

Vogelslachtoffers in de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.)
tijdens bouwfase en half-operationele situaties (1986-1989)

J.E. Winkelman

RIN-rapport 90/2

508896

Rijksinstituut voor Natuurbeheer

Arnhem

1990

RIJKSINSTITUUT VOOR NATUURBEHEER
VESTIGING TEXEL
Postbus 59, 1790 AB Den Burg
Texel, Holland

BIBLIOTHEEK
RIJKSINSTITUUT VOOR NATUURBEHEER
POSTBUS 9201
6800 HB ARNHEM-NEDERLAND

R.I.N.-RAPPORT

IT

Voorplaat: Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum vanuit de lucht, gezien vanuit het zuidwesten (foto: RIN, Arnhem).

Front cover: Aerial view of the experimental wind park near Oosterbierum, seen from the south-west.



INHOUD

VOORWOORD

1	INLEIDING	7
2	DE SEP-PROEFWINDCENTRALE	9
	2.1 Ligging en inrichting	9
	2.2 Bouwverloop	9
3	METHODE	16
	3.1 Inleiding	16
	3.2 Onderzoekperioden en type vogels	16
	3.3 Aantal afgezochte obstakels en zoektijdstip	17
	3.4 Zoekfrequentie	17
	3.5 Zoekafstand en wijze van zoeken	17
	3.6 Vindkansproeven	18
	3.6.1 Zoekefficiëntie	18
	3.6.2 Aaseterij	18
	3.7 Bepaling doodsoorzaak en overige waarnemingen	19
4	RESULTATEN	20
	4.1 Zoekfrequentie en aantal afgezochte obstakels	20
	4.2 Gevonden soorten en aantallen	20
	4.3 Doodsoorzaken	21
	4.4 Vindplaatsen dode vogels	23
	4.5 Vindkansen	24
	4.5.1 Zoekefficiëntie	24
	4.5.2 Predatie	24
	4.6 Schatting van het werkelijke aantal slachtoffers	25
	4.6.1 Inleiding	25
	4.6.2 Aannamen	26
	4.6.3 Berekeningswijze	27
	4.6.4 Resultaten berekeningen	28

5	DISCUSSIE EN CONCLUSIES	30
5.1	Soorten en doodsoorzaken	30
5.2	Berekeningswijze	30
5.3	Slachtofferaantallen	32
5.3.1	Inleiding	32
5.3.2	Aantalsvergelijking Oosterbierum met andere windturbines	34
5.3.3	Aantalsvergelijking Oosterbierum met overige obstakeltypen	35
5.4	Interpretatie	35
5.5	Conclusies	36
	DANKWOORD	37
	LITERATUUR	39
	SAMENVATTING	42
	SUMMARY	44
	Tabellen	46
	Bijlagen	52
	Headings of figures, tables, and appendices	71

VOORWOORD

Sinds 1984 wordt door het Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem, in opdracht van de nv Samenwerkende electriciteits-productiebedrijven, Arnhem, een onderzoek verricht naar de mogelijke gevolgen van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum op vogels. Naast verstoring van vogels vormt in dit onderzoek ook het aantal aanvaringsslachtoffers een belangrijk aspect.

Omdat de proefwindcentrale door bouwvertragingen in 1989 nog niet operationeel was, is besloten de gegevens uit het afgeronde onderzoek omtrent aantallen slachtoffers en vindkansen uit de bouwfase en de half-operationele situaties (1986 tot en met voorjaar 1989) in dit rapport afzonderlijk te publiceren.

Uit het onderzoek is gebleken dat het zoeken van slachtoffers een tijdrovende bezigheid is, die bij voorkeur dagelijks door ervaren zoekers en zo vroeg mogelijk in de ochtend moet plaatsvinden. Voor de interpretatie van de resultaten van het zoeken naar slachtoffers zijn bovendien vindkansbepalingen ten tijde van de zoekacties nodig, waarbij niet alleen moet worden gedacht aan aaseterproeven, maar ook aan de zoekfout van de waarnemers, de afgezochte oppervlakte rond een windturbine en aan het aanbod van vogels op windturbinehoogte. Deze punten konden in het Oosterbierum-onderzoek alle worden onderzocht.

De proefwindcentrale blijkt in de onderzoeksperiode tussen circa 100 en ruim 450 vogelslachtoffers te hebben geëist. Ondanks intensieve zoekacties en uitgebreide vindkansbepalingen blijken ruime marges in de aantalsschatting niet te vermijden. Zonder vindkansbepalingen en bij weinig frequente zoekacties zijn de resultaten van slachtofferonderzoek dan ook weinig zeggend. Met dit methodologische aspect dient bij de planning van toekomstig slachtofferonderzoek bij windturbines terdege rekening te worden gehouden.

De Directie

1 INLEIDING

Energie verkregen door middel van windkracht kan worden beschouwd als een milieuvriendelijke vorm van energieopwekking. Veelal worden slechts twee effecten genoemd die van negatieve invloed op het ons omringende milieu zouden kunnen zijn: visuele aantasting van het landschap en hinder voor vogels. Over hinder voor vogels door windturbines is nog maar weinig met zekerheid bekend. Veldonderzoek naar genoemde punten is schaars en vaak beperkt van opzet, niet altijd gericht en systematisch uitgevoerd, en voor een belangrijk deel nog in uitvoering (vgl. Winkelman 1988a, 1989).

Een van de lopende onderzoeken betreft het vogelonderzoek dat in en rond de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) door het Rijksinstituut voor Natuurbeheer (RIN) wordt verricht. Dit onderzoek startte in het voorjaar van 1984. Omdat toen nog nagenoeg niets over de invloed van windturbines op vogels bekend was, werd dit plaatsgerichte onderzoek zo breed mogelijk opgezet. Naast verstoring van broedvogels, pleisterende vogels en trekvogels door aanwezigheid, beweging of geluid van de in dit windpark opgericht windturbines wordt in dit onderzoek ook ruime aandacht besteed aan het aantal vogels dat slachtoffer wordt van aanvaringen met de aanwezige windturbines en windmeetmasten.

Het onderhavige rapport betreft een deelrapportage van het hiervoor genoemde slachtofferonderzoek. Het slachtofferonderzoek in de Sep-proefwindcentrale valt uiteen in vier onderdelen. Het richt zich niet alleen op de aantallen gevonden vogelslachtoffers (1), maar ook op de vindkansen (2), op het gedrag van overdag en 's nachts passerende vogels (3) en op de aantallen 's nachts op rotorhoogte passerende vogels (4). Het niet of weinig vinden van slachtoffers kan immers betekenen dat vogels de windturbines weten te ontwijken, maar kan ook aangeven dat voorafgaande aan het zoeken er op windturbinehoogte geen of nauwelijks vogels hebben gevlogen of dat de vindkans miniem was. Voorts kan inzicht in het vlieggedrag aanwijzingen verschaffen over eventueel aan te brengen voorzieningen aan de turbines teneinde vogelaanvaringen te beperken of te voorkomen.

Het zoeken naar dode vogels in het windpark in combinatie met vindkansproeven vond tot nu toe plaats in vier voorjaren en drie herfstten. Onderzoek naar de aantallen 's nachts passerende vogels werd verricht in 43 nachten. Hierbij werd gebruik gemaakt van nachtzichtapparatuur

(warmtebeeldcamera, overzichtsradar en/of restlichtversterkers). Met name met de warmtebeeldcamera kon ook het gedrag van 's nachts passerende vogels worden bestudeerd. Het gedrag overdag is nog in studie.

In het onderhavige rapport worden de belangrijkste resultaten van de vindkansbepalingen, de zoekacties naar dode vogels, alsmede de op grond daarvan gemaakte berekeningen van het werkelijke aantal slachtoffers in de periode 1986-1989 weergegeven. Deze periode omvat de bouwfase en de periode waarin het windpark ten dele operationeel was. Van de overige aspecten zullen afzonderlijke rapportages verschijnen. Een deel van de resultaten betreffende de methodologie van het nacht- en vindkansonderzoek is reeds gepubliceerd (Winkelman 1988a). Hierin is eveneens een samenvatting van het vogelhinderprobleem en de tot 1988 verschenen literatuur op dit gebied opgenomen, alsmede een beschrijving van de opzet van het gehele vogelonderzoek in de Sep-proefwindcentrale.

Met de uitvoering van het slachtofferonderzoek is niet gewacht tot het windpark volledig operationeel is. Dit had twee redenen. Ten eerste laten de resultaten uit een volledig operationeel park zich mogelijk beter interpreteren als ook gegevens uit de bouwfase voorhanden zijn (vliegen vogels vooral tegen draaiende windturbines op, of bewerkstelligen de bewegende wieken juist (meer) uitwijkgedrag en daardoor minder slachtoffers dan bij stilstaande windturbines het geval is). En ten tweede om ervaring met de uitvoering van dergelijk onderzoek op te doen voordat de door velen meest gevaarlijk geachte periode met een volledig operationeel park zich voordoet.

2 DE SEP-PROEFWINDCENTRALE

2.1 Ligging en inrichting

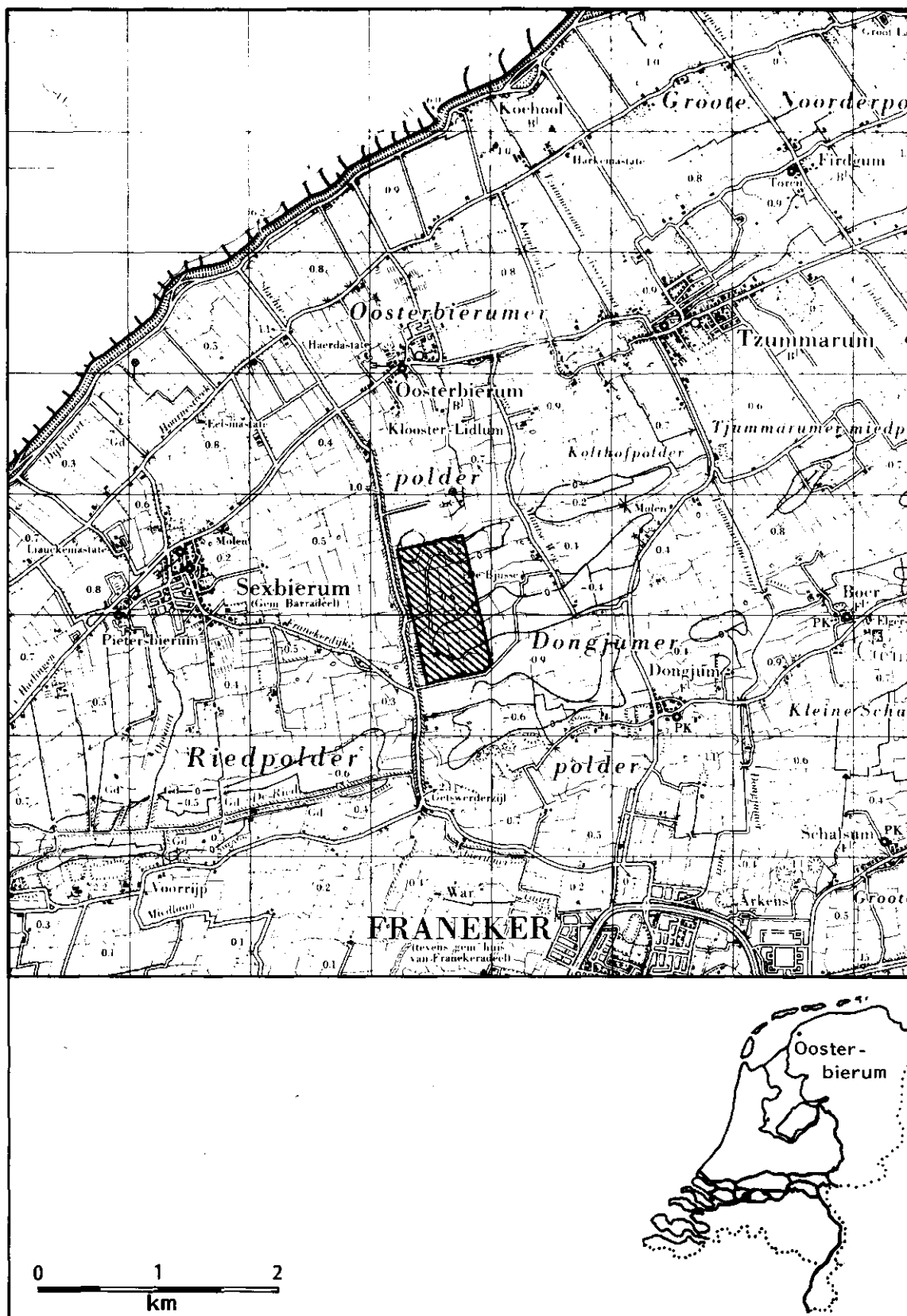
De Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum ligt even ten noorden van Franeker, in de kuststrook van NW-Friesland. Het betreft een uitgestrekt, open landbouwgebied met verspreid liggende dorpen, waar gras- en bouwland elkaar afwisselen. De noordzijde van het windpark ligt op 3 km, de zuidzijde op 4 km van de Waddenzee (fig. 1). Het windpark (55 ha) bestaat uit 18 middelgrote windturbines, een uit zeven masten bestaand windmeetsysteem gesitueerd rondom het windpark, een bedieningsgebouw, twee clustergebouwen en een aantal verbindingswegen (fig. 2). De lengterichting van het windpark ligt vrijwel noord-zuid en loodrecht op de meest voorkomende windrichting (W-WZW). De windturbines zijn opgesteld in drie rijen. De onderlinge afstand tussen deze rijen is 250 m. De afstand tussen de windturbines binnen een rij bedraagt 300 (noordelijke drie windturbines) of 150 m (zuidelijke vier) (fig. 2). De windturbines hebben een horizontale as, een upwind-rotor met een rotordiameter van 30 m en drie rotorbladen, een ashoogte van 35 m en een vermogen van maximaal 300 kW. Het toerental is variabel (maximaal 48 omwentelingen per minuut). De zeven windmeetmasten zijn getuid en 50 m (twee masten, C en E in fig. 2) of 35 m (vijf masten) hoog. De tuidraden zijn niet voorzien van speciale voorzieningen teneinde vogelaanvaringen te verminderen of te voorkomen. Het windpark is 's nachts niet verlicht.

Ten aanzien van het slachtofferonderzoek is het van belang te memoreren dat ook de hoofdrichting van de grootschalige herfsttrek min of meer loodrecht op de lengterichting van het windpark staat. Lokale verplaatsingen doen zich meer evenwijdig aan de lengterichting van het windpark voor.

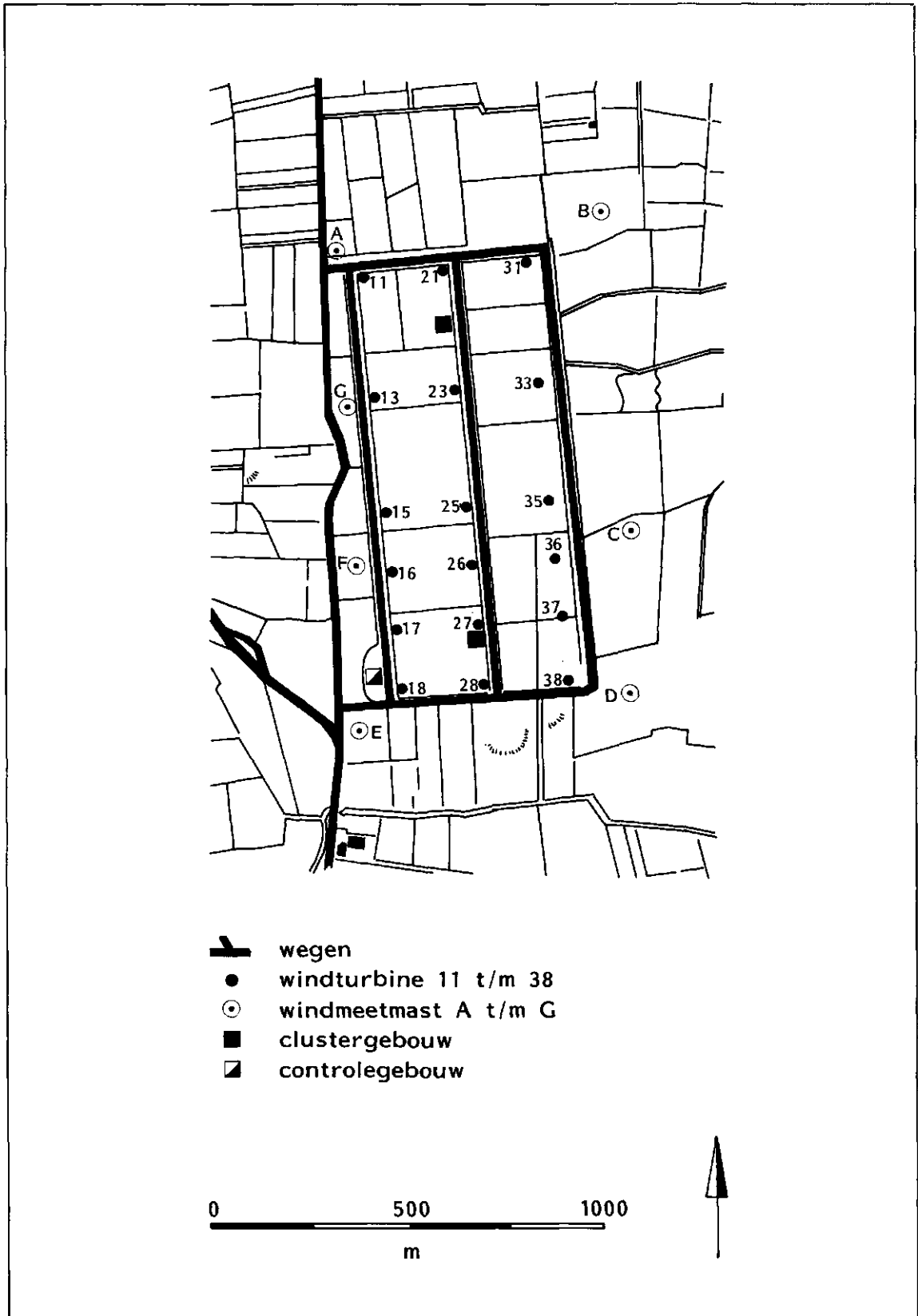
2.2 Bouwverloop

De eerste voorbereidingen voor de bouw van het windpark vonden plaats in het voorjaar van 1984. De windmeetmasten werden in de winter van 1985/1986 opgericht. In de herfst en winter van 1986/1987 werden de masten van de 18 windturbines geplaatst (bijlage 1). Tussen eind mei en half november 1987 werden gondels en rotoren op de masten bevestigd (bijlage 2). Al spoedig daarna startte men tijdens kantooruren met proefdraaien. Ten tijde van het nachtonderzoek in de herfst van 1987 draaiden

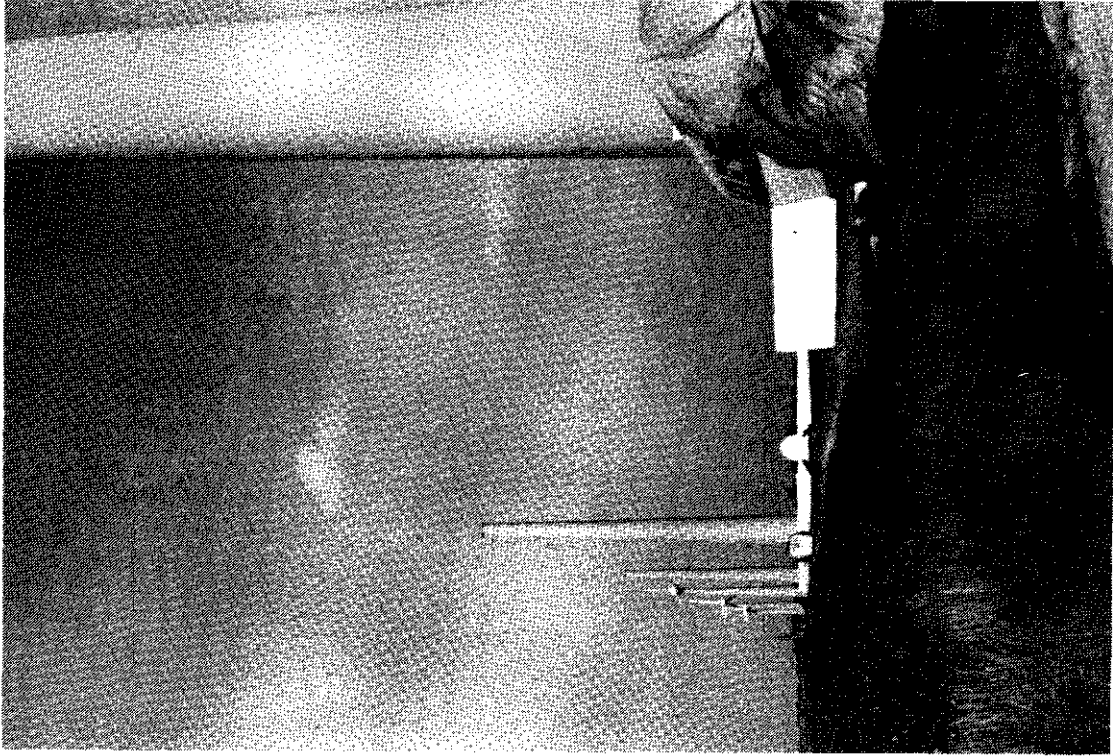
enkele windturbines ook 's nachts. Overdag was toen sprake van een incidenteel draaien. In het voorjaar van 1988 was sprake van overwegend stilstaande windturbines. In de herfst van 1988 draaiden in de drie weken met nachtonderzoek 's nachts maximaal 10 windturbines. Daarbuiten draaiden de meeste windturbines incidenteel en meestal alleen overdag. Dit laatste was ook in het voorjaar van 1989 het geval. In de herfst van 1988 was tot 21 oktober net buiten het windpark ter hoogte van windturbine 37 nog een getuigde meetopstelling van de nv KEMA (Arnhem) aanwezig, bestaande uit drie meetmasten van maximaal 35 m hoogte.



