte passeren, wordt er doorgaans aangenomen dat de risico's bij de voor- en najaarstrek van diverse zangvogels ('s nachts meestal op relatief grote hoogte en over een breed front) kleiner zijn dan bij lokale dagelijkse vliegbewegingen van bijvoorbeeld ganzen, eenden, steltlopers en meeuwen (meestal op lagere hoogte, < 150 meter). Hoewel stuwing 's nachts inderdaad minder voorkomt gebruiken tal van zangvogelsoorten tijdens de voor- en najaarstrek de kust (en sommige grote rivieren) toch ook als een gidslijn. Hierdoor ontstaan ook relatief hoge dichtheden trekvogels over een zone van enkele kilometers breed. Bovendien kunnen verschillende soorten bij tegenwind en tijdens slechte weersomstandigheden ook massaal in de lagere luchtlagen doorvliegen. Uit onderzoek op enkele kustlocaties bleek dat het aandeel geschatte zangvogelslachtoffers inderdaad betrekkelijk hoog kan komen te liggen. Het dagelijks zoeken van aanvaringslachtoffers gedurende de trekperiodes, gekoppeld aan systematische veldwaarnemingen van overvliegende vogels moet meer duidelijkheid kunnen brengen betreffende het gedrag en de aanvaringskansen van trekvogels. Waarnemingsmethoden op basis van radar en nachtkijkers zijn hierbij noodzakelijk.

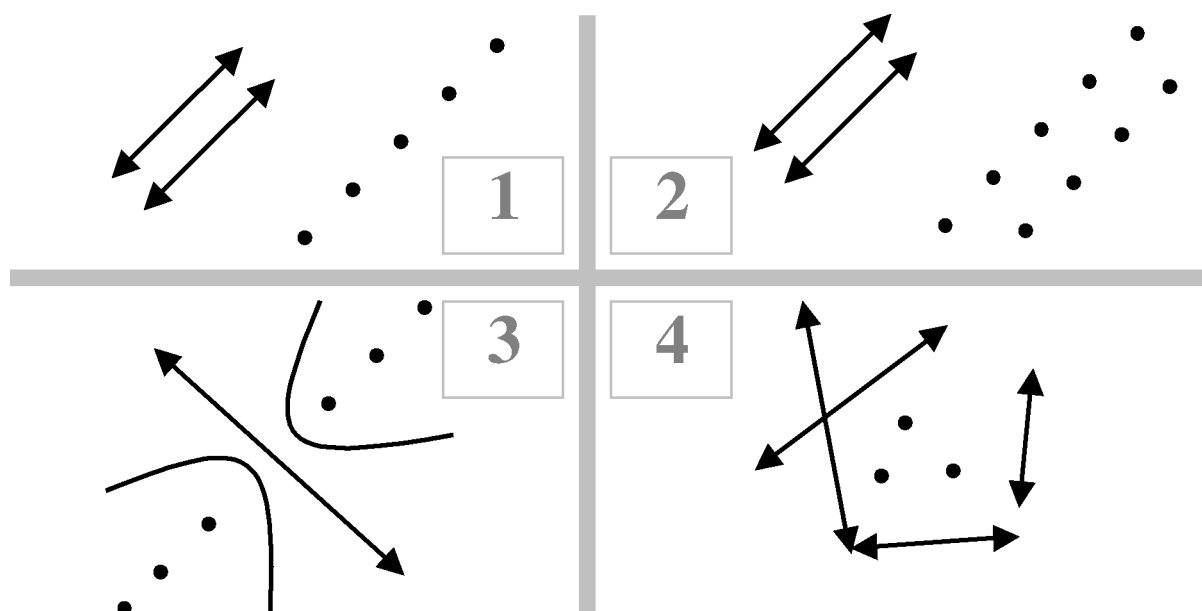
Het verstoringsaspect heeft in bepaalde gebieden wel een belangrijkere invloed dan het aanvaringsaspect. Bij pleisterende vogels kon een significante verstoring vastgesteld worden tot op een afstand van ongeveer 800 m. De meest verstoringsgevoelige soortgroepen zijn ganzen, eenden en steltlopers. Enkele soorten zoals de Scholekster en Meerkoet ondervinden weinig hinder. De effecten op broedvogels zijn minder duidelijk. Ook overvliegende vogels kunnen soms belangrijke negatieve effecten ondervinden. Relatief lange rijen van windturbines of grote windparken kunnen immers als een barrière op hun trekroute werken. Op sommige locaties kan zo'n barrière een belangrijke invloed hebben op vogelpopulaties.