Figuur 1. Ligging van de Sep-proefwindcentrale (gearceerd) te Oosterbierum.

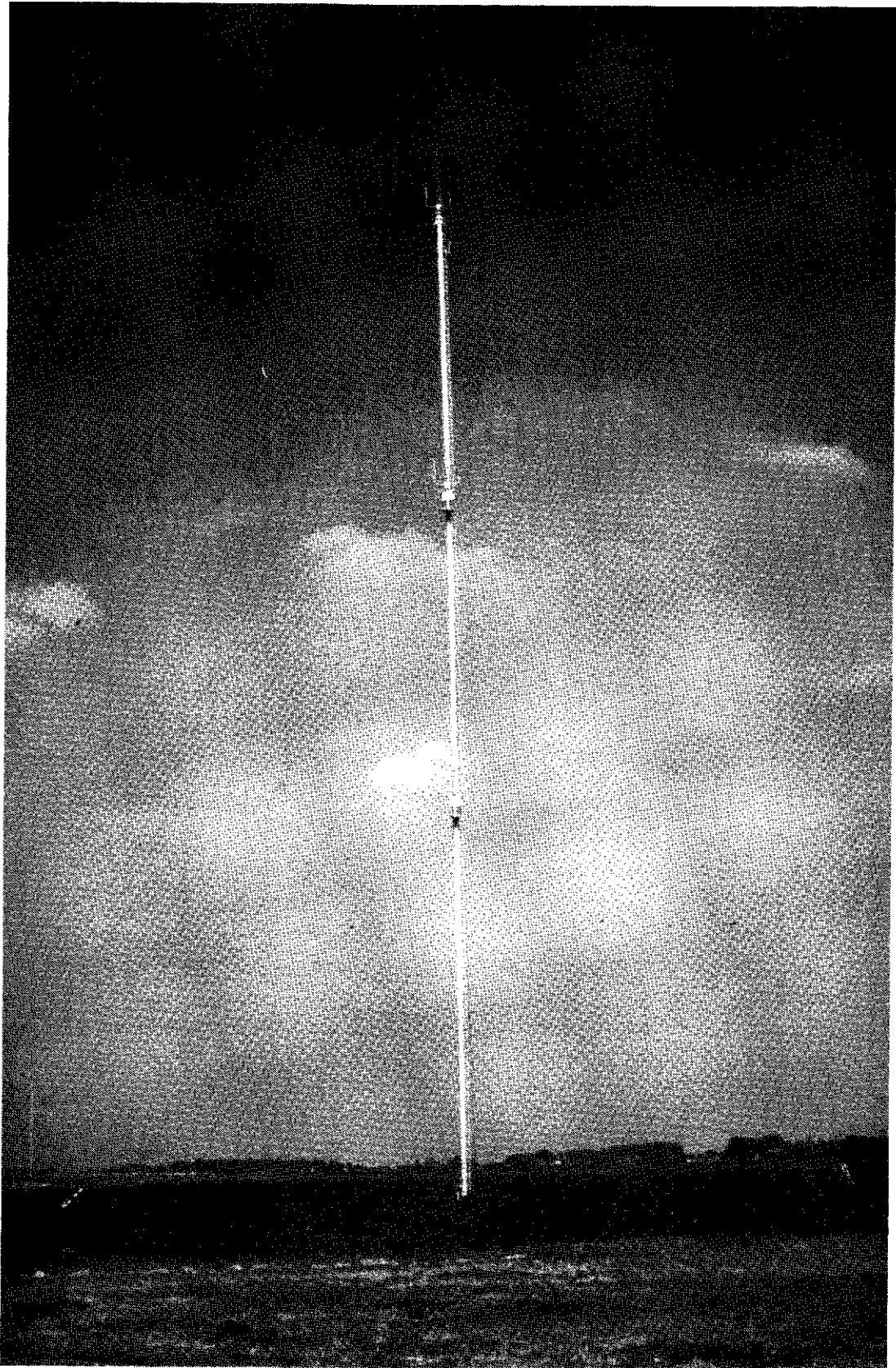


Figuur 2. Plattegrond van de Sep-proefwindcentrale en directe omgeving (perceelindeling buiten windpark: situatie 1988). C en E 50 m hoog, A, B, D, F en G 35 m hoog.

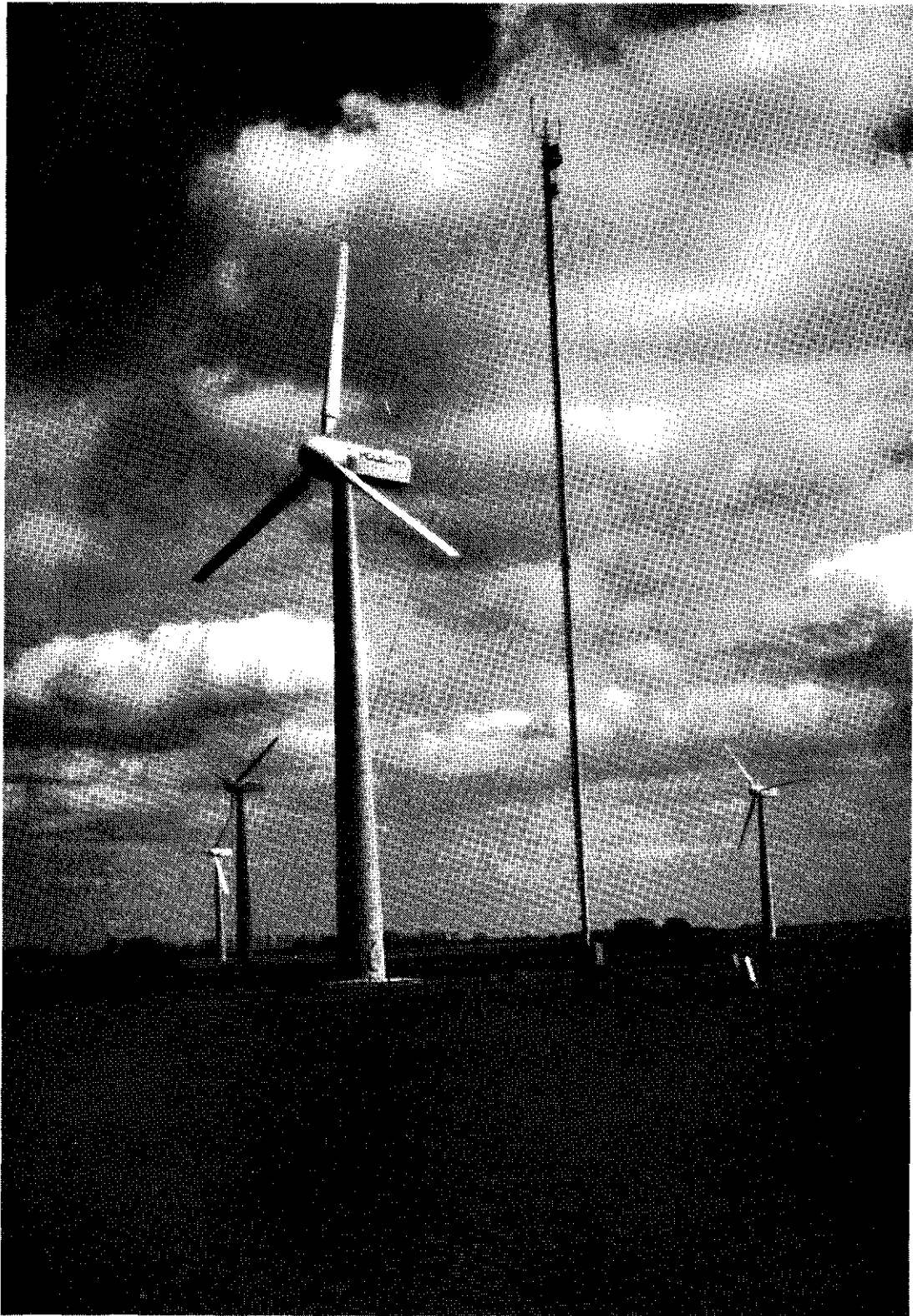


Figuur 3. Situatie november 1986, met masten van windturbines 23-26 (27 en 28 nog niet opgericht) en 35-38. Foto genomen iets ten noorden van mast 23, naar het zuiden toe (vgl. fig. 2, bijlage 1).

Figuur 4 (rechts). Situatie augustus 1987, met windturbines 21-25 en masten van windturbines 26-28. Foto genomen naar het noorden toe (vgl. fig. 2, bijlage 2).



Figuur 5. Windmeetmast E (vgl. fig. 2), hoogte 50 m.



Figuur 6. Situatie in voorjaar 1988 vanuit het noordwesten, met windmeetmast A en windturbines 11 (op voorgrond), 23, 25 en 35 (vgl. fig. 2).

3 METHODE

3.1 Inleiding

Het zoeken naar dode vogels rond een windturbine lijkt op het eerste gezicht een eenvoudige zaak. Niets is echter minder waar. Juist bij dit onderzoekaspect komen nogal wat zoektechnische problemen en problemen ten aanzien van de interpretatie van de verkregen resultaten aan de orde. Zo kan de vindkans van de aanvaringsslachtoffers worden bepaald door (1) de maximale afstand waarop deze vogels kunnen neerkomen, (2) de zoekefficiëntie van de waarnemer, (3) de grootte en de kleur van een slachtoffer, (4) het type vegetatie waarin wordt gezocht, (5) het voortijdig verdwijnen van kadavers door aaseterij en (6) het aantal (dodelijk) gewonde vogels dat tot buiten het onderzoeksgebied doorvliegt of dit kruipend of lopend verlaat. Voor een juiste interpretatie van de gevonden aantallen dode vogels en de op grond daarvan te berekenen werkelijke aantallen aanvaringsslachtoffers zijn tijdens de zoekacties dus begeleidende vindkansproeven noodzakelijk.

Voor de punten (2) - (5) werden in het Oosterbierum-onderzoek nadere proeven uitgevoerd. Over punt (6) kon enige kennis worden verkregen uit enkele incidentele waarnemingen. De opzet van deze proeven, de resultaten uit 1986 en 1987 en de betreffende literatuur zijn uitvoerig beschreven in Winkelman (1988a). In 1988 werden de proeven herhaald. In het onderhavige rapport wordt volstaan met een samenvatting van opzet en resultaten van deze proeven.

3.2 Onderzoekperioden en type vogels

In het windpark is vooral in de herfst de kans op aanvaringsslachtoffers groot, omdat dan zowel 's nachts als overdag veel trekvogels passeren en veel pleisterende vogels aanwezig zijn. Ook het voorjaar wordt als risicovol beschouwd, vooral in verband met de dan aanwezige broedvogels. Het slachtofferonderzoek richtte zich daarom op de herfst en het voorjaar. In de winter werd incidenteel op slachtoffers gelet. In de herfst richtte de aandacht zich bij het zoeken zowel op kleine als grote vogels. In voorjaar en winter, wanneer vooral sprake is van potentiële slachtoffers onder grote vogels, werd mede in verband met de beschikbare mankracht in hoofdzaak naar deze grootteklasse vogels gezocht.

Het zoeken naar (onderdelen van) dode vogels in het windpark nam een

aanvang in het voorjaar van 1986, toen de windmeetmasten in het windpark waren geplaatst. Daarna werd iedere herfst en ieder voorjaar systematisch naar dode vogels gezocht onder dan aanwezige obstakels (vgl. bijlage 1 en 2).

3.3 Aantal afgezochte obstakels en zoektijdstip

Het bleek ondoenlijk om met de beschikbare mankracht (inclusief drie vrijwilligers van de Vogelwacht Franeker en Omstreken (VFO)) alle aanwezige obstakels af te zoeken, zodat een aantal verdeeld over het windpark werd uitgezocht. De keuze werd mede bepaald door in het windpark aanwezige gewassen. Rond obstakels in landbouwgewassen of in weiland met een grashoogte van meer dan 10-15 cm werd niet gezocht in verband met de (te) lage vindkansen daar. In de herfst werden bermen en slootkanten gemaaid teneinde het zoeken te vergemakkelijken. In het voorjaar was dit over het algemeen niet nodig. In de herfst van 1988 werd getracht zoveel mogelijk rond windturbines te zoeken die de nacht voor het zoeken hadden gedraaid. Het zoeken vond altijd bij daglicht plaats, en bij voorkeur zo vroeg mogelijk op de dag teneinde de invloed van aaseterij te beperken.

3.4 Zoekfrequentie

In de herfst werd geprobeerd op zoveel mogelijk dagen de omgeving van de geselecteerde masten en windturbines op dode vogels af te zoeken. Van 14 oktober - 3 november 1988 werd dagelijks gezocht onder alle windturbines die de nacht ervoor hadden gedraaid. In het voorjaar had het zoeken een meer incidenteel karakter (meestal een- tot tweemaal per week). Het zoeken werd dan voor een belangrijk deel door drie vrijwilligers van de VFO uitgevoerd. In de drie winters (1986/1987, 1987/1988 en 1988/1989) werd er tijdens de tellingen van pleisterende vogels ten behoeve van het verstoringsonderzoek, waarbij er in een auto langzaam door het windpark wordt gereden en diverse malen wordt gestopt, eveneens gelet op dode vogels in het windpark. Dit resulteerde in zeven tot negen bezoeken per winter.

3.5 Zoekafstand en wijze van zoeken

In 1986 en voorjaar 1987 werd rond de windmeetmasten over het algemeen gezocht binnen een straal van 50 m, daarna binnen een straal van 25 m. Rond de masten van de windturbines (zonder gondel of rotor) bedroeg deze afstand 25 m, rond complete windturbines 50 m. Binnen deze afstanden werd

de gehele grondoppervlakte (inclusief wegen, bermen, sloten en betonvoet van de windturbines) systematisch en nauwgezet afgezocht. De gekozen afstanden zijn willekeurig en werden mede bepaald door de voor het zoeken benodigde tijdsduur en de beschikbare tijd en menskracht. De tijd nodig voor het nauwkeurig en systematisch afzoeken van een gebied met een straal van 50 m rond een windturbine (bijna 8000 m²) in combinatie met een redelijke kans op het vinden van kleine vogels, bedroeg 45-60 minuten. Voor het voorjaar, wanneer over het algemeen minder intensief en vooral naar grote vogels werd gezocht, moest worden gerekend op ongeveer 15-20 minuten per windturbine. Buiten genoemde afstanden werd oppervlakkig gelet op dode vogels. Hetzelfde gold voor bezoeken aan het windpark buiten de systematische zoekronden.

3.6 Vindkansproeven

3.6.1 Zoekefficiëntie

Niet iedere waarnemer zal even ervaren zijn in het opsporen van dode vogels. Daarom werden in de drie betrokken herfstperioden in het veld proeven uitgevoerd waarbij werd bepaald hoeveel vogels door de zoekers werden gevonden. Hiertoe werden in het af te zoeken gebied dode vogels uitgelegd zonder dat de zoekers hiervan op de hoogte waren. Er werd daarna bepaald welk percentage daadwerkelijk werd gevonden.

3.6.2 Aaseterij

De mogelijkheid bestaat dat predatoren de waarnemers voor zijn, zodat op het tijdstip van zoeken de gevallen slachtoffers (voor een deel) reeds zijn verdwenen. Daarom werd ter bepaling van de mate van predatie in de drie betrokken herfstperioden in het veld een aantal proeven uitgevoerd waarbij de verdwijnsnelheid van uitgelegde eendagskuikens en wilde vogels werd bepaald. Het uitleggen van de kadavers gebeurde onafhankelijk van elkaar, waarbij op maximaal vijf plekken tegelijk steeds een vogel per plek werd uitgelegd. De uitlegplekken lagen at random verspreid over het gehele windpark (inclusief windmeetmasten). Het uitleggen vond zowel per plaats als per aantal onafhankelijk plaats teneinde leereffecten van de predatoren te voorkomen. Het uitleggen gebeurde over het algemeen in de late namiddag of vroege avond, omdat werd aangenomen dat de kans op slachtoffers 's nachts het grootst is. Na het uitleggen werd iedere twee uur (behalve van 23.00 tot 5.00 uur) gekeken of de vogels nog aanwezig

waren, waren verplaatst of aangevreten. Na een dag werd de controlefrequentie teruggebracht tot vijf- tot zesmaal per etmaal (één uur voor en drie uur na zonsopgang, begin van de middag, twee uur voor en één uur na zonsondergang, loop van de avond). Er werd minimaal drie etmalen lang gecontroleerd.

3.7 Bepaling doodsoorzaak en overige waarnemingen

Dode vogels werden zoveel mogelijk aan het Centraal Diergeneeskundig Instituut (CDI), Lelystad, aangeboden voor een diagnose van de doodsoorzaak. Van de vondsten werden in het veld zoveel mogelijk bijzonderheden genoteerd (versheid, leeftijd, geslacht, rui, mate van predatie, mate van uitwendige beschadiging, gevonden onderdelen, afstand en windrichting ten opzichte van het dichtstbijzijnde obstakel). Alle door het RIN gedane vondsten werden verzameld. Ook aan de vrijwilligers van de VFO werd gevraagd dit te doen.