Algemeen kan worden gesteld dat de onderzoeksresultaten van het vogelonderzoek in het binnen- en buitenland tot de aanbeveling leiden nieuwe windturbineparken niet nabij belangrijke broed-, pleister- en doortrekgebieden te plaatsen. Bebouwde niet-vogelrijke industriegebieden of andere locaties die aansluiten op bestaande gebouwen en wegen dienen in de eerste plaats onderzocht te worden voor een eventuele inplanting van windturbines.

Een goede aanpak tijdens de ontwikkelingsfase van windturbineprojecten betekent overleg en openheid naar de belangengroepen. Een locatiebeoordeling en een risicoanalyse 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 vogelstand. Hierbij dient nagegaan te worden of er sprake kan zijn van biotoopverlies, ook de blijvende verstoring op vogelpopulaties moet ingeschat worden. 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.

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 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. Naargelang de functie kan geopteerd worden voor open vs. gesloten clusters van windturbines. Ook de richting van de cluster t.o.v. overheersende vliegrichtingen, de al/niet aanwezigheid van achtergrondverlichting en/of obstakels in de omgeving bepalen in niet onbelangrijke mate de kans op aanvaringen. 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

Meerdere auteurs geven ook bepaalde suggesties om waarschuwingssignalen aan te brengen aan de turbines. Door het gebrek aan goede veldexperimenten kunnen hierover nog geen aanbevelingen geformuleerd worden. Verlichting van de turbines zelf wordt wel ten sterkste afgeraden. Bij slecht zicht worden heel wat vogels aangetrokken door verlichte objecten, met een hoog aanvaringsrisico tot gevolg. De kans op aanvaringen van zowel trekvogels als plaatselijke vogels kan enigszins verminderd worden door op dagen met een slechte zichtbaarheid (donkere nachten, hevige regenval, mist) de windturbines tijdelijk stil te leggen.

Door het gebrek aan voldoende onderzoek zijn de gevolgen van windturbines op vogelpopulaties nog steeds moeilijk in te schatten. Zo bestaat er nog grote onduidelijkheid over de lange termijn effecten op broedvogels. Er is momenteel ook nog steeds een absoluut gebrek aan gerichte wetenschappelijke studies waarbij de situatie na het plaatsen van de windturbines kan vergeleken worden met de situatie voordat de turbines aanwezig waren. Het gebrek aan wetenschappelijke studies die de nachtelijke trekintensiteit van vogels kwantificeren in functie van hoogte, weertype en seizoenen, is eveneens een belangrijk aspect. Daarnaast is het in toepassing van de Omzendbrief EME/2000.01 en/of de Vogelrichtlijn ook belangrijk dat windturbineprojecten die gepland worden nabij relatief vogelrijke gebieden, slechts kunnen doorgaan indien men enige zekerheid heeft dat er geen nadelige effecten zullen optreden onder de aanwezige avifauna. In opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap zal het Instituut voor Natuurbehoud daarom gedurende de komende jaren het reeds lopende onderzoek verder intensifiëren.





## 5. DANKWOORD

In de eerste plaats dank aan de opdrachtgever van het project – zijnde het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Economie, Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie – voor het tot stand komen van het project en het ter beschikking stellen van de nodige middelen, waardoor eerste auteur aan het IN contractueel verbonden werd.

Georges De Putter zorgde in de periode 1991-2000 op vrijwillige basis voor het verzamelen van de gegevens betreffende de aanvaringsslachtoffers aan de Oostdam te Zeebrugge. Bruno De Wilde stelde verschillende dode vogels en eendagskuikens ter beschikking voor de predatieproeven. Erik De Keersmaecker bezorgde bijkomende informatie inzake de broedvogels en pleisteraars langs de Elektriciteitscentrale te Schelle.

Voor de onderdelen ‘adviesverlening’ en opmaak van de ‘vogelatlas’ werd dankbaar gebruik gemaakt van ornithologische gegevens verzameld en ter beschikking gesteld door: Anny Anselin, Ludo Benoy, Willy Beullens, Erik De Keersmaecker, Dirk De Mesel, Frank De Scheemaeker, Koen Devos, Olivier Dochy, Jan Gabriëls, Gerry Heyrman, Lyndon Kearsley, Eckhart Kuijken, Paul Lingier, René Maes, Jan Seys, Fonny Schoeters, Geert Spanoghe, Eric Stienen, Peter Symens, Hildegarde Van Den Camp, Peter Vande Putte, Dirk Vanhoecke, Jeroen Van Waeyenberge, Glenn Vermeersch, Christine Verscheure, en alle andere personen die ik nog vergeten heb.

Ook dank aan Electrabel, Interelectra en Electrawinds voor de vrije toegang op de betreffende windturbinelocaties.