4 RESULTATEN

4.1 Zoekfrequentie en aantal afgezochte obstakels

In bijlage 3 is per onderzoekseizoen een overzicht gegeven van de afgezochte typen en aantallen obstakels, het aantal zoekronden per week en het aantal afgezochte obstakels per zoekronde. In bijlage 4 is een overzicht gegeven van de totale zoekinspanning in de zeven onderzoekseizoenen. Een samenvatting is gegeven in tabel 1. In bijlage 5 en 6 is voor de herfst van 1988 en het voorjaar van 1989 per afgezochte windmeetmast of windturbine een gedetailleerd overzicht gegeven van de zoekfrequentie, het tijdstip van zoeken en de aantallen gevonden dode vogels. Vergelijkbare overzichten voor de vijf overige onderzoekseizoenen zijn gepubliceerd in Winkelman (1987, 1988b, 1988c). In de herfst werd over het algemeen vaker en bij meer obstakels gezocht dan in het voorjaar het geval was (tabel 1). De grootste zoekinspanning werd bereikt in de herfst van 1988, toen in de periode 14 oktober - 3 november dagelijks bij alle 's nachts draaiende windturbines (maximaal tien per nacht) werd gezocht.

4.2 Gevonden soorten en aantallen

In de zeven onderzoekperioden werden in het windpark in totaal 35 dode vogels of onderdelen van dode vogels gevonden. De aantallen liepen uiteen van één (herfst 1987, voorjaar 1988) tot 15 vondsten (herfst 1988) per seizoen. Dit komt voor het gehele windpark, afhankelijk van het in beschouwing genomen jaar, neer op 0,02-0,40 vondsten per zoekdag in de herfst en op 0,05-0,21 in het voorjaar. In bijlage 7 is een overzicht van alle vondsten gegeven. In bijlage 8 zijn bijzonderheden ten aanzien van deze vondsten opgenomen.

In totaal werden 14 soorten vogels gevonden (tabel 2). Van slechts vier soorten (meerkoet, scholekster, kokmeeuw en spreeuw; zie voor wetenschappelijke namen vogels bijlage 14) bleken met zekerheid vogels door aanvaring met een windturbine of windmeetmast te zijn gedood. De vondsten weerspiegelen de aanwezige (pleisterende) of te verwachten (overtrekende) avifauna. In dit opzicht is het grote percentage meeuwen dat werd gevonden (60%), niet opmerkelijk. Meeuwen maken immers het overgrote deel van de pleisterende avifauna uit. Van negen van de zekere en zeer waarschijnlijke aanvaringslachtoffers kon de leeftijd worden bepaald. Acht vogels waren adult, één subadult. Drie bleken van het mannelijke en één

van het vrouwelijke geslacht.

Het is opmerkelijk dat de meeste dode vogels werden gevonden in de eerste herfst waarin voor het eerst sprake was van een redelijk aantal 's nachts operationele windturbines. Ook de toevallige vondsten werden gedaan in de winterperiode waarin er voor het eerst 's nachts geregeld enkele windturbines operationeel waren. In het voorjaar, toen de zoek-efficiëntie primair op grote vogels was gericht, werden alleen grote vogels gevonden. Dit was ook in de winter het geval. Dit behoeft niet te betekenen dat er in het voorjaar (en de winter) geen kleine vogels tegen de windturbines zijn gevlogen. Het ontbreken van kleine vogels onder de vondsten kan er ook op duiden dat de zoekfrequentie en/of de zoekintensiteit voor het vinden hiervan te laag was. In de herfst daarentegen, met juist op kleine vogels gerichte, intensieve zoekronden, werden naast 14 grote vogels ook zes kleine vogels gevonden.

4.3 Doodsoorzaken

Van een deel van de gevonden vogels was het niet mogelijk de doodsoorzaak met zekerheid vast te stellen. Hiervoor zijn verse, zoveel mogelijk onbeschadigde en complete vogels nodig. Karkassen, sterk aangevreten vogels en losse onderdelen (vleugels, veerresten, skeletonderdelen e.d.) konden daarom niet door het CDI worden onderzocht. In totaal werden 16 vogels (46%) door het CDI onderzocht, terwijl acht vondsten (23%) niet voor ons werden verzameld. Van de 16 onderzochte vogels bleken er zes (38%) zeker door een windturbine gedood, drie (19%) zeker niet, twee (13%) zeer waarschijnlijk wel en over vijf (31%) kon het CDI geen uitspraak doen. Elf andere vogels (31%) die werden verzameld, werden door ons zelf bekeken op eventuele aanwijzingen over de doodsoorzaak. Hierbij werd onderscheid gemaakt in doodsoorzaak onbekend (losse onderdelen, sterk in ontbinding zijnde lijken e.d.) of mogelijk door een windturbine gedood (verse veerresten (secundaire predatie, door wiekslag uit elkaar geslagen vogels, nog levende gewonde vogels). De doodsoorzaken van de 35 dood gevonden vogels staan per vogelgroep samengevat in tabel 3. Een uitgebreid overzicht van geconstateerde verwondingen en (vermeende) doodsoorzaken is opgenomen in bijlage 7 en 8. Bij elkaar blijkt 28% van de 35 vondsten (maar acht niet kunnen onderzoeken) zeker of zeer waarschijnlijk door een windturbine gedood, 11% mogelijk en 9% niet. Van 51% was de doodsoorzaak niet te herleiden.



Figuur 7a, b. Kokmeeuw, zeer waarschijnlijk gedood door aanvaring met draaiende windturbine op 29 oktober 1988 (nummer 29 in bijlage 7 en 8) (7a: situatie waarin de vogel werd aangetroffen).

4.4 Vindplaatsen dode vogels

In bijlage 7 is een overzicht gegeven van de plaatsen waar de vondsten werden gedaan. Hierbij is uitgegaan van de afstand tot het dichtstbijzijnde obstakel. Dit betekent overigens niet dat een vogel ook daadwerkelijk tegen dat obstakel is aangevlogen. Vooral in het zuidelijke deel van het windpark, waar de windturbines relatief dicht op elkaar staan, en voor de windmeetmasten A, G, F en E (fig. 2), welke relatief dicht bij een windturbine zijn geplaatst, is dit de vraag. Een dodelijk gewonde vogel kan immers nog even doorfladderen of wegkruipen, waardoor deze bij een ander obstakel wordt gevonden dan waartegen het is gebotst. Verplaatsing van kadavers door aaseters lijkt verwaarloosbaar (vgl. 4.5.2 en Winkelman 1988a). Uit bijlage 7 blijkt dat vondsten in het gehele windpark werden gedaan. Er zijn geen obstakels of rijen obstakels aan te wijzen die er qua slachtoffers speciaal uitspringen.

Negen vogels werden gevonden onder een windmeetmast, zes bij een windturbinemast, 19 bij een windturbine en van één nog levende vogels was de plaats onbekend. De vindafstand tot het dichtstbijzijnde obstakel varieerde tussen de 1 en 110 m. Bij de zekere en zeer waarschijnlijke aanvaringsslachtoffers varieerde deze tussen 6 en 80 m. Drie van deze vondsten (alle grote vogels) werden gedaan buiten de intensief afgezochte oppervlakte (vgl. 3.5) rond het obstakel (nummer 12, 19 en 33 uit bijlage 7). In totaal werd 66% binnen de intensief afgezochte straal rond het obstakel gevonden en 29% daarbuiten. Van twee vondsten in het voorjaar (6%) is de vindafstand onbekend.

Van de 19 onder een windturbine gevonden vogels werden er zeven aangetroffen onder een windturbine die de nacht vóór de vondst had gedraaid, twee bij een stilstaande en van tien vondsten is het wel of niet operationeel zijn onbekend. Bij de interpretatie hiervan moet rekening worden gehouden met de bij de verschillende typen obstakels verrichte zoekinspanningen. Wel valt het relatief grote aantal vondsten (en werkelijke aantal slachtoffers) bij de draaiende windturbines op (vgl. 4.6.4). Ook is het opmerkelijk dat vondsten onder de windmeetmasten vooral werden gedaan in de perioden zonder (complete) windturbines. In die perioden was echter rond de windmeetmasten sprake van een veel grotere zoekinspanning dan in latere seizoenen, toen ook onder andere obstakels naar dode vogels kon worden gezocht.

4.5 Vindkansen

4.5.1 Zoekefficiëntie

Proeven ter bepaling van de zoekefficiëntie werden uitgevoerd in de herfst van 1987 en 1988. In 1987 kregen de zoekers zowel grote als kleine vogels aangeboden, in 1988 alleen kleine. In 1987 kon er negen keer een grote en 18 keer een kleine vogel (ter grootte van een spreeuw of kleiner) worden gevonden, in 1988 21 keer een kleine vogel. Hiervan werden er respectievelijk acht, zeven en elf gevonden. Dit komt neer op een zoek-efficiëntie van 89% voor grote vogels en van 39% (1987) en 52% (1988) voor kleine vogels. Voor de grotere zoekefficiëntie van kleine vogels in 1988 zijn twee mogelijke redenen aan te dragen: (1) de ervaring van de zoekers was na twee seizoenen groter, en (2) de bodem rond de af te zoeken obstakels was beter afzoekbaar (onder andere minder diepgeploegd land dan in 1987).

In de overige onderzoekseizoenen werden geen zoekefficiëntieproeven uitgevoerd. Er is daarom aangenomen dat in het voorjaar en in de overige herfstseizoenen de zoekefficiëntie voor grote vogels overeenkwam met die uit de herfst van 1987. In het voorjaar was er weliswaar sprake van een geringe vegetatiebedekking, maar de tijd uitgetrokken voor het afzoeken van de omgeving van een obstakel was daarentegen meestal beduidend kleiner. Voor kleine vogels in de herfst van 1986 is, uitgaande van een toen kleinere zoekervaring dan in 1988 het geval was en de relatief moeilijk zoekbare bodem (onder andere bermen pas 21 oktober gemaaid), de zoek-efficiëntie van 1987 aangehouden.

De 13 in 1988 uitgelegde vogels betroffen eendagskuikens (vier), huiszwaluw, graspieper, witte kwikstaart, koperwiek, braamsluiper, koolmees, ringmus, kneu en putter. Voor bijzonderheden en overige resultaten uit 1987 kan worden verwezen naar Winkelman (1988a).

4.5.2 Predatie

Experimenten ter bepaling van de predatiedruk werden uitgevoerd in de herfst van 1986 (alleen kleine vogels), 1987 en 1988. De (resultaten van de) proeven uit 1986 en 1987 zijn uitvoerig beschreven in Winkelman (1988a). In het voorjaar werden geen predatieproeven gedaan. Er is aangenomen dat de predatie toen overeenkwam met die uit de herfst.

In 1988 werden zeven eendagskuikens en negen kleine wilde vogels (huiszwaluw, graspieper, witte kwikstaart, roodborst, braamsluiper, kool-

mees, ringmus, kneu en putter) in de vroege avond ($\bar{x}=20.30$ uur) uitgelegd. Hiervan verdwenen er negen geheel, werden er drie gepredeerd (alleen plukresten resterend), bleven er drie onaangetast en werd er één tijdens het bietenrooien onder de grond gereden. Overdag verdween 31%, terwijl 's nachts 69% werd gepredeerd. Na een etmaal bleek 6% van de uitgelegde vogels te zijn verdwenen. In 1986 lag dit op 56% en in 1987 op 42%. In 1988 bleek 25% te zijn verdwenen na 36 uur (1986 na 13-15, 1987 na 16 uur) en 50% na 78 uur (1986 na 17-20, 1987 33-39 uur) (bijlage 9). De gemiddelde verdwijnsnelheid lag in 1988 op $99,7 \pm 75,0$ uur (s.d., $n=16$). In 1986 bedroeg deze in dezelfde periode $40,0 \pm 39,0$ uur ($n=25$). Voor 1987 kon deze niet worden berekend (vgl. Winkelman 1988a). De verdwijnsnelheid was in de herfst van 1988 derhalve een stuk langzamer dan in de herfst van 1986 (en 1987) het geval was. Dit duidt erop dat in het seizoen waarin voor het eerst sprake was van een deels operationeel windpark (herfst 1988), het park geen extra aantrekkingskracht had voor aaseters. Op grond van het ontbreken van een hoge predatiedruk c.q. van een leereffect door predatoren, kan worden gesteld dat het in de herfst van 1988 geregeld voorkomen van grote aantallen aanvaringssslachtoffers niet erg waarschijnlijk lijkt.

Voorts werden er in de herfst van 1988 nog twee grote vogels (kokmeeuwen) uitgelegd. Beide waren na zeven dagen nog intact. De drie in 1987 uitgelegde grote vogels (twee kokmeeuwen en een zwarte kraai) bleken alle na ruim 5 dagen nog volledig aanwezig.

4.6 Schatting van het werkelijke aantal slachtoffers

4.6.1 Inleiding

Bij het maken van een schatting van de werkelijke aantallen gevallen slachtoffers op grond van het gevonden aantal slachtoffers en de berekende correcties voor factoren als predatie, zoek efficiëntie, afgezochte oppervlakte en aantal zoekdagen, spelen een groot aantal onzekerheden een rol. Het is hierbij vooral de vraag in hoeverre de bij de schattingen betrokken factoren onafhankelijk van elkaar zijn, in hoeverre de verzamelde waarden voor de verschillende factoren voldoende statistische draagkracht hebben en welke rol niet-onderzochte factoren (zoals "emigratie" uit het zoekgebied) hebben gespeeld. Uit het vindkansonderzoek is gebleken dat in ieder geval rekening moet worden gehouden met predatie en zoek efficiëntie, beide in relatie tot de grootte van de vogel.

Een ander probleem vormt het rekenkundig bijzonder kleine aantal gevonden slachtoffers. Om statistisch verantwoorde uitspraken te kunnen doen, moeten immers voldoende (zekere) slachtoffers worden gevonden. Er zijn daarom bij de berekeningen een aantal aannamen gemaakt, waardoor de berekeningswijze zo eenvoudig mogelijk kon worden gehouden. De berekeningen moeten daarom als globale schattingen worden beschouwd, waarbij grote marges niet zijn te voorkomen.

4.6.2 Aannamen

Bij de schattingen werden de volgende aannamen en besluiten genomen. Er moet hierbij worden bedacht dat veel van deze aannamen zowel een over- als een onderschatting kunnen inhouden.

- (1) Alle gevonden verse (delen van) vogels vielen in de nacht voorafgaande aan het zoeken.
- (2) Alle slachtoffers vielen in het bij de berekeningen betrokken gebied.
- (3) De slachtoffers vielen gelijkmatig verdeeld over het afgezochte gebied (vgl. 4.4).
- (4) Dagen waarop geen verse vondsten werden gedaan, zijn dagen zonder slachtoffers.
- (5) Op dagen waarop niet werd gezocht, vielen per dag gemiddeld evenveel slachtoffers als op dagen waarop wel werd gezocht.
- (6) De vindkans was Poisson-verdeeld.
- (7) Alle bij de berekeningen betrokken factoren zijn in de loop van de zoekperiode constant (vgl. Winkelman 1988a).
- (8) Alle bij de berekeningen betrokken factoren zijn, voor zover daarmee geen rekening is gehouden, onafhankelijk van elkaar.
- (9) Er wordt alleen gerekend met zekere en zeer waarschijnlijke, respectievelijk zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijke slachtoffers.
- (10) De berekeningen worden alleen gemaakt op grond van de onder (9) genoemde vondsten die werden gedaan in het tijdens de zoekacties afgezochte gebied.
- (11) Bij windmeetmasten, masten van windturbines en stilstaande windturbines vallen alle slachtoffers binnen een straal van 25 m rond het obstakel (vgl. 4.6.3).
- (12) Bij draaiende windturbines vallen kleine vogels binnen een straal van 50 m en grote vogels binnen een straal van 75 m rond het obstakel (vgl. 4.6.3).

(13) De predatiesnelheid van grote vogels is in het voorjaar vergelijkbaar met die in de herfst van 1987 en 1988, in de herfst van 1986 aan die in de herfst van 1987.

(14) De zoekefficiëntie van grote vogels was in het voorjaar, alsmede in de herfst van 1986 en 1988, overeenkomstig met die in de herfst van 1987.

(15) De berekeningen van het werkelijke aantal aanvaringsslachtoffers worden alleen gemaakt over de drie herfst- en vier voorjaarsseizoenen, omdat over de perioden daarbuiten in verband met een andere samenstelling en mogelijk ook andere gewoonten van de dan aanwezige vogelbevolking op grond van de verzamelde gegevens weinig kan worden gezegd.

4.6.3 Berekeningswijze

Bij de schattingen is gebruik gemaakt van de volgende, in verband met de veelheid aan onzekerheden, eenvoudige formule (vgl. ook Winkelman 1988b):

$$N\text{-geschat} = (N_a - N_b) / P * Z * O * D,$$

waarin N_a het totaal aantal gevonden vogels is, N_b het aantal waarvan de doodsoorzaak niet is terug te voeren op de windturbines, P het aandeel vogels dat niet volledig wordt gepredeerd, Z het aandeel gevonden vogels (zoekefficiëntie), O het aandeel afgezochte oppervlakte van het totale af te zoeken gebied (rond 18 windturbines respectievelijk zeven windmeetmasten) en D het aandeel zoekdagen van de in beschouwing te nemen periode. De berekeningen werden voor de voorjaars- en herfstperioden, voor de verschillende typen obstakels en voor kleine en grote vogels afzonderlijk gemaakt op grond van het aantal zoekdagen, het aantal afgezochte obstakels en de bij de vindkansproeven vastgestelde waarden, welke zijn samengevat in bijlage 10. In deze bijlage zijn ook de 95%-betrouwbaarheidsintervallen (vgl. Rohlf & Sokal 1969: 208) weergegeven, teneinde een idee te geven over de theoretische spreiding in de berekeningen. Een samenvatting van de totale correctiefactoren ($P*Z*O*D$) is in tabel 4 opgenomen. Uit deze tabel blijkt dat vooral in het voorjaar met aanzienlijke correctiefactoren rekening moet worden gehouden. Gemiddeld kunnen deze bij elkaar oplopen tot 56,2 en maximaal zelfs tot 173. Hieraan is vooral de lage zoekfrequentie debet. In de herfst, wanneer frequent en intensief naar slachtoffers werd gezocht, pakken de correctiefactoren veel gunstiger uit. Dit is met name het geval voor grote vogels, waarvoor predatie en zoekefficiëntie beduidend minder van invloed zijn op de totale cor-

correctiefactor dan bij kleine vogels het geval is. Vooral in de situatie met draaiende turbines (deel herfst 1988), de situatie waarvoor het het meest belangrijk is de aantallen slachtoffers te kennen, waren de te hanteren correctiefactoren door een hoge zoekfrequentie laag. Afhankelijk van de grootte van de vogel lagen deze toen tussen 1,3 en 7,9.

Bij de gehanteerde predatiecijfers kan nog het volgende worden opgemerkt. Omdat uit de predatieproeven is gebleken dat predatie een geleidelijk proces is, waarbij de eerste 24 uur meestal de meeste vogels verdwijnen, is deze afhankelijk gesteld van het tijdstip waarop de meeste zoekacties plaatsvonden (bijlage 11). In de herfst van 1986 vonden de meeste zoekacties vóór 12 uur 's middags plaats (binnen 17-18 uur na uitleggen van de kadavers). Op dat moment was 52% van de uitgelegde kleine vogels nog niet gepredeerd (n=50). In de herfst van 1987 vond het merendeel van de zoekacties plaats 18-22 uur na uitleggen. Van de kleine vogels resteerde toen nog 67% (n=46). In de herfst van 1988 werd ruim 70% van de zoekacties vóór 12 uur 's middags gehouden, 10-15 uur na uitleggen. Van de kleine vogels bleek toen nog 90% aanwezig (n=16). Voor grote vogels werden de gegevens van 1987 en 1988 gecombineerd. De vijf betrokken vogels waren ieder langer dan vijf etmalen aanwezig. Het tijdstip van de zoekacties doet er dan dus weinig meer toe. Voor de zoekacties houdt dit in dat gemiddeld steeds 100% van de grote vogels nog aanwezig was.