2 april 2002



## **6. SUMMARY: Wind turbines and birds in Flanders (Belgium) Preliminary study results in a European context.**

Several European field studies have shown that wind turbines can have a negative impact on bird populations. Birds can collide with the turbines during local and seasonal migration, or they can become disturbed in their breeding, resting or feeding area's. In Flanders (Belgium) there are plans to build a large number of wind turbines, in order to produce 3 % renewable energy from the total electricity production in 2004 (and 5 % in 2010). For this reason, between May 2000 and December 2001 a project was performed to study the impact on birds and to produce an atlas of important bird areas and migration routes in order to build up the necessary policy knowledge. The results of this preliminary study are presented in this report.

In the period between May 2000 and December 2001 three wind turbine locations were studied: (1) 23 small to medium sized turbines (200-600 kW) at the 'East dam' in the port of Zeebrugge, (2) 5 medium sized turbines (600 kW) at the 'Boudewijn canal' in Brugge, and (3) 3 large wind turbines (1500 kW) in Schelle along the Schelde river (until March 2002 for collision victims).

Weekly searches were done for possible collision victims, and the amount of disturbance was measured for resting, foraging, breeding and migrating birds. In addition, the number of locally migrating birds was measured for a few species, and compared with the estimated number of collisions. We found that the estimated collision numbers varied from 0 to 125 dead birds/wind turbine/year. The mean number of estimated collisions for the 3 different locations varied from 4 to 23 dead birds/wind turbine/year. The mean numbers are comparable with some locations in the Netherlands, but higher than other. Most of the victims were abundant present species as Herring Gull, Lesser Black-backed Gull and Black-headed Gull, but we also found rarer species as Peregrine Falcon, Kestrel, Sparrowhawk, Little Tern, Common Tern, Kittiwake and Stonechat.

It is important to know that the mentioned numbers of victims have to be regarded as a strict minimum. More intensive research is necessary to have a better picture of the actual number of small birds that are killed (during seasonal migration daily searches are necessary).

On one location it was possible to perform a confined investigation before the turbines were build. It was found that for certain species the number of locally migrating birds was less after the installation of the turbines. The reactions of flying birds varied between species. In many cases large species also showed the largest amount of reactions during flight. This conclusion was also found in a number of other studies in different countries. Because of the short time period and the lack of data of the period before the turbines were build, it was difficult to measure the actual disturbance on resting, foraging and breeding birds. The minimum distances to the turbines were approximately the same as for other foreign studies. Most resting or foraging waterfowl species held a distance of 150-300 m. Studies in other countries have shown that some birds like geese and waders can have a significant disturbance at larger distances of up to 800 m.

Our preliminary data suggest that important bird-areas and migration-routes have to be avoided to build wind turbines. The impact is variable between species and locations. In many cases, local studies are needed to estimate the potential impact on birds.





## 7. LITERATUUR / REFERENTIES

ANSELIN, A., DEVOS, K., & KUIJKEN, E., 1998. Kolonievogels en zeldzame broedvogels in Vlaanderen in 1995 en 1996. Rapport Instituut voor Natuurbehoud 98/09, Vlavico Rapport 98/01.

BOERSEMA, J.J., VAN BON, J. & SARIS, F.J.A., 1988. Windturbineparken en vogels: een methode voor de keuze van locaties. *Landschap* 88: 1987-200.

BÖTTGER, M., CLEMENS, T., GROTE, G., HARTMANN, G., HARTWIG, E., LAMMEN, C. & VAUK-HENTZELT, E., 1990. Biologisch-ökologische Begleituntersuchungen zum Bau und Betrieb von Windkraftanlagen, Endbericht. *NNA-Berichte* 3 (Sonderheft):1-124

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.

CURRY, R.C. & KERLINGER, P., in press. Aviation mitigation plan. Kennetech model wind turbines, Altamont Pass WRA, CA. Proc. National Avian-Wind Planning Meeting, III, San Diego, CA.

DE KEERSMAECKER E., 2000 & 2001. Vogels in de omgeving van de Electrabelcentrale te Schelle. Mededeling aan het Instituut voor Natuurbehoud.

DEVOS, K. & A. ANSELIN, 1999. Broedvogels. In: Kuijken, E. (red.), 1999. *Natuurrapport 1999. Toestand van de natuur in Vlaanderen: cijfers voor het beleid*. Mededelingen van het Instituut voor Natuurbehoud 6, Brussel.

DEWILDE, L., CABOOTER, Y. & LANGIE, M., 2000. Een Windplan voor Vlaanderen. Een onderzoek naar mogelijke locaties voor windturbines. VUB dienst stromingsmechanica en ODE Vlaanderen.

DIRKSEN, S., SPAANS, A.L. & VAN DER WINDEN, J., 1996. Nachtelijke trek en vlieghoogtes van steltlopers in het voorjaar over de Noordelijke Havendam van IJmuiden. *Sula* 10(4): 129-142.

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.

EVERAERT, J., DEVOS, K., STIENEN, E. & KUIJKEN, E., 2001. Plaatsing van windturbines langs de Westelijke Havendam te Zeebrugge. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Instituut voor Natuurbehoud, nota IN.A.2001.82., Brussel.

GUILLEMETTE, M., LARSEN, J.K., CLAUSAGER, I., 1999. Assessing the impact of the Tunø Knob wind park on sea ducks: the influence of food resources. National Environmental Research Institute, Denmark. Neri Technical Report No 263, 21 pp.



- HANDKE, K., KULP, H., REICHENBACH, M., RODE, M., SCHUCHARDT, B. & SINNING, F., 1999. Vögel und Windkraft. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz, band 4. BUND Landesverband Bremen.
- HART, K., 2001. Windkraftanlagen oder Vögel. Trend online zeitung, ausgabe 10.01.
- HEALTH, M.F. & EVANS, M.I. (eds.), 2000. Important Bird Areas in Europe: Priority sites for conservation. 2 vols. Cambridge, UK: BirdLife International (BirdLife Conservation Series No, 8).
- KELM, H.J., 1978. Sendemast auf Sylt als Vogelfalle. Corax 656-60.
- KLEM, D., 1981. Avian predators hunting birds near windows. Proceedings of the Pennsylvania Academy of Science 55:90-92.
- KOOP, B., 1997. Vogelzug und Windenergieplanung. Beispiele für Auswirkungen aus dem Kreis Plön. Naturschutz und Landschaftsplanung 29 (7): 202-206.
- KRUCKENBERG, H. & JAENE, J., 1999. Zum Einfluss eines Windparks auf die Verteilung weidender Bläsgänse im Rheiderland, Natur und Landschaft 74: 420-427.
- KUIJKEN, E. (red.), 1999. Natuurrapport 1999. Toestand van de natuur in Vlaanderen: cijfers voor het beleid. Mededelingen van het Instituut voor Natuurbehoud 6, Brussel.
- LOUETTE, M., 1971. Différence d'intensité de migration entre la zone côtière Belge et l'intérieur du pays, vue par radar. Aves 8: 41-55.
- MINISTERIE VAN DE VLAAMSE GEMEENSCHAP, 2000. Omzendbrief EME/2000.01 2000. Afwegingskader en randvoorwaarden voor de inplanting van windturbines. Belgisch Staatsblad, bl. 30220. Brussel, 01.09.2000.
- MUSTERS, C.J.M., G.J.C. VAN ZUYLEN & W.J.TER KEURS, 1991. Vogels en windmolens bij de Kreekraksluizen. Rapport Vakgroep Milieubiologie, Rijksuniversiteit Leiden, Leiden.
- MUSTERS, C.J.M., M.A.W. NOORDERVLIET & W.J.TER KEURS, 1996. Bird casualties by a wind energy project in an estuary. Bird Study 43: 124-126.
- NATIONAL WIND COORDINATING COMMITTEE, 2001. Proceedings of the National Avian-Wind Power Planning Meeting, IV, California, May 16-17 2000. <http://www.nationalwind.org/>
- NATIONAL WIND COORDINATING COMMITTEE, 2000. Proceedings of the National Avian-Wind Power Planning Meeting, III, California, May, 1998. <http://www.nationalwind.org/>
- NATUURRESERVATEN & AMINAL, 1999. Natuur voor de toekomst, 20 jaar Vogelrichtlijn van de Europese Unie, Vlaanderen als belangrijke schakel in het Europees netwerk van beschermde gebieden. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap AMINAL Afdeling Natuur & Natuurreservaten vzw.