Bij de correctiefactor voor de afgezochte oppervlakte bij draaiende windturbines werd de afstand tot de windturbines waarop nog kleine vogels zouden kunnen worden aangetroffen, op 50 m gesteld. Deze afstand werd gebaseerd op het feit dat (1) (incidentele) vondsten van kleine vogels tot nu toe niet buiten de 50 m afstand werden gedaan, en (2) in het onderzoek bij het windpark te Urk, waar tot op 60 m afstand intensief naar kleine vogels werd gezocht, de maximale vindafstand 40 m bedroeg (Winkelman 1988a). Bij grote vogels werd de afstand op 75 m gesteld, omdat de meeste buiten de 50 m gevonden vogels met een doodsoorzaak die min of meer zeker door de windturbines werd veroorzaakt, binnen 75 m werden aangetroffen.

4.6.4 Resultaten berekeningen

De resultaten van de onder 4.6.3 genoemde berekeningen zijn samengevat in tabel 5 en 6. Uit tabel 5 blijkt dat de Sep-proefwindcentrale tot nu toe per seizoen enkele tot enkele tientallen slachtoffers heeft geëist. De totale aantallen voor het gehele windpark (alle typen obstakels te zamen)

bedragen voor de vier voorjaren te zamen voor zowel zekere en zeer waarschijnlijke, als voor zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijke gevallen 54 (48-168) grote vogels (tussen haakjes het theoretische minimum en maximum op grond van de 95%-betrouwbaarheidsintervallen). Voor de drie betrokken herfstseizoenen liggen deze waarden voor kleine en grote vogels te zamen in totaal op 53 (33-153) zekere en zeer waarschijnlijke slachtoffers of 107 (62-293) zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijke slachtoffers. Voor de periode 1986 tot en met voorjaar 1989 komt dit in totaal neer op circa 100 tot maximaal 460 aanvaringslachtoffers in herfst en voorjaar.

Per windturbine komt dit bij (overwegend) stilstaande windturbines in het voorjaar (alleen grote vogels) neer op 0,02 (0,01-0,06) en in de herfst (grote en kleine vogels) op 0-0,01 (0-0,02) slachtoffers per dag (tabel 6) (zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijke gevallen). Tussen voorjaar en herfst lijkt er bij (overwegend) stilstaande windturbines nauwelijks van verschil sprake, maar mogelijk liggen de aantallen per windturbine in de herfst iets lager. In de herfst liggen de aantallen kleine en grote slachtoffers te zamen bij draaiende windturbines op 0,04 (0,03-0,11) zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijke slachtoffers per windturbine per dag. Dit is tot vier keer hoger dan bij (overwegend) stilstaande windturbines over dezelfde herfst het geval is (vgl. tabel 6). Het ligt echter op hetzelfde niveau als dat bij geheel stilstaande windturbines in de overeenkomstige periode (14 oktober - 3 november 1988: 0,04 (0,02-0,08)). Wel werden alle zekere en zeer waarschijnlijke slachtoffers (alle grote vogels) in die periode onder draaiende windturbines gevonden, terwijl de mogelijke (meest kleine vogels) vooral onder stilstaande windturbines werden aangetroffen (vgl. tabel 5 en 6). Mogelijk eisen draaiende windturbines dus toch meer slachtoffers dan stilstaande.

5 DISCUSSIE EN CONCLUSIES

5.1 Soorten en doodsoorzaken

Over de betekenis van de soortensamenstelling van de gevonden slachtoffers te Oosterbierum kan in verband met de kleine aantallen weinig worden gezegd. Opvallend zijn mogelijk de relatief grote aantallen (kok)meeuwen die slachtoffer werden. Dit was ook het geval bij het slachtofferonderzoek in het windpark nabij Urk (Winkelman 1989). De (kok)meeuw behoort echter wel tot een van de meest voorkomende soorten in het gebied in en rond beide windparken. Ook het relatief hoge aandeel zangvogels (17%), die veel moeilijker zijn te vinden dan grote, ten dele ook opvallend gekleurde vogels, valt op. Ook in Urk was dit het geval (16% zangvogels). Zowel in Urk als in Oosterbierum kwam het juist bij de zangvogels voor dat slechts veerhopen werden gevonden. Dit kan zowel op secundaire predatie wijzen als op het uit elkaar worden geslagen tijdens de aanvaring met een wiek. Opmerkelijk in het slachtofferonderzoek was voorts het grote aantal vogels waarvan de doodsoorzaak niet of niet met zekerheid kon worden vastgesteld. Ook in het op overeenkomstige wijze uitgevoerde onderzoek bij het windpark te Urk bleek dit het geval.

5.2 Berekeningswijze

De bij het onderhavige onderzoek aangehouden correctiefactoren in verband met verminderde vindkansen (predatie, zoekefficiëntie, zoekfrequentie, afgezochte oppervlakte) zijn niet uitzonderlijk. Buurma & Smit (1975) namen op grond van predatie in de herfst een correctiefactor aan van 1,4 bij dagelijks zoeken. Koops (1986) hanteerde in verband met vermeende predatie en een niet-optimale zoekefficiëntie een correctiefactor van 1,1 - 4,0, afhankelijk van de grootte van de vogels. Byrne (in Pacific Gas and Electric Company 1985) werkt op grond van predatie en zoekefficiëntie en wekelijkse zoekronden met een correctiefactor van 7,6. Scott et al. (1972) berekenden een factor 6,7 en Hoerschelmann et al. (1988) een factor 6,2, in beide gevallen op grond van aangetoonde predatie en wekelijkse zoekronden. Winkelman (1989) komt, afhankelijk van de grootte van de vogels, in de herfst voor predatie en zoekefficiëntie en bijna dagelijkse intensieve zoekronden uit op gemiddelde correctiefactoren van 1,8 tot 7,7. Voor alleen predatie en zoekefficiëntie bedroegen deze 1,2 en 2,7. In winter en voorjaar liggen deze voor predatie en zoekefficiëntie te

zamen voor kleine vogels gemiddeld op 8 en voor grote vogels op 1,8. In het Oosterbierum-onderzoek bedroegen de correctiefactoren voor predatie en zoekefficiëntie in de herfst, afhankelijk van de grootte van de vogels, 1,1-4,9 (1,0-8,4). In het voorjaar lagen deze voor grote vogels op 1,1 (1,0-4,8) (vgl. bijlage 10).

Over zoekefficiënties zijn maar weinig gegevens uit de literatuur bekend. Byrne (in Pacific Gas and Electric Company 1985) neemt een gemiddelde zoekefficiëntie van 0,75 (factor 1,3) aan. Voor kleine vogels in gras schat zij deze op 0,5 en op geasfalteerde ondergrond op 1,0. Winkelman (1989) berekende door middel van veldexperimenten in het windpark te Urk een zoekefficiëntie voor kleine vogels in de herfst van 0,73 (0,42-0,80) en in winter en voorjaar van 0,50 (0,28-0,74). Voor grote vogels in de herfst kwam zij tot een waarde van 1,00 (0,48-1,00), in winter en voorjaar tot een waarde van 0,67 (0,12-0,79). De gevonden waarden in het onderhavige onderzoek lijken derhalve voor kleine vogels in de herfst wat aan de lage kant (1987: 0,39 (0,18- 0,61), 1988: 0,52 (0,35-0,78). Dit lijkt mede te komen door de in de herfst vrij lastige zoekondergrond in vergelijking met die te Urk (vgl. ook 4.5.1). In het voorjaar lag de zoekefficiëntie voor grote vogels in Oosterbierum (0,89 (0,60-1,00)) op een zelfde niveau als in Urk. Opgemerkt dient te worden dat in de herfst te Urk en te Oosterbierum met dezelfde personen werd gezocht, en in voorjaar en winter met deels dezelfde mensen.

In hoeverre de verschillende correctiefactoren onafhankelijk van elkaar zijn, is niet bekend. Byrne (in Pacific Gas and Electric Company 1985) en Winkelman (1989) beschouwen deze als onafhankelijke grootheden. In hoeverre het weglaten van een correctiefactor voor 'emigratie' ((dodelijk) gewonde vogels die het zoekgebied verlaten) terecht is, is eveneens onbekend. Byrne schat deze op grond van onderzoek bij hoogspanningsleidingen op 0,25 (factor 4). Renssen (1977) komt tot 0,50 (factor 2). In beide gevallen betreft het echter een klein aantal waarnemingen. De mate van 'emigratie' hangt mede af van de maximale zoekafstand tot de windturbines. In Oosterbierum bedroeg deze 50 m (hoogte windturbines 50 m). In Urk (Winkelman 1989) werd 60 m aangehouden (hoogte windturbines 42,5 m). Byrne vond een maximale zoekafstand van 30 m bij een 107 m hoge windturbine voldoende.

In verband met bovengenoemde punten kon door middel van een berekening van de werkelijke aantallen slachtoffers slechts een indicatie worden gegeven van de mogelijke omvang van het aanvaringsprobleem. Ruime marges

in deze berekeningen blijken ondanks intensieve zoekacties en uitgebreide vindkansbepalingen niet te vermijden. De resultaten van het vogelonderzoek bij het windpark nabij Urk wezen hier ook reeds op (Winkelman 1989).

5.3 Slachtofferaantallen

5.3.1 Inleiding

Het probleem van aanvaringen van vogels met windturbines is relatief nieuw en nog maar weinig onderzocht. Over deze problematiek is derhalve nog maar weinig met zekerheid bekend. Over aanvaringen van vogels met andere obstakels dan windturbines is naar verhouding juist vrij veel geschreven. Botsingen van vogels met obstakels zijn bijvoorbeeld bekend van (verlichte) hoge zendmasten en gebouwen, vuurtorens, ceilometers, telefoon- en hoogspanningsleidingen, lichtschepen, ramen en verkeer (Weir 1976, Avery et al. 1980). De totale jaarlijks gedode aantallen lopen hierbij op tot in de vele miljoenen. Zo wordt het totale jaarlijkse aantal vogelslachtoffers in de USA bij (hoge) zendmasten op 1-1,25 miljoen vogels geschat, voor raamslachtoffers ligt dit aantal op 80 miljoen en voor verkeersslachtoffers op 57 miljoen (vgl. Avery et al. 1980). In Nederland liggen de schattingen voor hoogspanningsleidingen op 1 miljoen per jaar (Renssen 1977, Koops 1986) en voor verkeer in de relatief nog rustige jaren zeventig op meer dan 650 000 per jaar (Jonkers & De Vries 1977). Botsingen met obstakels lijken te ontstaan door (1) onzichtbaarheid, (2) misleiding (o.a. ramen) en (3) verwarring (licht) (Jaroslow 1979).

Over aanvaringen van vogels met andere obstakels dan windturbines is vooral veel bekend uit Noord-Amerika en relatief weinig uit Europa. In een nagenoeg compleet literatuuroverzicht uit 1980 (Avery et al. 1980) blijkt 76% van de ruim 1000 titels betrekking te hebben op Noord-Amerika en slechts 8% op Europa. In Noord-Amerika heeft maar liefst 55% betrekking op hoge zendmasten (>200 m) en andere hoge bouwwerken. De Europese literatuur heeft voornamelijk betrekking op hoogspanningsleidingen, vuurtorens en (lage) bouwwerken. De Amerikaanse literatuur is hoofdzakelijk gericht op de grote 'single-night kills', met enorme aantallen dode vogels (honderden tot duizenden of zelfs tienduizenden) die na één nacht bij een hoge zendmast of een ander hoog obstakel (> 150-200 m) worden gevonden. Bekende voorbeelden zijn het Empire State Building (300 m) en het Vrijheidsbeeld in New York, het Washington Monument (170 m) en het

Long Point Lighthouse (vgl. Avery et al. 1980). Ook het Vehicle Assembly Building van het J.F. Kennedy Space Center (160 m) (Taylor & Kershner 1986) is bekend. Berucht is de 300 m hoge zendmast in Eau Claire, Wisconsin. Hier deden zich in de herfst van 1957 drie rampnachten voor, met in totaal naar schatting meer dan 20 000 slachtoffers; in één nacht 'regende' het zelfs vogels (met in een uur tijd 300-500 stuks: Kemper 1958). Voorts werden hier na de twee nachten van 18/19 en 19/20 september 1963 10 000 dode vogels opgeraapt en werd het totale aantal voor die twee rampnachten in verband met predatie en zoekefficiëntie op 30 000 vogels geschat (Kemper 1964). Uit Europa zijn slechts twee gevallen van een rampnacht bekend, waarvan één redelijk is gedocumenteerd. Zo kostte de verlichte Eiffeltoren in Parijs (Frankrijk) eind september 1927 aan diverse vogels het leven (exacte aantallen niet bekend, maar de aantallen waren van dien aard dat het wel opviel) en veroorzaakte het Cultuur- en Wetenschapsgebouw (231 m) in Warschau (Polen) op 2 september 1957, toen de top van het gebouw in laaghangende bewolking stak, aan ongeveer 2200 vogels het leven, waarvan 96% bonte vliegenvangers bleken te zijn (Avery et al. 1980). Het is opmerkelijk dat lage torens en masten (< 100-150 m) slechts incidenteel aanvaringen laten zien en zelden rampnachten met grote 'kills' opleveren, die dan bovendien slechts maximaal enkele tientallen vogels per nacht tellen. In dit kader is het vermeldenswaard dat de 150 m hoge voorloper van de zendmast te Eau Claire nooit een rampnacht heeft gekend (Kemper 1958). Ook Karlsson (1977) vond in Zweden dat alleen zendmasten van meer dan 300 m hoogte grote aantallen slachtoffers veroorzaken (bij 34% vaak slachtoffers, bij 34% zelden, bij de rest nooit).

Het is jammer dat van de meeste gevallen slechts de rampnachten zijn gedocumenteerd en zelden geregelde, (bijna) dagelijkse tellingen voorhanden zijn. Waar deze er wel zijn (vgl. Crawford 1981, bij de 308 m hoge WCTV-toren in NW-Florida), blijkt dat vrijwel iedere nacht er wel een of enkele slachtoffers vielen (Crawford 1981: op 7% van in totaal 420 herfstnachten geen vogels gevonden) en massale sterfte tot de uitzonderingen behoorden. Over het algemeen treedt er een grote variatie in aantallen op van dag tot dag, van seizoen tot seizoen en van jaar tot jaar. Wel kan worden gesteld dat de meeste slachtoffers vallen in de herfst (augustus-november, met name in oktober) en het voorjaar (maart-mei). Bepaalde specifieke weerssituaties spelen hierbij een grote rol. Vooral zangvogels (in Europa vooral lijsters en spreeuwen) vallen als slachtoffer. Steltlopers lijken zowel hier als in Noord-Amerika veelal onder-

vertegenwoordigd. Overigens becijferde Mayfield (1967) dat de ruim 1 miljoen slachtoffers van hoge masten en gebouwen in de USA slechts 0,016% (1/6000 deel) van de totale jaarlijkse sterfte vertegenwoordigen. Bio-toopvernietiging ziet hij als een veel bedreigender factor.

Omdat tot nu toe weinig onderzoek naar het aanvaringsgevaar voor vogels bij windturbines is verricht, kon slechts een bescheiden vergelijking met resultaten uit andere (gepubliceerde) windturbineonderzoeken worden gemaakt (5.2.2) en moest noodgedwongen een toevlucht worden genomen tot in de literatuur gevonden aantallen slachtoffers bij andere typen obstakels (5.2.3).

5.3.2 Aantalsvergelijking Oosterbierum met andere windturbines

In bijlage 12 zijn van alle bekende, reeds gepubliceerde windturbine- en windparkonderzoeken betreffende vogelaanvaringen de gevonden aantallen vogels opgenomen. In deze bijlage valt op dat de gevonden aantallen over het algemeen klein zijn en door slechte documentatie of een weinig systematische onderzoekopzet nauwelijks herleidbaar zijn tot aantallen die kunnen worden vergeleken met die uit het Oosterbierum-onderzoek. Het beste vergelijkingsmateriaal komt uit het onderzoek bij het windpark te Urk, waar bij iets kleinere windturbines (ashoogte 30 m, rotordiameter 25 m) dan in Oosterbierum, deels in dezelfde perioden en deels ook door dezelfde mensen naar slachtoffers werd gezocht (herfst 1988 dezelfde, voorjaar 1988 en 1989 deels verschillende personen). Vergeleken met het windpark te Urk vielen er in de herfst van 1988 bij draaiende windturbines in Oosterbierum gemiddeld twee tot vier keer minder slachtoffers per windturbine. Dit komt neer op vier tot zes keer minder slachtoffers per kilometer windpark (noord/zuid-richting)(vgl. tabel 6). Met een kilometer windpark wordt hier bedoeld een rij windturbines over een lengte van 1 km. In Urk staan daarop acht windturbines, in Oosterbierum vijf. Vergelijken wij de volledige herfstperiode van 1988, waarin te Urk het gehele park continu operationeel was en te Oosterbierum het windpark enkele weken voor een deel draaide en daarbuiten vele dagen zelfs geheel stilstond, dan blijken er in Oosterbierum per windturbine zeven tot tien keer minder slachtoffers per turbine en tien tot 16 keer minder slachtoffers per kilometer windpark te zijn gevallen (noord/zuidrichting).

In de overige gevallen waarop tot op zekere hoogte vergelijking mogelijk was (operationele windturbines, zekere doodsoorzaken, eventueel correctie gevonden aantallen op grond van vindkansproeven), liggen de aan-

tallen op een vergelijkbaar of een iets hoger niveau dan die uit de operationele situatie van Oosterbierum uit de herfst van 1988 (gevonden 0,01 per windturbine/dag, geschat 0,02-0,04) of liggen deze iets lager. Zo troffen zowel Byrne (1983) en Pacific Gas and Electric Company (1985), beiden bij dezelfde grote windturbine, als Rogers et al. (1977) op een andere locatie met een grote windturbine, 0,02 slachtoffers per windturbine per dag aan. Daar waar sprake is van beduidend kleinere aantallen slachtoffers betreffen het vaak veel kleinere windturbines en/of heeft geen of weinig correctie voor lage vindkansen en lage zoekfrequentie plaatsgevonden.

5.3.3 Aantalsvergelijking Oosterbierum met overige obstakeltypen

In bijlage 13 zijn van vier verschillende typen obstakels (zendmasten, vuurtorens, hoogspanningsleidingen, verkeer) de gemiddelde aantallen slachtoffers per dag per kilometer of per obstakel weergegeven voor in NW-Europa verzamelde gegevens. Vergelijken wij de bij Oosterbierum gevonden waarden (tabel 6) met bijlage 13, dan valt op dat het windpark bij Oosterbierum in de herfstsituatie met diverse operationele windturbines aanzienlijk minder slachtoffers eiste dan bij vuurtorens (deels zonder extra verlichting) in risicogebieden (vogelrijke kuststreken) het geval is, beduidend minder dan bij de meeste hoogspanningsleidingen in vogelrijke gebieden, ruwweg een vergelijkbaar aantal als bij veel verkeerswegen in de jaren zeventig, mogelijk iets lager dan bij veel van de huidige snelwegen en iets meer dan zendmasten (in dit geval over het algemeen in minder risicovolle gebieden). Een vergelijking is echter moeilijk, omdat de gewenste onderzoeksituatie te Oosterbierum (nagenoeg volledig operationeel windpark) in de onderzoekperioden nauwelijks voorkwam. Voorts kunnen de vergelijkingen slechts zeer globaal van aard zijn. Immers, vogelrijkdom, biotoop, aanwezigheid van tuidraden en/of obstakelverlichting, verschillen in zichtbaarheid, onderzoekinspanning, tijds-spanne en/of jaargetijde van onderzoek zijn in bijlage 12 en 13 steeds verschillend en maken de gegevens daardoor niet goed vergelijkbaar. Wel kan de orde van grootte, zoals boven werd gedaan, worden aangegeven.