- NGI, 2001. Rasterversie van de topografische kaart in kleur en op schaal 1/10.000 (OC GIS-Vlaanderen).
- ORLOFF, S., FLANNERY, A. & AHLBORN, G., 1991. Wind turbine effects on avian activity, habitat use and mortality. Progress report 1989-1990. Rapport, BioSystems Analysis, Tiburon, Ca.
- OSIECK, E.R. & WINKELMAN, J.E., 1990. Windturbines en vogels in het Klein IJsselmeer, Vogelbescherming Zeist.
- OSTSEE-ZEITUNG, 2002. Brandenburger Artenexperte Tobias Dürr: Jetzt sogar streng geschützte Fledermäuse und Rotmilane tot unter Windkraftanlagen gefunden/Aufruf an Umweltschützer zu systematischer Nachsuche unter Windkraftwerken, Ostsee Zeitung.de, 2/3 Februar, 2002.
- PEDERSEN, M.B. & POULSEN, E., 1991. Impact of a 90m/2mw wind turbine on birds-avian responses to the implementation of the Tjaereborg wind turbine at the Danish Wadden Sea. Danske Vildundersogelser, Haeft 47
- PERCIVAL, S.M., 1999. Birds and wind turbines: can they live together ? Wind directions, Apr. 1999.
- PETERSEN, B.S. & NOHR, H., 1989. Konsekvenser for fluglevet ved etableringen af mindre vindmoller. Rapport, Ornis Consult, Kopenhagen.
- PROVINCIE ZEELAND, 1998. MER-Windenergie Provincie Zeeland, deelaspect Natuur. Rapport, 49 pp.
- RODTS, J., 1999. Windenergie en vogelbescherming: een dilemma !. Mens en Vogel 37(2): 110-123.
- ROGERS, S.E., CORNABY, B.W., RODMAN, C.W., STICKSEL, P.R. & TOLLE, D.A., 1977. Environmental studies related to the operation of wind energy conservation systems. Final Report, prep. By Batelle Columbus Labs., Columbus, Ohio.
- ROSE, P.M. & SCOTT, D.A., 1997. Waterfowl Population Estimates. Second Edition. Wetlands International Publication 44, Wetlands International, Wageningen.
- SACHSLEHNER, L. & KOLLAR, H.P., 1997. Vogelschutz und Windkraftanlagen in Wien. Endbericht. Verein für Ökologie und Umweltforschung.
- SEYS, J., DEVOS, K. & KUIJKEN, E., 1999. Windmolens en vogels: evaluatie impact huidige en geplande site in de voorhaven van Zeebrugge. Nota Instituut voor Natuurbehoud, A.99.106., Brussel.
- 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.

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., VAN DEN BERGH L. & DIRKSEN, S., 1997. Vogelhinder door windturbines. Landelijk onderzoeksprogramma, deel 3: nachtelijke vlieghoogtemetingen van getijdentrek in het Deltagebied. Bureau Waardenburg rapport 97.27, Bureau Waardenburg, Culemborg/Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Wageningen.

VAN DER WINDEN, J., SPAANS, A., VAN DEN BERGH L., TULP, I., & DIRKSEN, S., 1998. Nachtelijke vliegbewegingen van duikeenden, ganzen en Lepelaars in en rond Pampushaven. Bureau Waardenburg rapport 98.030, 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.

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.

WINKELBRANDT, A., BLESS, R., HERBERT, M., KRÖGER, K., MERCK, T., NETZ-GERTEN, B., SCHILLER, J., SCHUBERT, S. & SCHWEPPE-KRAFT, B., 2000. Empfehlungen des Bundesamtes für Naturschutz zu naturschutzverträglichen Windkraftanlagen. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.

WINKELMAN, J.E., 1989. Vogels en het windpark nabij Urk (NOP): aanvaringslachtoffers en verstoring van pleisterende eenden, ganzen en zwanen. RIN-rapport 89/1. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.

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



## 8. BIJLAGEN







| turbine     | vastgesteld<br>aantal | grote<br>vogels | kleine<br>vogels | Cz   | Cp   | Ce | schatting<br>grote v. | schatting<br>kleine v. | schatting |
|-------------|-----------------------|-----------------|------------------|------|------|----|-----------------------|------------------------|-----------|
| 1           | 1                     | 1               | 0                | 9,09 | 7,14 | 1  | 9                     | 0                      | 9         |
| 2           | 1                     | 1               | 0                | 9,09 | 7,14 | 1  | 9                     | 0                      | 9         |
| 3           | 2                     | 2               | 0                | 9,09 | 7,14 | 1  | 18                    | 0                      | 18        |
| 4           | 3                     | 3               | 0                | 9,09 | 7,14 | 1  | 27                    | 0                      | 27        |
| 5           | 4                     | 4               | 0                | 9,09 | 7,14 | 1  | 36                    | 0                      | 36        |
| 6           | 3                     | 1               | 2                | 9,09 | 7,14 | 1  | 9                     | 102                    | 111       |
| 7           | 2                     | 2               | 0                | 9,09 | 7,14 | 1  | 18                    | 0                      | 18        |
| 8           | 1                     | 1               | 0                | 9,09 | 7,14 | 1  | 9                     | 0                      | 9         |
| 9           | 1                     | 1               | 0                | 9,09 | 7,14 | 1  | 9                     | 0                      | 9         |
| 10          | 5                     | 5               | 0                | 4,17 | 7,14 | ±1 | 21                    | 0                      | 21        |
| 11          | 6                     | 5               | 1                | 4,17 | 7,14 | ±1 | 21                    | 51                     | 72        |
| 12          | 7                     | 5               | 2                | 4,62 | 7,14 | ±1 | 23                    | 102                    | 125       |
| 13          | 0                     | 0               | 0                | 9,09 | 7,14 | 1  | 0                     | 0                      | 0         |
| 14          | 1                     | 1               | 0                | 9,09 | 7,14 | 1  | 9                     | 0                      | 9         |
| 15          | 1                     | 1               | 0                | 9,09 | 7,14 | 1  | 9                     | 0                      | 9         |
| 16          | 0                     | 0               | 0                | 9,09 | 7,14 | 1  | 0                     | 0                      | 0         |
| 17          | 1                     | 1               | 0                | 9,09 | 7,14 | 1  | 9                     | 0                      | 9         |
| 18          | 2                     | 2               | 0                | 9,09 | 7,14 | 1  | 18                    | 0                      | 18        |
| 19          | 0                     | 0               | 0                | 9,09 | 7,14 | 1  | 0                     | 0                      | 0         |
| 20          | 9                     | 9               | 0                | 1,33 | 7,14 | 1  | 12                    | 0                      | 12        |
| 21          | 2                     | 2               | 0                | 1,33 | 7,14 | 1  | 3                     | 0                      | 3         |
| 22          | 0                     | 0               | 0                | 1,33 | 7,14 | 1  | 0                     | 0                      | 0         |
| 23          | 3                     | 3               | 0                | 1,79 | 7,14 | 1  | 5                     | 0                      | 5         |
| Totaal      | 54                    | 49              | 5                |      |      |    | 276                   | 255                    | 531       |
| Per turbine |                       |                 |                  |      |      |    | 12                    | 11                     | 23        |