5.4 Interpretatie

Zoals reeds in 5.2 is aangegeven, zijn ten tijde van het zoeken naar dode vogels rond de obstakels begeleidente vindkansproeven noodzakelijk om tot verantwoorde uitspraken over het werkelijke aantal aanvaringslachtoffers

te komen. Deze vindkansproeven zijn locatie-afhankelijk en kunnen van seizoen tot seizoen en van jaar tot jaar verschillen. Zij zouden dan ook bij ieder onderzoek en in ieder seizoen moeten worden herhaald om tot een optimale interpretatie van de vondstgegevens te komen.

Het onderhavige slachtofferonderzoek geeft geen antwoord op de vraag welk deel van de ('s nachts of bij slecht zicht) passerende vogels tegen een windturbine is gebotst. Hiervoor zijn gegevens nodig over het aanbod aan vogels op windturbinehoogte. Deze gegevens werden in Oosterbierum wel verzameld (vgl. 1). De bewerking hiervan is echter nog in volle gang, zodat hiermee nog geen vergelijkingen kunnen worden gemaakt.

5.5 Conclusies

In de Sep-proefwindcentrale blijkt geregeld sprake te zijn van een of enkele aanvaringsslachtoffers per nacht. Rampnachten, met grote aantallen door aanvaring met de windturbines omgekomen vogels, zijn tot nu toe uitgebleven. Dit stemt overeen met wat uit de vogelaanvaringsliteratuur kan worden geconcludeerd aangaande aanvaringsrisico's voor vogels bij lage obstakels met een maximum hoogte van 50 tot 60 m (vgl. 5.3.1).

De voor de herfstsituatie met deels operationeel windpark aangetroffen en berekende aantallen slachtoffers lijken vergelijkbaar met de aantallen die langs veel verkeerswegen kunnen worden verwacht, liggen beduidend lager dan bij de meeste hoogspanningsleidingen in vogelrijke gebieden het geval is (beide per strekkende kilometer) en aanzienlijk lager dan bij vuurtorens (meestal zonder extra verlichting) in vogelrijke kuststreken.

Voor definitieve uitspraken over de werkelijke aantallen vogelaanvaringsslachtoffers is echter slachtofferonderzoek in herfst- en voorjaars-situaties met een volledig operationeel windpark noodzakelijk. Tot op heden (winter 1989/1990) heeft deze situatie zich in de Sep-proefwindcentrale nog niet voorgedaan. Wil men ook in de operationele situatie tot verantwoorde uitspraken over de aantallen aanvaringsslachtoffers bij dit windpark komen, dan dient opnieuw begeleidend onderzoek naar de vindkansen bij het slachtofferonderzoek plaats te vinden.

DANKWOORD

Veel personen en instanties waren betrokken bij de uitvoering van het slachtofferonderzoek in de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum. Hiervan wil ik de volgende personen/organisaties in het bijzonder noemen (alfabetische volgorde):

- Centraal Diergeneeskundig Instituut (Lelystad) voor het vaststellen van de doodsoorzaak van in het windpark gevonden dode vogels.
- nv tot Keuring van Electrotechnische Materialen (KEMA), Arnhem, met name Drs F.B.J. Koops voor zijn betrokkenheid bij de opzet, de organisatie en het verloop van het vogelonderzoek.
- Klankbordgroep Vogelonderzoek Proefwindcentrale Oosterbierum: Ir A. Bleijenberg (Centrum voor Energiebesparing en Schone Technologie, Delft), A.J. Binsbergen (Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Directie Natuur, Milieu en Faunabeheer, 's-Gravenhage; vanaf 1988), Dr G.C. Boere (Staatsbosbeheer, Utrecht; tot 1988), Drs L.S. Buurma (Koninklijke Luchtmacht, Luchtmachtstaf, afdeling Bedrijfsveiligheid, 's-Gravenhage), J. Jukema (Bond van Friese Vogelbeschermingswachten, Fryske Gea en Friese Milieuraad, Oosterbierum), Drs F.B.J. Koops (nv tot Keuring van Electrotechnische Materialen, Arnhem), Drs F. Lubbers (nv Samenwerkende electriciteits-productiebedrijven, Arnhem), Drs E.R. Osieck (Vogelbescherming, Zeist), U. Rijpma (Bond van Friese Vogelbeschermingswachten, Fryske Gea en Friese Milieuraad, Roptazijl), Drs J. Schotsman (Provinciale Planologische Dienst Friesland, Leeuwarden), Dr A.L. Spaans (Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem).
- Personeel windpark Oosterbierum (Sep en Holec), met name F. Mier, G. van Drimmelen en H. van der Meulen voor hulp bij de uitvoering van het veldwerk en G. Jensma voor de talloze koppen koffie met koek.
- Sep (Arnhem) voor het verstrekken van de opdracht en de hulp bij de organisatie van het onderzoek, met name Drs F. Lubbers en Ir P. Toussaint.
- Technische Dienst RIN, Arnhem, met name W.A. Lubbers en B. Jacobs, voor logistieke steun.
- Vogelwacht Franeker en Omstreken (Bond van Friese Vogelbeschermingswachten) voor alle inzet bij het uitvoeren van de zoekacties naar dode vogels gedurende een of meer seizoenen, met name D. Postma (Sxebierum),

D. Hollenga (Franeker), D. Stienstra (Sexbierum) en J. de Vries (Franeker).

Voorts komt veel dank toe aan H. Buesink (student, 1987), J. Schoppers (stagiaire, 1987), R.L. Vogel (arbeidscontractant, 1984-1988) en P. van der Wielen (stagiaire, 1988), die in de herfst aan zoekacties en vindkansproeven deelnamen; Drs E.R. Osieck en Drs A.A.N. de Wit, die als vrijwilliger bij de zoekacties hielpen; Drs E.R. Osieck eveneens voor zijn adviezen; Drs J. Hoekstra (RIN) voor statistische adviezen aangaande de opzet van de vindkansproeven; Prof. Dr D.J. Kuenen voor zijn adviezen; Dr A.L. Spaans (RIN), projectleider.

LITERATUUR

- Andersen-Harild, P. & D. Bloch 1973. En forelobig undersogelse over fugle draebt mod elledninger. Dansk ornitologisk Forenings Tidsskrift 67: 15-23.
- Anonymus [1988]. California Energy Commission informational workshop on wind turbine effects on avian activity and habitat use, workshop summary. Notitie, Electric Power Research Institute, Ca.
- Avery, M.L., P.F. Springer & N.S. Dailey 1980. Avian mortality at manmade structures: an annotated bibliography (revised). U.S. Fish and Wildlife Service, Biological Services Program, National Power Plant Team, FWS/OBS-8054, Michigan.
- Bergmann, H-H. 1974. Zur Phänologie und Ökologie des Strassentods der Vögel. Vogelwelt 95: 1-21.
- Berkhuizen, J.C. 1987. Vogelschade door windturbines niet aangetoond. Duurzame Energie 2 (april): 43-45.
- Brouwer, G.A. 1929. Overzicht van de vogels aangevlogen tegen den vuurtoren "Het Westhoofd" op Goeree gedurende de jaren 1924 t/m 1928. Ardea 18: 140-161.
- Buurma, L.S. & C.J. Smit 1975. Vogels en hoogspanningsleidingen op de Maasvlakte. Rapport, Provinciale Planologische Dienst in Zuid-Holland, 's-Gravenhage.
- Byrne, S. 1983. Bird movements and collision mortality at a large horizontal axis wind turbine. Cal-Neva Wildlife 1983: 76-83.
- Crawford, R.L. 1981. Weather, migration and autumn bird kills at a north Florida TV tower. Wilson Bulletin 93: 189-195.
- Davidson, R. 1988. Bird death figures shake windplant operators. Wind-power Monthly News Magazine 4(6): 16.
- Hansen, L. 1954. Birds killed at light in Denmark 1886-1939. Videnskabelige Meddelelser fra dansk naturhistorisk Forening København 116: 269-368.
- Hansen, L. 1982. Trafikdraebte dyr i Danmark. Dansk ornitologisk Forenings Tidsskrift 76: 97-110.
- Heijnis, R. 1976. Vogels onderweg. Rapport, Heijnis, Koog aan de Zaan.
- Hoerschelmann, H., A. Haack & F. Wohlgemuth 1988. Verluste und Verhalten von Vögeln an einer 380-kV-Freileitung. Ökologie der Vögel 10: 85-103.
- Jaroslow, B.N. 1979. A review of factors involved in bird-tower kills,

- and mitigative procedures. ANL-papers, Mitigation symposium, Fort Collins (July 16-20), p. 469-473.
- Jonkers, D.A. & G.W. de Vries 1977. Verkeersslachtoffers onder de fauna. Rapport, Nederlandse Vereniging tot Bescherming van Vogels, Zeist.
- Karlsson, J. 1977. Fågelkollisioner med master och andra byggnadsverk. Anser 16: 203-216.
- Karlsson, J. 1983. Fåglar och vindkraft. Teknisk rapport 1977-1982. Naemden for Energiproduktionsforskning, Stockholm.
- Kemper, C.A. 1958. Bird destruction at a TV tower. Audubon Magazine 60: 270-271, 290-293.
- Kemper, C.A. 1964. A tower for TV, 30.000 dead birds. Audubon Magazine 66: 89-90.
- Koops, F.B.J. 1986. Draadslachtoffers in Nederland en effecten van markering. Rapport 01282-MOB 86-3048, KEMA, Arnhem.
- Mayfield, H. 1967. Shed few tears. Audubon Magazine 69: 61-65.
- Mehlum, F. 1977. Innsamling av fyrfalne trekkfugler fra Faerder Fyr of noen betraktninger om årsakene til fyggekollisjoner met lysende installasjoner. Fauna 30: 191-194.
- Møller, N.W. & E. Poulsen 1984. Vindmøller og fugle. Rapport, Vildtbiologisk Station, Kalø.
- Ornis Consult 1989. Konsekvenser for fuglelivet ved etableringen af mindre vindmøller. Rapport, Ornis Consult, Kopenhagen.
- Pacific Gas and Electric Company 1985. Mod-2 wind turbine field experience in Solano County, California. EPRI-rapport 1996-3/AP-4239, Pacific Gas and Electric Company, San Ramon, Ca.
- Renssen, T.A. 1977. Vogels onder hoogspanning. Reeks 10, Stichting Natuur en Milieu, 's-Graveland.
- Robson, A. 1983. Environmental aspects of large-scale wind-power systems in the UK. IEE-Proceedings 130: 620-625.
- Rogers, S.E., B.W. Carnaby, C.W. Rodman, P.A. Sticknel & D.A. Tolle 1977. Environmental studies related to the operation of WECS, Final Report. Batelle, Ohio.
- Rohlf, F.J. & R.R. Sokal 1969. Statistical Tables. Freeman, San Francisco.
- Scott, R.E., L.J. Roberts & C.J. Cadbury 1972. Bird deaths from power lines at Dungeness. British Birds 65: 273-286.
- Swelm, N. van 1988. Vogels en de multiwindturbine op de Maasvlakte. Onderzoek naar slachtoffers, vogelbewegingen en vogelgedrag. Rapport,

- Provincie Zuid-Holland, Dienst Ruimte en Groen, 's-Gravenhage.
- Taylor, W.K. & M.A. Kershner 1986. Migrant birds killed at the Vehicle Assembly Building (VAB), John F. Kennedy Space Center. *Journal of Field Ornithology* 57: 142-154.
- Timmerman, A. Sr & Jr 1969. Overzicht draadslachtoffers Lopik Radio. *Levende Natuur* 72: 188-191.
- Weir, R.D. 1976. Annotated bibliography of bird kills at man-made obstacles: a review of the state of the art and solutions. Report, Canadian Wildlife Service, Ontario Region, Ottawa.
- Winkelman, J.E. 1984. Vogelhinder door middelgrote windturbines. Een verkennend onderzoek naar vlieggedrag, slachtoffers en verstoring. RIN-rapport 84/7, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.
- Winkelman, J.E. 1987. Voortgangsverslag vogelkundig onderzoek proefwindcentrale Oosterbierum (Fr.) - winter 1985/86 en voorjaar 1986. Intern Rapport 87/4, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.
- Winkelman, J.E. 1988a. Methodologische aspecten vogelonderzoek Sep-proefwindcentrale Oosterbierum (Fr.). Deel 1: onderzoekopzet, nachtstudies en slachtofferonderzoek, voorjaar 1984-herfst 1987. RIN-rapport 88/46, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.
- Winkelman, J.E. 1988b. Voortgangsverslag vogelkundig onderzoek proefwindcentrale Oosterbierum (Fr.): broedvogels, pleisterende vogels en slachtoffers, najaar 1986-voorjaar 1987. Intern Rapport 88/46, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.
- Winkelman, J.E. 1988c. Voortgangsverslag vogelkundig onderzoek proefwindcentrale Oosterbierum (Fr.): broedvogels, pleisterende vogels en slachtoffers, najaar 1987-voorjaar 1988. Intern Rapport 88/79, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.
- Winkelman, J.E. 1989. Vogels en het windpark nabij Urk (NOP): aanvaringslachtoffers en verstoring van pleisterende eenden, ganzen en zwanen. RIN-rapport 89/15, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.

SAMENVATTING

Sinds het voorjaar van 1984 wordt door het Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem, onderzoek gedaan naar de mogelijk negatieve effecten van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. (fig. 1-6). In dit onderzoek wordt aandacht besteed aan zowel verstoring van vogels door de windturbines, als aan aanvaringen van vogels met de windturbines. Bij het aanvaringsaspect wordt intensief naar dode vogels gezocht en worden vindkansen en aanvaringskansen bestudeerd.

In het onderhavige rapport wordt ingegaan op het slachtoffer- en vindkansonderzoek in de periode waarin in het park windmeetmasten, masten van windturbines of stilstaande windturbines aanwezig waren of waarin een deel van het park operationeel was (1986-1989) (bijlage 1 en 2, tabel 1). Slachtofferonderzoek in bouwfase en half-operationele situaties vond plaats om (1) later de resultaten uit een volledig operationeel park beter te kunnen interpreteren, en (2) vroegtijdig ervaring op te doen met de uitvoering van dergelijk onderzoek.

Het slachtofferonderzoek beperkte zich tot de herfst en het voorjaar. In het voorjaar werd vooral naar grote vogels gezocht, in de herfst ook naar kleine. De maximumafstand tot een obstakel waarop nog systematisch naar dode vogels werd gezocht, bedroeg bij een windmeetmast in 1986 en voorjaar 1987 50 m, daarna 25 m. Bij masten van windturbines bedroeg deze 25 m, rond stilstaande en operationele windturbines 50 m. Het zoeken gebeurde bij voorkeur vroeg op de dag. In de herfst werden op zoveel mogelijk dagen zoekacties uitgevoerd rond een aantal obstakels (bijlage 3-6). In het voorjaar werd meestal een tot twee keer per week gezocht. Van de gevonden vogels werd de doodsoorzaak vastgesteld door het Centraal Diergeneeskundig Instituut, Lelystad. Bij de vindkansproeven werd in het veld de zoek efficiëntie bepaald door kadavers van vogels uit te leggen, waarna vastgesteld werd welk deel door de zoekers werd gevonden (kleine vogels in 1987 39% gevonden, in 1988 52%; grote vogels 89% (gegevens 1987 en 1988 gecombineerd)). Daarnaast werden in het veld experimenten uitgevoerd ter bepaling van het aandeel dode vogels dat voortijdig door aaseterij verdwijnt (bijlage 9).

In de bij het onderzoek betrokken vier voorjaren en drie herfsten werden in totaal 35 dode vogels gevonden (tabel 2, bijlage 7 en 8). Hier van bleek 28% zeker of zeer waarschijnlijk door botsing met een obstakel

uit het windpark gedood, 11% betrof mogelijke aanvaringsslachtoffers, 9% stierf door andere oorzaken en van 51% bleef de doodsoorzaak onbekend (acht vogels echter niet voor nader onderzoek verzameld, tabel 3). Op grond van predatie, zoekefficiëntie, afgezochte oppervlakte en zoekfrequentie werden correctiefactoren (met 95%-betrouwbaarheidsintervallen) opgesteld (tabel 4, bijlage 9-11). Het aantal gevonden slachtoffers werd hiermee gecorrigeerd. De zo berekende totale aantallen slachtoffers bedragen voor de vier voorjaarsseizoenen te zamen 54 (minimaal 48, maximaal 168) grote vogels voor zowel zekere en zeer waarschijnlijke, als zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijke slachtoffers. Voor de drie herfstseizoenen liggen deze waarden voor kleine en grote vogels te zamen in totaal op 53 (33-153) zekere en zeer waarschijnlijke en op 107 (62-293) zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijk slachtoffers. Van 1986 tot en met voorjaar 1989 moet derhalve in ieder geval rekening worden gehouden met circa 100 tot ruim 450 vogelslachtoffers in het windpark. Per windturbine komt dit bij (overwegend) stilstaande windturbines in het voorjaar neer op gemiddeld 0,02 (0,01-0,06) grote vogels per dag en in de herfst op gemiddeld 0-0,01 (0-0,02) grote en kleine vogels te zamen. Bij draaiende windturbines liggen de aantallen kleine en grote slachtoffers per dag in de herfst te zamen op 0,02-0,04 (0,01-0,11). Dit is tot vier keer hoger dan bij (overwegend) stilstaande windturbines over de gehele herfst het geval is (tabel 5 en 6), maar even hoog als bij volledig stilstaande windturbines in dezelfde, beperktere periode (14 oktober - 3 november 1988).

De resultaten van het meeste slachtofferonderzoek bij windturbines elders stemmen redelijk overeen met die in Oosterbierum. Wel liggen de gevonden aantallen in zowel het stilstaande als in het deels operationele windpark te Oosterbierum ruim beneden die welke voor het volledig operationele windpark te Urk in dezelfde periode en deels door dezelfde zoekers werden vastgesteld (tabel 6, bijlage 12). Uit vergelijking met in de literatuur gevonden aantallen aanvaringsslachtoffers bij andere obstakels dan windturbines volgt dat het windpark te Oosterbierum tot nu toe aanzienlijk minder slachtoffers eiste dan bij (deels onverlichte) vuurtorens in vogelrijke kuststreken, beduidend minder dan bij hoogspanningsleidingen in vogelrijke gebieden, ruwweg overeenkomstig met veel verkeerswegen in de jaren zeventig en een mogelijk iets kleiner aantal dan bij veel van de huidige verkeerswegen kan worden verwacht (bijlage 13). Of dit ook het geval is bij een volledig operationele proefwindcentrale zal nader onderzoek moeten uitwijzen.

SUMMARY

Bird collision victims in the experimental wind park near Oosterbierum (Fr.), during building and partly operative situations (1986-1989).

In spring 1984, the Research Institute for Nature Management (Arnhem) started a field study on the impact of the experimental wind park near Oosterbierum (province of Friesland, northern part of The Netherlands) on birds. The wind park consists of 18 wind turbines (300 KW HAT, three rotor blades, tower height 35 m, rotor diameter 30 m), seven meteorological towers, and three cluster/control buildings, situated on 55 ha of arable land, 3-4 km off the Waddensea (fig. 1-6). Aspects studied include disturbance of breeding, resting, and migrating birds, behaviour of birds approaching the wind turbines during day and night, and birds victims due to collision with the wind turbines and meteorological towers.

Due to a delay in the construction of the wind park, up to now only situations during the building phase and a partly operative wind park (1986-1989) could be studied (see also app. 1, 2). This report deals with the numbers of birds collided with the obstacles in the wind park in that period (spring 1986-1989, autumn 1986-1988). Numbers of bird collisions were studied by searches for dead birds in the wind park, in combination with autopsy of the birds, field studies on scavenger activities, and search efficiency of the observers. Searches around some of the obstacles were made once or twice a week in the spring, and on most weekdays in the autumn (table 1, app. 3-6). Scavenger activity was determined in autumn by determining the survival time of carcasses of day-old chickens and wild birds in the wind park (app. 9). Carcasses were placed independently from each other and at random, in the afternoon or early evening. Search efficiency was determined by scattering marked carcasses of birds for the people searching for dead birds. Of small carcasses 39% (1987) and 52% (1988) were found, of large carcasses 89% (1987 and 1988 combined). Searches of dead birds appeared to be very time-consuming. Searching an area with a radius of 50 m around one wind turbine took about 45 minutes.

During the study 35 dead birds (14 species) were found, of which six were certainly killed as a result from a collision with a wind turbine, four were very probably so, and four possibly so. Of 18 birds the cause of death was unknown (but eight birds not collected for autopsy), and

three birds died from other causes (tab. 2, 3, app. 7, 8). Most dead birds (including real collision victims) were found in the first autumn during which the wind park was partly operative. Dead birds near meteorological towers were predominantly found in the period without (towers of) wind turbines.

The total numbers of bird collision victims were estimated by the formula $N\text{-estimated} = (N_a - N_b) / (P * Z * O * D)$, in which N_a = numbers of birds found, N_b = numbers of birds not collided, P = scavenger activity (proportion of birds not predated), Z = search efficiency (proportion of birds not overlooked), O = proportion of area looked for, D = proportion of days with searches. The values for P , Z , O , and D are given in appendix 10, in which P is adjusted to the time of the day on which most searches were done (app. 11). The total correction factors ($P * Z * O * D$) are given in table 4. The estimated numbers of collision victims are given in table 5. For the entire period the estimated numbers of bird victims in the wind park averaged at 107 (81-321, 95% confidence limits) certainly and very probably, and 161 (110-461) certainly, very probably, and possibly killed birds. In table 6 the average numbers (with 95%-confidence limits) of bird collision victims per day per windturbine and per kilometre wind park (perpendicular to the main direction of nocturnal migration) are given. Mean numbers of estimated victims per wind turbine per day agree with those from the scarce literature concerning bird collision and wind turbines (app. 12), with the exception of the study in the fully operative wind park near Urk (app. 12, tab. 6), where two to four times more collisions took place compared to the operative wind turbines in Oosterbierum at the same time. The Oosterbierum figures are less than those found near (unlighted) lighthouses in risky situations (lots of birds around), and comparable to the numbers found near towers in areas with low risks. Mean numbers per kilometre wind park per day are comparable to or a little bit lower than the numbers of birds killed by traffic per kilometre highway, and are far less than the numbers of victims per kilometre power line in risky situations (app. 13).

To be sure about the real effects of the Oosterbierum wind park on birds, the numbers of bird collision victims (searches for dead birds, in combination with autopsy, scavenger and search efficiency tests) should also be studied in at least one spring and autumn with the entire wind park in full operation.

Tabel 1. Samenvatting totale zoekinspanning per type obstakel in herfst (1986-1988) en voorjaar (1986-1989). WMM = windmeetmast, MT = mast van turbine (zonder gondel en rotor), ST = (overwegend) stilstaande windturbines, OT = operationele windturbines, Z = aantal dagen met zoekacties, WD = aantal obstakeldagen (totale aantal keren dat er een obstakel werd afgezocht), met tussen haakjes het percentage van het maximale aantal obstakeldagen.

Seizoen	WMM		MT		ST		OT	
	Z	WD	Z	WD	Z	WD	Z	WD
Voorjaar	100	182 (8%)	33	101 (7%)	51	191 (7%)	-	-
Herfst	158	403 (21%)	69	282 (31%)	97	418 (18%)	18	117 (100%)

Tabel 2. In de periode voorjaar 1986 - voorjaar 1989 in het windpark gevonden vogelsoorten, met tussen haakjes het aantal gevonden vogels per soort.

Bergeend (1)	*Kokmeeuw (16)	Koperwiek (1)
Wintertaling (1)	Stormmeeuw (1)	*Spreeuw (3)
Wilde eend (2)	Zilvermeeuw (2)	Putter (1)
*Meerkoet (1)	Meeuw spec. (2)	
*Scholekster (1)	Kauw (1)	
Kievit (1)	Zanglijster (1)	

* minimaal één vogel zeker gedood door aanvaring met windturbine of windmeetmast

Tabel 3. Zekerheid waarmee de gevonden vogels, ingedeeld naar vogelgroep, door de windturbines werden gedood (gegevens van alle onderzoekseizoenen gecombineerd).

Categorie	Eenden, meerkoet	Meeuwen	Steltlopers	Zangvogels	Kraaien	Totaal N (%)
Zeker	1	2	1	2		6 (17)
Zeer waarschijnlijk	2	2				4 (11)
Mogelijk		2		2		4 (11)
Onbekend	2	12	1	2	1	18 (51)
Niet		3				3 (9)
Totaal N (%)	5 (14)	21 (60)	2 (6)	6 (17)	1 (3)	35 (100)

Tabel 4. De per seizoen en per obstakeltype gehanteerde correctiefactoren (P*Z*O*D, met tussen haakjes P*Z*O*D op grond van de 95%-betrouwbaarheidsintervallen) (vgl. bijlage 10). Voorjaar alleen grote vogels, herfst kleine en grote vogels. WMM = windmeetmasten, MT = masten van windturbines, (S)T = overwegend stilstaande windturbines, ST = stilstaande windturbines, OT = operationele windturbines.

Grote vogels	WMM	MT	(S)T
Voorjaar 1986	7,7 (7,1- 24,8)	-	-
Voorjaar 1987	14,0 (12,5- 43,4)	16,1 (14,3-49,6)	-
Voorjaar 1988	22,5 (20,0- 69,4)	-	22,5 (20,0-69,4)
Voorjaar 1989	56,2 (50,0-173,6)	-	31,9 (28,4-98,6)

Grote vogels	WMM	MT	(S)T
Herfst 1986	4,3 (3,9-13,4)	2,8 (2,5- 8,7)	-
Herfst 1987	5,4 (4,8-16,5)	18,7 (16,7-57,9)	4,9 (4,3-15,1)
Herfst 1988	10,2 (9,1-31,6)	-	23,2 (20,7-71,7)(b)

Grote vogels	ST	OT
Herfst 1986	-	-
Herfst 1987	-	-
Herfst 1988	8,0 (7,1-24,8)(c)	2,6 (2,3-7,9)(c)

Kleine vogels	WMM	MT	(S)T
Herfst 1986	19,0 (9,6-57,8)	12,3 (6,2- 37,5)	-
Herfst 1987	18,2 (9,1-48,1)	63,8 (31,8-168,4)	16,6 (8,3-43,9)
Herfst 1988	19,4 (11,7-37,1)	-	19,4 (11,7-37,1)(b)

Kleine vogels	ST	OT
Herfst 1986	-	-
Herfst 1987	-	-
Herfst 1988	15,3 (9,2-29,2)(c)	2,1 (1,3- 4,1)(c)

(a), (b), (c) vgl. bijlage 10.

Tabel 5. Berekende aantal werkelijke grote en kleine aanvaringsslachtoffers per obstakeltype respectievelijk in het gehele windpark in de verschillende onderzoekseizoenen (tussen haakjes berekende aantallen op grond van de 95%-betrouwbaarheidsintervallen, vgl. bijlage 10). A = aantal zekere en zeer waarschijnlijke slachtoffers, B = aantal zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijke slachtoffers, WMM = windmeetmast, MT = mast van windturbine, (S)T = overwegend stilstaande windturbines, ST = stilstaande windturbines, OT = operationele windturbines.

Voorjaar grote vogels	1986 A	1987 A	1988 A	1989 A
WMM	0	0	0	0
MT	-	0	-	-
(S)T	-	-	22,5 (10,0-69,4)	31,9 (28,4-98,6)
ST	-	-	-	-
OT	-	-	-	-
Windpark	0	0	22,5 (10,0-69,4)	31,9 (28,4-98,6)

Voorjaar grote vogels	1986 B	1987 B	1988 B	1989 B
WMM	0	0	0	0
MT	-	0	-	-
(S)T	-	-	22,5 (10,0-69,4)	31,9 (28,4-98,6)
ST	-	-	-	-
OT	-	-	-	-
Windpark	0	0	22,5 (10,0-69,4)	31,9 (28,4-98,6)

Herfst grote vogels	1986 A	1987 A	1988 A
WMM	0	0	0
MT	0	0	-
(S)T	-	0	0
ST	-	-	0
OT	-	-	5,2 (4,6-15,8)
Windpark	0	0	5,2 (4,6-15,8)

Herfst grote vogels	1986 B	1987 B	1988 B
WMM	0	0	0
MT	0	0	-
(S)T	-	0	0
ST	-	-	0
OT	-	-	10,4 (9,2-31,6)
Windpark	0	0	10,4 (9,2-31,6)

Herfst kleine vogels	1986 A	1987 A	1988 A
WMM	19,0 (9,6-57,8)	18,2 (9,1-48,1)	0
MT	0	0	-
(S)T	-	0	0
ST	-	-	0
OT	-	-	0
Windpark	19,0 (9,6-57,8)	18,2 (9,1-48,1)	0

Herfst kleine vogels	1986 B	1987 B	1988 B
WMM	19,0 (9,6-57,8)	18,2 (9,1-48,1)	0
MT	0	0	-
(S)T	-	0	0
ST	-	-	15,3 (9,2-29,2)
OT	-	-	2,1 (1,3- 4,1)
Windpark	19,0 (9,6-57,8)	18,2 (9,1-48,1)	17,4 (10,5-33,3)

Tabel 6. Berekende (vgl. tabel 5) aantal zekere en zeer waarschijnlijke (A) en zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijke aanvaringsslachtoffers (B) per dag per windturbine en per kilometer windpark (noord/zuid-richting; vijf windturbines per km) in de Sep-proefwindcentrale (grote en kleine vogels te zamen; tussen haakjes de waarden op grond van de 95%-betrouwbaarheidsintervallen). Eveneens zijn opgenomen de overeenkomstige gegevens uit het windpark te Urk in de herfst van 1988 (Winkelman 1989). ST = stilstaande, (S)T = overwegend stilstaande, (O)T = deels operationele, en OT = operationele windturbines, * periode 14 oktober - 3 november.

Voorjaar 1988, ST	A	B
Windturbine/dag	0,02 (0,01-0,06)	0,02 (0,01-0,06)
Kilometer/dag	0,10 (0,04-0,31)	0,10 (0,04-0,31)

Voorjaar 1989, (S)T	A	B
Windturbine/dag	0,02 (0,02-0,06)	0,02 (0,02-0,06)
Kilometer/dag	0,10 (0,09-0,30)	0,10 (0,09-0,30)

Herfst 1987, ST	A	B
Windturbine/dag	0	0
Kilometer/dag	0	0

Herfst 1988, ST*	A	B
Windturbine/dag	0	0,04 (0,02-0,08)
Kilometer/dag	0	0,20 (0,12-0,39)

Herfst 1988, (O)T	A	B
Windturbine/dag	0	0
Kilometer/dag	0	0

Herfst 1988, OT*	A	B
Windturbine/dag	0,02 (0,01 -0,05)	0,04 (0,03-0,11)
Kilometer/dag	0,08 (0,07 -0,24)	0,19 (0,16-0,55)

Herfst 1988, ST + (O)T	A	B
Windturbine/dag	0	0,01 (0,01-0,02)
Kilometer/dag	0	0,06 (0,04-0,12)

Herfst 1988, alles	A	B
Windturbine/dag	0,004(0,004-0,01)	0,02 (0,02-0,05)
Kilometer/dag	0,02 (0,02 -0,06)	0,11 (0,08-0,26)

URK (kleine en grote vogels te zamen)

Herfst 1988, OT	A	B
Windturbine/dag	0,04 (0,03-0,14)	0,14 (0,11-0,45)
Kilometer/dag	0,31 (0,24-1,19)	1,13 (0,90-3,71)

Bijlage 1. Datums waarop windturbinemasten (nummer van mast) werden opgericht.

04.08.1986 - 15.08.1986: 11, 21, 31, 13
01.09.1986 - 11.09.1986: 23, 33, 35, 36
30.10.1986 : 38
31.10.1986 : 25, 26, 37
17.11.1986 - 16.12.1986: 27, 28
05.01.1987 - 26.01.1986: 15, 16, 17, 18

Bijlage 2. Datums waarop gondel en wieken op turbinemast (nummers mast) werden geplaatst.

Eind mei 1987	: 31
Eind mei - 14.09.1987:	11, 21, 13, 23, 25, 33, 35
15.09.1987	: 15
16.09.1987	: 16, 26
01.10.1987	: 37, 38
02.10.1987	: 27
13.10.1987	: 17, 28
09.11.1987	: 18, 36

Bijlage 3. Totaal aantal bij de zoekacties betrokken windmeetmasten, turbinemasten en windturbines, het aantal bezoeken aan het windpark per week en het aantal afgezochte obstakels per zoekdag in de zeven onderzoekperioden. Zie voor exacte datums perioden bijlage 4.

Periode	Aantal en type afgezochte obstakels	Aantal bezoeken per week	Aantal masten/turbines per bezoekdag
Voorjaar 1986	7 windmeetmasten	1-5	1-5
Herfst 1986	7 windmeetmasten	1-7	1-6
	12 turbinemasten	1-7	3-12
Voorjaar 1987	5 windmeetmasten	1-4	1-3
	9 turbinemasten	1-4	1-6
Herfst 1987	5 windmeetmasten	1-7	1-4
	10 windturbines	1-7	1-10
Voorjaar 1988	3 windmeetmasten	1-3	1-2
	6 windturbines	1-3	2-5
Herfst 1988	3 windmeetmasten	1-7	1-3
	13 windturbines	1-7	2-10
Voorjaar 1989	1 windmeetmast	1-2	1
	11 windturbines	1-4	3-8

Bijlage 4. Samenvatting zoekinspanning in de onderzoekseizoenen 1986-1989. T = totaal aantal dagen per periode, Z = aantal dagen met zoekacties, MD = maximaal aantal mast- of turbinedagen (totaal aantal masten of turbines * aantal dagen in betreffende periode), WD = werkelijke aantal mast- of turbinedagen (totale aantal keren dat er een mast of turbine in betreffende periode is afgezocht).

Periode	Obstakels aanwezig	T	Z	MD	WD
<u>Voorjaar 1986</u>					
28.02-09.06.1986	zeven windmeetmasten	102	37	714	99
<u>Herfst 1986</u>					
15.08-18.12.1986	zeven windmeetmasten	126	63	882	229
15.08-14.11.1986	4-12 turbinemasten 1)	92	57	685	272
<u>Voorjaar 1987</u>					
26.03-17.06.1987	zeven windmeetmasten	84	32	588	49
26.03-17.06.1987	18 turbinemasten	84	33	1512	101
<u>Herfst 1987</u>					
14.09-02.12.1987	zeven windmeetmasten	80	56	560	118
18.09-13.10.1987	2-7 turbinemasten 2)	57	12	227	13
15.09-02.12.1987	9-18 stilstaande windturbines 2)	80	59	1213	282
<u>Voorjaar 1988</u>					
21.03-16.05.1988	zeven windmeetmasten	57	17	399	20
15.03-16.05.1988	18 overwegend stilstaande windturbines	63	19	1134	53
<u>Herfst 1988</u>					
09.09-17.11.1988	zeven windmeetmasten	70	39	490	56
09.09-13.10.1988) 18 windturbines 3)	49	26	882	100
04.11-17.11.1988					
14.10-03.11.1988	3-9 operationele windturbines 4)	18	5) 18	117	117
14.10-03.11.1988	9-15 stilstaande windturbines 4)	21	12	261	36
<u>Voorjaar 1989</u>					
21.03-12.06.1989	zeven windmeetmasten	84	14	588	14
14.03-12.06.1989	18 windturbines 3)	91	32	1638	138

1) vgl. bijlage 1, 2) vgl. bijlage 2, 3) geen onderscheid in stilstaande en draaiende windturbines, grootste deel meestal stilstaand, 4) vgl. bijlage 5b, 5) drie nachten zonder wind (gehele windpark stilstaand)

Bijlage 5a. Resultaten slachtoffertellingen rond drie windmeetmasten en rond de tijdelijke meetopstelling van de KEMA in de periode 9 september - 17 november 1988. Zoekafstand tot windmeetmasten 25 m. t = zoektijdstip, s = aantal gevonden dode vogels. KEMA-masten aanwezig tot en met 20 oktober 1988.

Zoektijdstip

- 1: zonsopgang tot drie uur erna
- 2: drie uur na zonsopgang tot 12.00 uur
- 3: 12.00 uur tot twee uur voor zonsondergang
- 4: twee uur voor zonsondergang tot zonsondergang

Datum	Windmeetmastnummer						KEMA-masten	
	2		5		6		t	s
	t	s	t	s	t	s		
09.09.1988					2	0		
16.09.1988					1	0		
21.09.1988					1	0	1	0
22.09.1988					1	0	1	0
27.09.1988					1	0	1	0
28.09.1988					1	0	1	0
29.09.1988			4	0				
30.09.1988			2	0				
05.10.1988					1	0	1	0
06.10.1988					1	0	1	0
09.10.1988			4	0				
10.10.1988			1	0				
14.10.1988					3	0	3	0
15.10.1988	3	0						
16.10.1988	2	0	4	0				
17.10.1988	2	0	2	0				
18.10.1988	3	0			2	0	2	0
19.10.1988	3	0			2	0	1	0
20.10.1988	1	0			2	0	2	0
21.10.1988	1	0			3	0		
22.10.1988	1	0			2	0		
23.10.1988	2	0						
24.10.1988					1	0		
25.10.1988	1	0			2	0		
26.10.1988	1	0			1	0		
27.10.1988	2	0	4	0	2	0		
28.10.1988	1	0	1	0	1	0		
29.10.1988	3	0			1	0		
30.10.1988	3	0			1	0		
31.10.1988	4	0			1	0		
01.11.1988					4	0		
02.11.1988					1	0		
03.11.1988	1	0						
06.11.1988			4	0				
07.11.1988	3	0	2	0				
08.11.1988	1	0						
09.11.1988	1	0						
16.11.1988	1	0						
17.11.1988					2	0		

Bijlage 5b. Resultaten slachtoffertellingen rond 13 windturbines in de periode 9 september - 17 november 1988. Zoekafstand tot windturbines 50 m. t = zoektijdstip (vgl. bijlage 5a) (tussen haakjes: windturbine in nacht voorafgaande aan zoekactie niet operationeel, in overige gevallen draaiend), s = aantal gevonden dode vogels.