*Bijlage 8.3. Vastgesteld en geschat aantal slachtoffers per windturbine aan de Oostdam te Zeebrugge, gedurende het onderzoeksjaar 2001 (Cz= correctiefactor voor het zoekoppervlak, Cp= correctiefactor voor de predatie, Ce= correctiefactor voor de zoekefficiëntie).*

| turbine     | vastgesteld<br>aantal | grote<br>vogels | kleine<br>vogels | Cz   | Cp   | Ce | schatting<br>grote v. | schatting<br>kleine v. | schatting |
|-------------|-----------------------|-----------------|------------------|------|------|----|-----------------------|------------------------|-----------|
| 1           | 2                     | 2               | 0                | 1,33 | 4,35 | 2  | 3                     | 0                      | 3         |
| 2           | 5                     | 3               | 2                | 1,33 | 4,35 | 2  | 4                     | 23                     | 27        |
| 3           | 4                     | 3               | 1                | 1,33 | 4,35 | 2  | 4                     | 12                     | 16        |
| 4           | 7                     | 7               | 0                | 1,33 | 4,35 | 2  | 9                     | 0                      | 9         |
| 5           | 2                     | 2               | 0                | 1,33 | 4,35 | 2  | 3                     | 0                      | 3         |
| Totaal      | 20                    | 17              | 3                |      |      |    | 23                    | 35                     | 58        |
| Per turbine |                       |                 |                  |      |      |    | 5                     | 7                      | 12        |

*Bijlage 8.4. Vastgesteld en geschat aantal slachtoffers per windturbine langs het Boudewijnkanaal te Brugge, gedurende het onderzoeksjaar 2001.*

| turbine     | vastgesteld<br>aantal | grote<br>vogels | middelgrote<br>vogels | kleine<br>vogels | Cz   | Cp | Ce | schatting<br>grote v. | schatting<br>middelgrote | schatting<br>kleine v. | schatting |
|-------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|------------------|------|----|----|-----------------------|--------------------------|------------------------|-----------|
| ROB         | 2                     | 0               | 2                     | 0                | 1    | 20 | 2  | 0                     | 4                        | 0                      | 4         |
| WILLY       | 1                     | 0               | 1                     | 0                | 1,89 | 20 | 2  | 0                     | 4                        | 0                      | 4         |
| STEVE       | 3                     | 2               | 1                     | 0                | 1,14 | 20 | 2  | 2                     | 2                        | 0                      | 4         |
| Totaal      | 6                     | 2               | 4                     | 0                |      |    |    | 2                     | 10                       | 0                      | 12        |
| Per turbine |                       |                 |                       |                  |      |    |    | 1                     | 3                        | 0                      | 4         |

*Bijlage 8.5. Vastgesteld en geschat aantal slachtoffers per windturbine aan de elektriciteitscentrale te Schelle, gedurende het onderzoeksjaar april 2001-maart 2002.*





---

*Bijlage 8.6. Adviesnota's betreffende het plaatsen van windturbines in de periode mei 2000 - december 2001.*

---

EVERAERT, J., DEVOS, K. & VAN WAEYENBERGE, J., 2000. Plaatsing van windturbines op de westdam van Zeebrugge. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2000.90, 4 pp.