Datum	Windturbinennummer													
	11		13		15		16		21		23		25	
	t	s	t	s	t	s	t	s	t	s	t	s	t	s
09.09.1988											2	0		
16.09.1988											1	0		
21.09.1988											1	0		
22.09.1988											(1)	0		
24.09.1988					(4)	0	(4)	0						
25.09.1988					(1)	0	(1)	0						
27.09.1988					4	0	(4)	0			(1)	0		
28.09.1988					1	0	(1)	0			(1)	0		
29.09.1988	(4)	0			1/4	0	(1/4)	0	(4)	0				
30.09.1988	(1)	0			(1)	0	(1)	0	1	0				
03.10.1988					(2)	0	(2)	0						
05.10.1988											1	0		
06.10.1988											1	0		
07.10.1988					(1)	0	(1)	0						
08.10.1988					(2)	0	(2)	0						
09.10.1988	(4)	0							(4)	0				
10.10.1988	(1)	0			(4)	0	(4)	0	(1)	0				
11.10.1988					(2)	0	(2)	0						
12.10.1988					1	0	(1)	0						
13.10.1988					1	0	(1)	0						
14.10.1988									1	0	1	0		
15.10.1988			3	1					3	0	3	0		
16.10.1988	(4)	0	2	0	(1)	0	(1)	0	2/4	0	2	0		
17.10.1988	(1)	0	2	0	(4)	0	(4)	0	1	1	1	1		
18.10.1988			3	0					1	1	1	0	1	1
19.10.1988*			3	0					1	0	1	0		
20.10.1988			1	0					1	0	1	0		
21.10.1988			1	0							1	0		
22.10.1988**			1	0					1	0	1	0		
23.10.1988***			(2)	0							(2)	0		
24.10.1988***					(4)	0	(4)	0	(1)	0	(1)	1		
25.10.1988			1	0					1	0	1	0	3	0
26.10.1988			1	0					1	0	1	0	(2)	0
27.10.1988	(4)	0	1	0					1/4	0	1	0	(1)	1
28.10.1988	(1)	0	2	0					1	0	1	0	(1)	0
29.10.1988									2	0	3	0		
30.10.1988			3	0					3	0	2	0		
31.10.1988			4	0					3	1	3	0		
01.11.1988			4	0	(1)	0	(1)	0	3	0	3	0		
02.11.1988			1	0	(1)	0	(1)	0	1	0	1	0		
03.11.1988****			(1)	0	(1)	1	(1)	0	(1)	0	(1)	0		
06.11.1988	(4)	0							(4)	0				
07.11.1988*****	(2)	0	(3)	0	(1)	0	(1)	0	(2/3)	0	(3)	0		
08.11.1988			1	0	4	0	(1)	0	1	0	1	0		
09.11.1988			1	0							1	0		
16.11.1988			(1)	0					(1)	0	1	0		
17.11.1988			1	0	(1)	0	1	0	2	0	1	0		

Vervolg bijlage 5b.

Datum	Windturbinenummer											
	31		33		35		36		37		38	
	t	s	t	s	t	s	t	s	t	s	t	s
09.09.1988	1	0					1	0				
16.09.1988	1	0					1	0				
21.09.1988	1	0					1	0				
22.09.1988	(1)	0					(1)	0				
24.09.1988												
25.09.1988												
27.09.1988	(1)	0					1	0				
28.09.1988	(1)	0					1	0				
29.09.1988												
30.09.1988												
03.10.1988												
05.10.1988	1	0					1	0				
06.10.1988	1	0					1	0				
07.10.1988												
08.10.1988												
09.10.1988												
10.10.1988												
11.10.1988												
12.10.1988												
13.10.1988												
14.10.1988	1	0	3	0	3	0	3	0				
15.10.1988									3	0		
16.10.1988									3	0		
17.10.1988					1	0	3	0	2	0	2	0
18.10.1988							2	0	2	0	2	0
19.10.1988*			1	0			1	0	2	0	2	0
20.10.1988	1	0					2	0	2	0	2	0
21.10.1988							2	0	3	1	3	0
22.10.1988**							1	0	2	0	2	0
23.10.1988***									(2)	0		
24.10.1988***			(1)	0			(1)	0	(2)	0	(2)	0
25.10.1988			1	0	2	0	2	0	1	1	1	0
26.10.1988			2	0	2	0	1	1	1	0	1	0
27.10.1988			2	0	2	0	2	0	2	0		
28.10.1988			3	0	1	0	1	0	1	0	1	0
29.10.1988	2	0			1	0	1	0	1	0	1	0
30.10.1988	1	0			(1)	0	1	0			1	0
31.10.1988	2	2			(1)	0	1	0				
01.11.1988	3	0			3	0					2	0
02.11.1988	1	0			1	0					2	0
03.11.1988****	(1)	0			(1)	0					(2)	0
06.11.1988	(1)	0										
07.11.1988****	(3)	0			(4)	0					(4)	0
08.11.1988	1	0			2	0					2	0
09.11.1988	1	0			1	0					1	0
16.11.1988	1	0			(1)	0					(2)	0
17.11.1988	1	0			2	0					2	0

* gewonde vogel in park (vgl. nr 22 in bijlage 7 en 8), ** deel nacht ervoor onvoldoende wind, *** gehele nacht ervoor onvoldoende wind, dichte mist, **** gehele nacht ervoor onvoldoende wind

Bijlage 6. Resultaten slachtoffertellingen rond elf overwegend stilstaande windturbines en een windmeetmast (WMM) in de periode 14 maart - 12 juni 1989. Zoekafstand tot windturbines 50 m, tot windmeetmasten 25 m. t = zoektijdstip (vgl. bijlage 5a), s = aantal gevonden dode vogels.

Datum	Windturbinennummer										WMM						
	15		16		21		23		25			26		31		5	
	t	s	t	s	t	s	t	s	t	s		t	s	t	s	t	s
21.03.1989	3	0	3	0					3	0	3	0					
23.03.1989					3	0	3	1*					3	0		3	0
24.03.1989	3	0	3	0					3	0	3	0					
30.03.1989					3	0	3	0					3	0		3	0
31.03.1989					2	0	2	0					2	0		2	0
01.04.1989	2	0	2	0					2	0	2	0					
04.04.1989	3	0	3	0					3	0	3	0					
06.04.1989					3	0	3	0					3	0		3	0
07.04.1989					2	0	2	0					2	0		2	0
08.04.1989	1	0	1	0					2	0	2	0					
12.04.1989	3	0	3	0					3	0	3	0					
13.04.1989					3	0	3	0					3	0		3	0
14.04.1989					1	0	1	0					1	0		1	0
17.04.1989	3	0	3	0					3	0	3	0					
21.04.1989	4	0	4	0	3	0	3	0	4	0	4	0	3	0		3	0
22.04.1989					2	0	2	0					2	0		2	0
24.04.1989	3	0	3	0					3	0	3	0					
27.04.1989	1	0	1	0	3	0	3	0	1	0	1	0	3	0		3	0
28.04.1989					2	0	2	0					2	0		2	0
04.05.1989	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0		3	0
05.05.1989					1	0	1	0					1	0		1	0
09.05.1989	3	0	3	0					3	0	3	0					
11.05.1989	3	0	3	0					3	0	3	1**					
12.05.1989					3	0	3	0					3	0		3	0
21.05.1989	3	0	3	0					3	0	3	0					
24.05.1989	2	0	2	0					2	0	2	0					
28.05.1989	3	0	3	0					3	0	3	0					
02.06.1989	4	0	4	0					4	0	4	0					
06.06.1989	3	0	3	0					3	0	3	0					
12.06.1989	3	0	3	0					3	0	3	0					

* kokmeeuw, vrouw subadult (nr 32 in bijlage 7 en 8), ** bergeend, vrouw adult (nr 33 in bijlage 7 en 8)

Datum	Windturbinennummer							
	28		36		37		38	
	t	s	t	s	t	s	t	s
14.03.1989	1	0	1	0	1	0	1	0
20.03.1989	3	0	3	0	3	0	3	0
30.03.1989	2	0	2	0	2	0	2	0
04.04.1989	2	0	2	0	2	0	2	0
13.04.1989	3	0	3	0	3	0	3	0

Bijlage 7. Overzicht gevonden dode vogels in de zeven onderzoekseizoenen, alsmede incidentele vondsten. WMM = windmeetmast, MT = mast van windturbine (zonder gondel en wieken), ST = windturbine, in nacht voorafgaande aan vondst stilstaand, OT = windturbine, in nacht voorafgaande aan vondst operationeel, WT = windturbine, werking in nacht voorafgaande aan vondst onbekend of niet van toepassing (kadaver niet vers), +: zeker door windmeetmast of (mast) windturbine, +?: zeer waarschijnlijk door windmeetmast of (mast) windturbine, niet bewezen door nader onderzoek, (?): mogelijk door windmeetmast of (mast) windturbine, niet bewezen door nader onderzoek, ?: onbekend, ongeschikt voor nader onderzoek, ??: onbekend, niet verzameld, -: niet door windmeetmast of (mast) windturbine.

Datum	Soort, sexe, leeftijd	Plaats, afstand	Bijzon- derheden*	Doods- oorzaak
<u>Voorjaar 1986</u>				
21.03.1986	meeuw spec.	WMM B, ?	(1)	??
26.03.1986	meeuw spec.	WMM D, ?	(2)	??
12.05.1986	kokmeeuw, adult	WMM B, 100 m	(3)	?
<u>Herfst 1986</u>				
30.08.1986	spreeuw, man adult	WMM B, 6 m NNW	(4)	+
17.09.1986	kokmeeuw, adult	MT 33, 7 m ZW	(5)	??
04.11.1986	kokmeeuw, eerstejaars	WMM E, 1 m	(6)	??
18.12.1986	kokmeeuw, eerstejaars	WMM G, 52 m NNO	(7)	?
<u>Voorjaar 1987</u>				
30.03.1987	zilvermeeuw, onvolwassen	WMM B, 60 m	(8)	?
02.04.1987	stormmeeuw	MT 31, 25 m Z	(9)	-
06.04.1987	wilde eend, adult	MT 35, 10 m	(10)	??
29.04.1987	kokmeeuw	MT 38, 20 m	(11)	??
18.05.1987	scholekster, adult	WMM B, 60 m	(12)	+
19.05.1987	wilde eend, vrouw adult	MT 35, 10 m	(13)	??
27.05.1987	kokmeeuw	MT 36, 51 m	(14)	??
<u>Herfst 1987</u>				
13.10.1987	spreeuw, vrouw adult	WMM A, 11 m NO	(15)	+
<u>Voorjaar 1988</u>				
05.04.1988	meerkoet, adult	WT 13, 20 m W	(16)	+
<u>Herfst 1988</u>				
15.10.1988	kievit	WT 13, 17 m ZO	(17)	?
17.10.1988	zanglijster	OT 21, 45 m WNW	(18)	(?)
17.10.1988	kokmeeuw, adult	OT 23, 80 m ZZW	(19)	+
18.10.1988	kokmeeuw, vrouw adult	OT 21, 60 m Z	(20)	-
18.10.1988	kokmeeuw	OT 25, 30 m NNO	(21)	(?)
19.10.1988	kokmeeuw	?	(22)	(?)
21.10.1988	wintertaling	OT 37, 35 m NO	(23)	+?
24.10.1988	kauw	WT 23, 8 m Z	(24)	?
25.10.1988	putter	WT 37, 10 m W	(25)	?
26.10.1988	kokmeeuw, adult	WT 36, 75 m NO	(26)	?
27.10.1988	koperwiek	ST 25, 42 m ZO	(27)	(?)
29.10.1988	kokmeeuw, adult	WT 21, 20 m ZO	(28)	?
29.10.1988	kokmeeuw, adult	OT 31, 15 m WZW	(29)	+?

29.10.1988	spreeuw	WT 31, 40 m NO	(30)	?
03.11.1988	kokmeeuw, adult	ST 15, 40 m NO	(31)	-

Voorjaar 1989

23.03.1989	kokmeeuw, vrouw subadult	WT 23, 40 m N	(32)	+
11.05.1989	bergeend, vrouw adult	WT 26, 70 m N	(33)	+?

Toevallige vondsten in winter 1986/1987, 1987/1988 en 1988/1989**

08.12.1988	zilvermeeuw, adult	OT 21, 30 m ZO	(34)	+?
26.01.1989	kokmeeuw, adult	WT 15, 110 m WZW	(35)	?

* vgl. bijlage 8, ** respectievelijk zeven, negen en zeven bezoeken

Bijlage 8. Bijzonderheden en uitslagen onderzoek CDI van in de Sep-proef-windcentrale te Oosterbierum gevonden dode of gewonde vogels (vgl. bijlage 7).

- (1) Skelet met vleugels van meeuw, niet verzameld.
- (2) Vleugel van meeuw, niet verzameld.
- (3) Zonder kop, niet vers, in staat van ontbinding. Niet geschikt voor nader onderzoek.
- (4) Vers, onder tuidraad, in slagpenruï (buitenste drie grote slag-pennen voor driekwart volgroeid).
CDI: gestorven ten gevolge van inwendige verbloedingen, conditie normaal.
- (5) Niet vers, borst aangevreten, niet verzameld.
- (6) Compleet, vrij vers, niet verzameld.
- (7) Compleet, niet vers.
CDI: ongeschikt voor onderzoek.
- (8) Compleet, niet vers.
CDI: ongeschikt voor onderzoek.
- (9) Compleet, vers.
CDI: geen trauma.
- (10) Compleet, niet verzameld.
- (11) Compleet, niet verzameld.
- (12) Compleet, vers.
CDI: trauma.
- (13) Compleet, niet verzameld.
- (14) Compleet, niet verzameld.
- (15) Compleet, geen rui.
CDI: inwendige verbloedingen.
- (16) Vrij vers (minder dan een week dood), klein gat in buik met uit-puilende darmen (aangevreten?).
CDI: verpletterd door uitwendig geweld, conditie normaal.
- (17) Skelet met een vleugel en veerresten, geheel vergaan.
- (18) Verse veerresten.
- (19) Compleet, vers, geen rui.
CDI: gestorven ten gevolge van trauma aan de linkervleugel na mechanisch geweld.
- (20) Compleet, vers, geen rui.
CDI: gestorven ten gevolge van een worminfectie (*Cyathostoma lari*) van de neusholten, conditie extreem mager.
- (21) Verse veerresten (diverse slagpennen en veel lichaamsveren) in sloot.
- (22) Nog levend, gewond aan vleugelboeg, oksel en zijborst (alle be-bloed). Vliegt slecht (lichte hangvleugel), maar laat zich niet vangen. Wordt door windparkpersoneel bijgevoerd. Loopt nog ruim twee weken in windpark rond en is daarna verdwenen.
- (23) Verse resten. Deel lichaam met kop en een vleugel, veel lichaams-veren en plas bloed op 35 m NO van windturbine; voorts hoopjes lichaamsveren op 20 en 10 m ZO en de tweede, scherp afgesneden vleugel op 30 m ZO van resten lichaam.
- (24) Deel skelet en deel vleugel onder plank nabij windturbine.
- (25) Niet vers, in ontbinding, deel bovenkop ontbrekend.
- (26) Toevallige vondst, niet vers (hooguit een week oud), in sloot.
CDI: ongeschikt voor nader onderzoek, conditie extreem mager.
- (27) Verse veerresten, veren dicht verspreid over oppervlakte met door-snee van 60 cm.
- (28) Compleet, niet vers, in ontbinding, minstens een maand dood.

- (29) Vers, met stuk vlees uit borst geslagen (scherpe snede) en gebroken nek, linkervleugel en linkerpoot. In slagpenrui (buitenste twee slagpennen oud, de derde van buitenaf voor een kwart volgroeid, overige pennen nieuw). Het uitgeslagen deel van de borst lag vlak naast het lichaam, op 50 cm afstand lag een hoop lichaamsveren en aan NNW-, W- en Z-zijde van het lichaam lag het tot op 30 m bezaaid met lichaamsveren.
CDI: de doodsoorzaak was door de staat waarin de vogel verkeerde, niet meer vast te stellen. Inwendig werden wel bloedstolsels geconstateerd.
- (30) Niet vers (minstens een week oud), skelet borstkas met twee vleugels en veerresten, aangevreten.
- (31) Compleet, vers, geen rui.
CDI: gestorven door uitputting ten gevolge van een combinatie van kropcapillariasis (wormen) en een trematodeninfectie in de darm.
- (32) Compleet, vers.
CDI: gestorven door inwendige verbloeding na mechanisch geweld, conditie normaal.
- (33) Vers, compleet, in sloot.
CDI: waarschijnlijk overleden aan inwendige verbloeding na mechanisch geweld, conditie normaal.
- (34) Vers, niet compleet. Lichaam met daaraan kop, een vleugel en een poot op 30 m ZO van windturbine. De tweede vleugel was op 3 cm afstand van het aanhechtingspunt aan het lichaam scherp 'afgehakt' en lag op 39 m ZO van de windturbine. Op 06.12.1988 's ochtends vroeg voor het eerst door personeel Holec aangetroffen, na nacht met harde wind.
CDI: ongeschikt voor onderzoek.
- (35) Niet vers, nagenoeg compleet, in ontbinding. Vogel lag op buik met beide vleugels gespreid. In de linkervleugel ontbraken zeven grote slagpennen, die te zamen met een hoop lichaamsveren op 15 m van het lichaam langs een slootrand lagen.
CDI: ongeschikt voor onderzoek.

Bijlage 9. Verdwijnsnelheid in uren van onafhankelijk van elkaar in de Sep-proefwindcentrale in de namiddag/vroege avond uitgelegde kadavers van kleine vogels (eendagskuikens en wilde vogels).

Percentage verdwenen						

Seizoen	10	25	50	75	90	N

Herfst 1986*	5-7	13-15	17-20	64-69	102-139	50
Herfst 1987	8-12	16	33-39	?	?	43
Herfst 1988	8-29	36	78	114	?	16

* alleen eendagskuikens

Bijlage 10. Bij de berekeningen betrokken vondsten, alsmede correctie-waarden voor P (predatie), Z (zoekefficiëntie), O (aandeel afgezochte oppervlakte) en D (aandeel windmeetmast-, mast- of windturbinedagen; vgl. bijlage 4) in de zeven onderzoeksperioden. Kleine vogels alleen in de herfst, grote vogels in voorjaar en herfst. N1 = aantal zekere en zeer waarschijnlijke gevallen, N2 = aantal zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijke gevallen, T = totale aantallen gevonden vogels (N1, N2 en T alleen binnen systematisch afgezochte gebied, vgl. bijlage 7). Tussen haakjes 95%-betrouwbaarheidsintervallen.