EVERAERT, J., DEVOS, K. & KUIJKEN, E., 2000. Plaatsing van windturbines op de terreinen van Proviron te Oostende. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2000.101, 19 pp.

EVERAERT, J., DEVOS, K. & KUIJKEN, E., 2000. Plaatsing van windturbines in de Gentse Kanaalzone. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2000.104, 18 pp.

EVERAERT, J., DEVOS, K. & KUIJKEN, E., 2000. Plaatsing van windturbines te Jabbeke-Oudenburg. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2000.116, 21 pp.

EVERAERT, J., DEVOS, K. & KUIJKEN, E., 2000. Plaatsing van windturbines op de terreinen van Electrabel te Schelle. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2000.117, 16 pp.

EVERAERT, J., DEVOS, K. & KUIJKEN, E., 2000. Plaatsing van windturbines in de Gentse Kanaalzone. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2000.123, 7 pp.

EVERAERT, J. & KUIJKEN, E., 2000. Integraal en niet-integraal beschermde Vogelrichtlijngebieden. Nota IN.A.2000.137, 2 pp.

EVERAERT, J., 2000. Mogelijke inplanting van windturbines in Antwerpen. Nota IN.A.2000.138, 2 pp.

EVERAERT, J., DEVOS, K. & KUIJKEN, E., 2000. Plaatsing van 19 windturbines te Oostende. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2000.139, 20 pp.

EVERAERT, J., DEVOS, K. & KUIJKEN, E., 2000. Plaatsing van windturbines langs het Boudewijnkanaal te Brugge. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2000.140, 17 pp.

EVERAERT, J., DEVOS, K. & KUIJKEN, E., 2000. Plaatsing van windturbines langs de Visveiling te Brugge. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2000.141, 13 pp.

EVERAERT, J., DEVOS, K. & KUIJKEN, E., 2000. Plaatsing van windturbines te Gistel. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2000.155, 15 pp.

EVERAERT, J., DEVOS, K. & KUIJKEN, E., 2001. Plaatsing van windturbines langs de Vaardijk te Knokke-Heist. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.10, 17 pp.

EVERAERT, J., 2001. Plaatsing van een windturbine op de terreinen van De Nul nv te Zelzate. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.12, 12 pp.

EVERAERT, J., DEVOS, K. & KUIJKEN, E., 2001. Plaatsing van 3 windturbines langs de Siemenslaan te Oostkamp. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.26, 14 pp.

EVERAERT, J., DEVOS, K. & KUIJKEN, E., 2001. Plaatsing van 2 windturbines op de noordoostelijke havendam te Zeebrugge. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.27, 18 pp.

EVERAERT, J., DEVOS, K. & KUIJKEN, E., 2001. Plaatsing van 9 windturbines naast het bedrijventerrein Kaaskerke te Diksmuide. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.28, 15 pp.

EVERAERT, J., DEVOS, K. & KUIJKEN, E., 2001. Plaatsing van windturbines in het Linkerscheldeoevergebied. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.32, 45 pp.



- EVERAERT, J., DEVOS, K. & KUIJKEN, E., 2001. Plaatsing van 3 windturbines te Blankenberge. Nota IN.A.2001.43, 3 pp.
- EVERAERT, J., DEVOS, K., STIENEN, E. & KUIJKEN, E., 2001. Windturbines en vogels in Vlaanderen. Nota IN.A.2001.44, 9 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Mogelijke inplanting van een windturbine te Hamme. Nota IN.A.2001.45, 2 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Plaatsing van 3 windturbines op het industrieterrein Janssen Pharmaceutica te Geel. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.48, 16 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Mogelijke inplanting van windturbines in het Linkerscheldeoevergebied. Nota IN.A.2001.55, 3 pp.
- EVERAERT, J., DEVOS, K. & KUIJKEN, E., 2001. Plaatsing van windturbines te Oostkamp. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.59, 15 pp.
- EVERAERT, J., DEVOS, K. & KUIJKEN, E., 2001. Plaatsing van 3 windturbines te Gistel. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.60, 19 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van 3 windturbines in de Steenstraat z/n te 8470 Gistel. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.62, 1 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van 6 windturbines in de Oostendse Baan z/n te 8470 Gistel. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.63, 1 pp.
- EVERAERT, J., DEVOS, K. & KUIJKEN, E., 2001. Plaatsing van windturbines in het Rechterscheldeoevergebied te Antwerpen. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.72, 28 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van 4 windturbines nabij de Zandvlietsluis te Antwerpen. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.73, 2 pp.
- EVERAERT, J., DEVOS, K. & KUIJKEN, E., 2001. Plaatsing van een windturbine langs de Schelde te Hoboken. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.74, 24 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van 1 windturbine te Pittem. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.76, 1 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van 9 windturbines te Hoogstraten. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.78, 1 pp.
- EVERAERT, J., DEVOS, K., STIENEN, E. & KUIJKEN, E., 2001. Plaatsing van windturbines langs de Westelijke havendam te Zeebrugge. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.82, 32 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van 3 windturbines te Oostende. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.83, 1 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van windturbines te Ruien (Kluisbergen). Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.93, 2 pp.
- EVERAERT, J., DEVOS, K. & KUIJKEN, E., 2001. Plaatsing van windturbines te Veurne - Suikerfabriek. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.94, 17 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van 3 windturbines langs de Steenkerkestraat te 8630 Veurne. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.95, 2 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van 3 windturbines langs de Noordvaart te Nieuwpoort. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.96, 2 pp.



- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van windturbines te Aalter (Aalterbrug en landbouwgebied), Hooglede, Izegem en Menen. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.97, 1 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van windturbines te Aalter (Aalterbrug). Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.98, 1 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van windturbines te Aalter (landbouwgebied). Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.99, 1 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van windturbines te Hooglede. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.100, 1 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van windturbines te Izegem. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.101, 1 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van windturbines te Menen. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.102, 1 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Plaatsing van 2 windturbines te Middelkerke. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.106, 18 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van windturbines in de KMO-zone 'De Pluim' te Koekelare. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.107, 1 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van 1 windturbine te Eeklo door de NV Electrawinds. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.109, 1 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van 2 windturbines langs de Ramskapellestraat (Noordvaart) te Nieuwpoort. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.111, 2 pp.
- EVERAERT, J., DEVOS, K. & KUIJKEN, E., 2001. Plaatsing van windturbines op de mijnterril te Heusden-Zolder. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.112, 23 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van 3 windturbines te Ichtegem. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.114, 1 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van 4 windturbines te Ichtegem. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. 1, Nota IN.A.2001.115, 1 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Methode voor onderzoek naar de effecten van windturbines op vogels. Nota IN.A.2001.116, 3 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Plaatsing van windturbines te Diksmuide. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.117, 21 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van windturbines te Lommel. Nota IN.A.2001.127, 3 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van 3 windturbines langs de Noordvaart te Nieuwpoort. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.132, 2 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van 2 windturbines langs de Boterdijk te Middelkerke. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.135, 2 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van 3 windturbines te Ronse (Klein-Frankrijk). Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.149, 2 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Betreft: Beroep van N.V. Electrabel tegen de beslissing van het College van Burgemeester en Schepenen van Veurne over de milieuvergunningaanvraag voor plaatsing van 2 windturbines op het terrein van de Suikerfabriek. Nota IN.A.2001.159, 2 pp.



- EVERAERT, J., DEVOS, K. & KUIJKEN, E., 2001. Plaatsing van 2 bijkomende windturbines op de Oostdam te Zeebrugge. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.160, 25 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Plaatsing van windturbines langs het Schipdonkkanaal te Maldegem. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.162, 1 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Plaatsing van 2 windturbines te Hamme. Nota IN.A.2001.163, 5 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Plaatsing van 2 windturbines te Hamme. Nota IN.A.2001.164, 5 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Plaatsing van 4 windturbines te Stabroek. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.169, 2 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Plaatsing van 4 windturbines te Stabroek. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.170, 2 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van 5 windturbines langs het Schipdonkkanaal te Maldegem. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.174, 1 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van 1 windturbine langs de Tentestraat te Ieper. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.175, 1 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van 2 windturbines langs de A17 te Zedelgem. Nota IN.A.2001.176, 1 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van 7 windturbines langs de A17 te Zedelgem. Nota IN.A.2001.177, 2 pp.
- EVERAERT, J., DEVOS, K. & KUIJKEN, E., 2001. Plaatsing van 5 windturbines langs de Visveiling te Brugge. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.179, 21 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van 2 windturbines in de industriezone Lakedal te Aalter. Nota IN.A.2001.181, 1 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van een windturbine te Tielt. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.183, 1 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van 4 windturbines te Melle-Wetteren. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.184, 1 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van 3 windturbines te Roeselare-Zoutman. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.185, 1 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van 3 windturbines te Nevele-Drongen. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.186, 1 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van windturbines (3) te Kortemark. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.187, 1 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van windturbines te Puurs-Lichterveld. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.188, 1 pp.
- EVERAERT, J., 2001. Oprichten van windturbines te Puurs-Rupeltunnel. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Nota IN.A.2001.189, 1 pp.