	P	Z	O	D	N1	N2	T
<u>Voorjaar 1986 (grote vogels)</u>							
Windmeetmasten	1,00(0,48-1,00)*	0,89(0,60-1,00)**	1,00	0,14	0	0	2
<u>Herfst 1986 (grote vogels)</u>							
Windmeetmasten	1,00(0,48-1,00)*	0,89(0,60-1,00)**	1,00	0,26	0	0	1
Turbinemasten	1,00(0,48-1,00)*	0,89(0,60-1,00)**	1,00	0,40	0	0	1
<u>Herfst 1986 (kleine vogels)</u>							
Windmeetmasten	0,52(0,37-0,66)	0,39(0,18-0,61)**	1,00	0,26	1	1	1
Turbinemasten	0,52(0,37-0,66)	0,39(0,18-0,61)**	1,00	0,40	0	0	0
<u>Voorjaar 1987 (grote vogels)</u>							
Windmeetmasten	1,00(0,48-1,00)*	0,89(0,60-1,00)**	1,00	0,08	0	0	0
Turbinemasten	1,00(0,48-1,00)*	0,89(0,60-1,00)**	1,00	0,07	0	0	4
<u>Herfst 1987 (grote vogels)</u>							
Windmeetmasten	1,00(0,48-1,00)*	0,89(0,60-1,00)	1,00	0,21	0	0	0
Turbinemasten	1,00(0,48-1,00)*	0,89(0,60-1,00)	1,00	0,06	0	0	0
Stilstaande windturbines	1,00(0,48-1,00)*	0,89(0,60-1,00)	1,00	0,23	0	0	0
<u>Herfst 1987 (kleine vogels)</u>							
Windmeetmasten	0,67(0,55-0,86)	0,39(0,18-0,61)	1,00	0,21	1	1	1
Turbinemasten	0,67(0,55-0,86)	0,39(0,18-0,61)	1,00	0,06	0	0	0
Stilstaande windturbines	0,67(0,55-0,86)	0,39(0,18-0,61)	1,00	0,23	0	0	0
<u>Voorjaar 1988 (grote vogels)</u>							
Windmeetmasten (Stilstaande)	1,00(0,48-1,00)*	0,89(0,60-1,00)**	1,00	0,05	0	0	0
windturbines	1,00(0,48-1,00)*	0,89(0,60-1,00)**	1,00	0,05	1	1	1
<u>Herfst 1988 (grote vogels)</u>							
Windmeetmasten a)	1,00(0,48-1,00)*	0,89(0,60-1,00)**	1,00	0,11	0	0	0
Ten dele operatio- neel windpark b)	1,00(0,48-1,00)*	0,89(0,60-1,00)**	0,44	0,11	0	0	0
Stilstaande windturbines c)	1,00(0,48-1,00)*	0,89(0,60-1,00)**	1,00	0,14	0	0	
Operationele windturbines c)	1,00(0,48-1,00)	0,89(0,60-1,00)**	0,44	1,00	2	4	8***

Herfst 1988 (kleine vogels)

Windmeetmasten a)	0,90(0,70-1,00)	0,52(0,35-0,78)	1,00	0,11	0	0	0
Ten dele operatio- neel windpark b)	0,90(0,70-1,00)	0,52(0,35-0,78)	1,00	0,11	0	0	0
Stilstaande windturbines c)	0,90(0,70-1,00)	0,52(0,35-0,78)	1,00	0,14	0	1) 4
Operationele windturbines c)	0,90(0,70-1,00)	0,52(0,35-0,78)	1,00	1,00	0	1	

Voorjaar 1989 (grote vogels)

Windmeetmasten (Stilstaande)	1,00(0,48-1,00)*	0,89(0,60-1,00)**	1,00	0,02	0	0	0
windturbines	1,00(0,48-1,00)*	0,89(0,60-1,00)**	0,44	0,08	1	1	1

 * aanname op grond van gecombineerde resultaten herfst 1987 en 1988,
 ** aanname op grond van resultaten herfst 1987, *** inclusief de nog
 levende, gewonde vogel (nr 22 uit bijlage 7), a) 9.9-17.11.1988, b)
 9.9-13.10 en 4.11-17.11.1988, c) 14.10-3.11.1988

Bijlage 11. Verdeling van de tijdstippen (percentages) van de zoekacties naar dode vogels in het windpark, respectievelijk onder windmeetmasten (A) en (masten van) windturbines (B). 1 = van zonsopgang tot drie uur erna, 2 = van drie uur na zonsopgang tot 12.00 uur, 3 = van 12.00 uur tot twee uur voor zonsondergang, 4 = van twee uur voor zonsondergang tot zonsondergang, N = totaal aantal bezoeken.

A.	Voorjaar				Herfst		
	1986	1987	1988	1989	1986	1987	1988
Tijdstip							
1	5,5	4,1	5,0	14,3	14,4	21,7	48,2
2	29,7	18,4	25,0	28,6	45,4	25,0	25,0
3	48,4	46,9	65,0	57,1	27,5	29,1	14,3
4	16,5	30,6	5,0	0	12,7	24,2	12,5
N	91	49	20	14	229	120	56

B.	Voorjaar			Herfst		
	1987	1988	1989	1986	1987	1988
Tijdstip						
1	4,0	3,8	11,6	20,6	21,0	57,3
2	10,9	26,4	21,7	55,9	25,8	20,9
3	55,5	58,5	60,9	19,1	41,7	11,1
4	29,7	11,3	5,8	4,4	11,5	10,7
N	101	53	138	272	295	253

Bijlage 12. Overzicht van aantallen gerapporteerde dode vogels rond windturbines in de USA en in Europa
 (a) downwind rotor, (b) met obstakelverlichting, (c) zonder gondel of wieken; - geen vindkansproeven uitgevoerd, + wel
 (enige) vindkansproeven, ? onbekend; 1) turbine niet operationeel, wieken in stilstand horizontaal, waardoor totale hoogte
 30,5 m is; 2) totaal slechts 114 nachtelijke draaiuren; 3) alleen roofvogels; 36 gedood door elektrocutie bij aanraking
 elektrische leidingen; 4) in aanbouw; 5) deels niet operationeel; 6) twee bevestigingsluchttoeters;

USA

Bron	Plaats	Aantal	Hoogte mast (m)	Ø rotor (m)	Vermogen per turbine	Zoekperiode, frequentie	Vindkansproeven	Totaal aantal gevonden dode vogels (onder meteormast)
Rogers et al. 1977	Ohio	1 turbine (a) 1 meteormast	30,5	38	100 KW	half - eind mei 1975, dagelijks sept en okt 1975, 1976, dagelijks apr en mei 1977, dagelijks	- + +	1 (1) 0 2 (1)
Byrne 1983, Pacific Gas and Electric Company 1985	Californië (Cordelia)	1 turbine (b) 1 meteormast	61 107	91,5	2,5 MW	1 sept 1982 - 1 sept 1983, 1x per week; van 7 sept - 15 okt en 5 apr - 20 mei: 5x per week	+ +	5 (2) in herfst 2 (0) in zomet
Davidson 1988, Anonymus 1988	Californië (Altamont Pass, windpark)	7500 turbines bovengrondse elektrische leidingen	verschillend		40-250 KW	1985 - apr 1988, ?	?	99 3)

Europa

Bron	Plaats	Aantal	Hoogte mast (m)	Ø rotor (m)	Vermogen per turbine	Zoekperiode, frequentie	Vindkansproeven	Totaal aantal gevonden dode vogels (onder meteormast)
Karlsson 1983 (Zweden)	Nåsudden	1 turbine (c)	80	-	-	herfst 1981, ? 1982, ?	-	7 43 (op 1 octtend)
Robson 1983 (Engeland)	Maglarp	1 turbine 1 meteormast	80	80	3 MW	herfst 1981, ? 1982, ?	-	0 4 0 5)
Robson 1983 (Engeland)	Garmatthen Bay	1 turbine	?	24	200 KW	?, geregeld	?	0
Møller & Poulsen 1984 (Denemarken)	Koldby	1 turbine (a)	27	29,2	265 KW	feb - dec 1983 (niet jun, jul), 1-11 x per maand	-	0
	Nibe	2 turbines	45	40,0	630 KW	feb - dec 1983 (niet jun), 1-12 x per maand	+	0
	Nibe	1 turbine	32	30,8	300 KW	feb - dec 1983 (niet jun.), 1-12 x per maand	-	0
Vinkelman 1984 (Nederland)	6 kust- locaties	1-4 turbines	10-30	7-25	50-300 KW	4 okt - 4 nov 1983, 4 - 10 x	-	0
Berkhuizen 1987 (Nederland)	verspreid over 73 turbines gehele land	over 73 turbines	15-25	10-25	50-50 KW	mrt 1986 - mrt 1987, 3 x per week	-	5 6)
Van Swelem 1988 (Nederland)	Maasvlakte	1 multiturbine 1 meteormast	54	6x15	450 KW	15 sept - 15 okt 1987, dagelijks	+	0
Winkelman 1989 (Nederland)	Urk, windpark	25 turbines 1 meteormast	30	25	300 KW	10 okt - 4 nov 1988, 5 x per week dec 1986 - mei 1987 1-2 x per week nov 1988 - apr 1989 1-2 x per week	+	24 39
Ornis Consult 1989 (Denemarken)	6 locaties	13-35 turbines	?	?	55-99 KW	herfst ?, op 35 dagen	-	2

Bijlage 13. Literatuuroverzicht slachtoffertellingen bij zendmasten en vuurtorens (gemiddeld aantal/obstakel/dag) en hoogspanningsleidingen en verkeer (gemiddeld aantal/km/dag).

Bron	Locatie, bijzonderheden	Omgeving	Periode	aantal gevonden (\bar{x} /km/dag \bar{x} /obstakel/dag)	aantal geschat (\bar{x} /km/dag \bar{x} /obstakel/dag)
<u>ZENDMASTEN</u>					
Timmerman 1969	Lopik, Nederland 3 antennes van 84 m 4 antennes van 40 m 5 antennes van 25 m 2 antennes van 15 m	open agrarisch	1960-1967	0,04 (gehele park) 0,008 0,003 0,001 0,001	- - - -
Karlson 1977	Zweden < 100 m 100-299 m ≥ 300 m	gehele land	jaren	nooit slachtoffers zelden bij 25% masten, rest nooit zelden bij 34%, vaak bij 34%, rest nooit	
<u>VUURTORENS</u>					
Brouwer 1929	Goeree, Nederland	kust	1924-1928	0,80	-
Hansen 1954	49 locaties, Denemarken	kust	1887-1939	0,10	-
Mehlum 1977	Oslofjord, Noorwegen	kust	1-31 okt 1976	12,8	-
<u>HOOGSPANNINGSLEIDINGEN</u>					
Scott et al. 1972	Dungeness, Engeland	kust	zes jaren okt-nov jun-jul	0,22 0,52 0,06	1,27 2,60 0,30
Andersen-Harild & Bloch 1973	Denemarken	moeras en ondiep open water	3-22 okt	0,4	-
Buurma & Smit 1975	Maasvlakte, Nederland	kust	sept-15 nov 1974 10 okt-4 nov 1974	0,58-0,67 0,86±0,76 (s.d.)	0,81-0,94 ± 1,2
Heijnis 1976	Zaanstreek, Nederland	weidegebied, open polder	1971-1975	1,48	1,92
Renssen 1977	Muiden, 3 trajecten Flevocentrale, 3 trajecten Mastenbroek, 7 trajecten (Nederland)	open, agrarisch	okt 1972-dec 1973 76 dagen in herfst 1½ jaar	0,14-0,51 0,41-1,37 0,12-0,33	- - -
Koops 1986	52 locaties 4 locaties 24 locaties (Nederland)	gehele land stuw- en trekbanen weidegebieden	jaren jaren jaren	0,03-1,39 1,42±0,93 (s.d.) (0,57-2,74) 0,31±0,16 (s.d.) (0,04-0,69)	0,04-1,96 2,00 0,44
Hoerschelmann et al 1988	Hamburg, BRD	rivieroever en omgeving	herfst 1982, 1983 voorjaar 1983, 1984 gehele jaar	0,47 - -	≥1,45±0 ≥1,1
<u>VERKEER</u>					
Bergmann 1974	Hessen, BRD	bebouwing open veld overig maximaal	mrt 1969-feb 1973	0,01 0,02 0,04 0,05	- - - -
Jonkers & De Vries 1977	32 trajecten, Nederland	open landschap gehele land open, drukke weg	1 sept 1973- 1 jan 1979	0,06 0,003 0,08	- 0,012 -
Hansen 1982	Denemarken	hoofdwegen landwegen kleine wegen gehele land	mrt-okt (twee jaren)	0,36 0,20 0,08 0,13	- - - -

Bijlage 14. Latijnse namen van vogelsoorten genoemd in tekst, tabellen en bijlagen (alfabetische volgorde).

Bergeend *Tadorna tadorna*
Braamsluiper *Sylvia curruca*
Graspieper *Anthus pratensis*
Huiszwaluw *Delichon urbica*
Kauw *Corvus monedula*
Kievit *Vanellus vanellus*
Kneu *Carduelis cannabina*
Kokmeeuw *Larus ridibundus*
Koolmees *Parus major*
Koperwiek *Turdus iliacus*
Meerkoet *Fulica atra*
Putter *Carduelis carduelis*
Ringmus *Passer montanus*
Scholekster *Haematopus ostralegus*
Spreeuw *Sturnus vulgaris*
Stormmeeuw *Larus canus*
Wilde eend *Anas platyrhynchos*
Wintertaling *Anas crecca*
Witte kwikstaart *Motacilla alba*
Zilvermeeuw *Larus argentatus*
Zanglijster *Turdus philomelos*
Zwarte kraai *Corvus corone corone*

Headings of figures

Figure 1. Location of the study area with experimental wind park (hatched) near Oosterbierum, province of Friesland.

Figure 2. Map of the experimental wind park near Oosterbierum (wegen = roads, windmeetmast = meteorological tower, clustergebouw = cluster building, controlegebouw = control building). Total height of C and E 50 m, of A, B, D, F, and G 35 m.

Figure 3. Situation in November 1986, with towers of wind turbines 23-26 (27 and 28 not yet erected), and 35-38.

Figure 4 (at the right). Situation in August 1987, with wind turbines 21-25, and towers of wind turbines 26-28 (see fig. 2, app. 2).

Figure 5. Meteorological tower E, with total height of 50 m (see fig. 2).

Figure 6. Part of the wind park from the north-west (meteorological tower A (height 35 m), windturbines 11, 23, 25 and 35; see fig. 2), spring 1988.

Figure 7a,b. Black-headed Gull (number 29 in appendices 7 and 8), killed (not proved by autopsy) on 29 October 1988 as a result from collision with wind turbine number 31 (see fig. 2). Neck, left wing, and left leg were broken. Part of the breast was missing (sharp cut) and situated next to the body. Feathers were found up to 30 m distance of the body.

Headings of tables

Table 1. Summary of total searching efforts made for four different types of obstacles in the windpark near Oosterbierum in autumn (1986-1988) and spring (1986-1989). WMM = meteorological tower, MT = tower of wind turbine (without nacelle or rotor blades), ST = wind turbine (predominantly) not operating, OT = wind turbine in full operation; Z = numbers of days with searches for dead birds, WD = total numbers of visits made per obstacle (in parentheses percentages of the maximum numbers of possible visits); voorjaar = spring, herfst = autumn.

Table 2. Bird species (in parentheses numbers of birds) found dead in the wind park (all data combined, n=35). *: at least one bird certainly collided with a wind turbine of meteorological tower.

Table 3. Certainty of collision with a wind turbine for all birds found dead in the wind park (all data combined, n=35). Birds divided into species groups: eenden, meerkoet = ducks, Coot, meeuwen = gulls, steltlopers = waders, zangvogels = (small) passerines, kraaien = crows. Mortality caused by wind turbine: zeker = certainly, zeer waarschijnlijk = very probably, mogelijk = possibly, onbekend = unknown, niet = not.

Table 4. Total value for correction factors ($P*Z*O*D$) (see appendix 10). Spring only large birds, autumn large and small birds. WMM = meteorological tower, MT = tower of wind turbine, (S)T = wind turbine predominantly not operating, ST = wind turbine not operating, OT = wind turbine fully operating.

Table 5. Mean estimated numbers of bird collision victims in the wind park near Oosterbierum in spring (voorjaar) 1986-1989 and autumn (herfst) 1986-1988 (in parentheses 95%-confidence limits). A = based on birds certainly and very probably collided with a wind turbine or meteorological tower, B = based on birds certainly, very probably, and possibly collided. WMM, MT, (S)T, ST, and OT see table 4. Grote vogels = large birds, kleine vogels = small birds.

Table 6. Mean estimated numbers of birds collision victims each day (in parentheses 95%-confidence limits) per wind turbine and per km windpark (north-south direction, with five wind turbines per km), based on all certainly and probably killed birds (A), and all certainly, probably, and possibly killed birds (B).

Headings of appendices

Appendix 1. Dates on which the towers of the wind turbines (for tower numbers, see figure 2) were erected.

Appendix 2. Dates on which nacelles and rotorblades were placed.

Appendix 3. Total numbers of meteorological towers (windmeetmasten), towers of wind turbines (without rotor; turbinemasten), and wind turbines searched for, numbers of searches per week (aantal bezoeken per week), and numbers of obstacles visited per searching day for each study period (aantal masten/turbines per bezoekdag).

Appendix 4. Summary of search efforts in the study seasons 1986-1989. T = total numbers of days per period, Z = numbers of days with searches for dead birds, MD = maximum numbers of tower or turbine days (total numbers of towers or turbines * total numbers of days in the concerning period), WD = actual numbers of tower or turbine days. Obstakels aanwezig = numbers and types of obstacles present, voorjaar = spring, herfst = autumn, stilstaand = not operating. See also appendix 3.

Appendix 5a. Results of searches for dead birds in the surroundings of three meteorological towers (windmeetmast) and three small towers (KEMA-masten, present up to and including 20 October 1988) in the period 9 September - 17 November 1988. Searching distance to meteorological towers 25 m. s = numbers of birds found dead, t = time of searches: 1 = from sunrise to three hours after sunrise, 2 = from three hours after sunrise to twelve o'clock, 3 = from twelve o'clock to two hours before sunset, 4 = from two hours before sunset to sunset.

Appendix 5b. Results of searches for dead birds in the surroundings of 13 wind turbines in the period 9 September - 17 November 1988. Searching distance to wind turbines 50 m. t = time of searches (see appendix 5a), s = numbers of birds found dead, () = wind turbine not operating during the preceding night.

Appendix 6. Results of searches for dead birds in the surroundings of seven wind turbines and one meteorological tower (WMM) in the period 14 March - 12 June 1989. Searching distance to wind turbines 50 m, to meteorological tower 25 m. t = searching time (see appendix 5a), s = numbers of birds found dead.

Appendix 7. Numbers of birds found dead in the wind park near Oosterbierum in the seven study periods; casual findings (toevallige vondsten) added. MT = tower of wind turbine (without nacelle or rotor), ST = wind turbine not operating during the night preceding the search, OT = wind turbine operating during the night preceding the search, WT = wind turbine, not known if turbine was operating or not during the night preceding the search, or irrelevant (finding not fresh); + = killed by wind turbine of meteorological tower, +? = very probably killed, (?) = possibly killed, ? = unknown (not suitable for autopsy), ?? = unknown (not collected), - = not killed by wind turbine or meteorological tower. Datum = date; soort, sexe, leeftijd = species, sex, age; plaats, afstand = site, distance to nearest obstacle; bijzonderheden = remarks (see appendix 8); doodsoorzaak = cause of death; voorjaar = spring, herfst = autumn.

Appendix 8. Details of birds found dead in the wind park near Oosterbierum (see also appendix 7).

Appendix 9. Length of time (hours) in which 10%, 25%, 50%, 75%, and 90% of carcasses of small birds completely disappeared in the wind park (autumns 1986-1988). Carcasses were independently from each other and randomly placed in the early evening.

Appendix 10. Values (proportions) for predation (P), efficiency of search activity (Z), searched area (O), and actual numbers of tower or turbine days (D) (see also appendix 4) for large birds (grote vogels) and small birds (kleine vogels), in spring (voorjaar) and autumn (herfst). Windmeetmasten = meteorological towers, turbinemasten = towers of wind turbines (without nacelle or rotor), stilstaande = not operating, (stilstaande) = predominantly not operating, operationele = operating, ten dele = partly.

N1 = numbers of certain and very probable bird collisions, N2 = numbers of certain, very probable, and possible bird collisions, T = total numbers of birds found dead (casual findings not included, see appendix 7). *: based on combined results of the autumns of 1987 and 1988, **: based on results of the autumn of 1987, ***: wounded bird (number 22 in appendix 7) included.

Appendix 11. Distribution of periods of time in which searches were conducted for dead birds in the surroundings of meteorological towers (windmeetmasten), and (towers of) wind turbines, in spring (voorjaar) and autumn (herfst). 1 = from sunrise to three hours after sunrise, 2 = from three hours after sunrise to twelve o'clock, 3 = from twelve o'clock to two hours before sunset, 4 = from two hours before sunset to sunset.

Appendix 12. Summary of numbers of dead birds found near wind turbines in other studies (USA, Europe). (a) downwind rotor, (b) lighted, (c) without rotor, (1) wind turbine not operating; rotor blades in horizontal position, with total height of wind turbine 30.5 m at that moment, (2) only 114 hours operating during night, (3) only raptors, 36 dead through electrocution, (4) during building phase, (5) partly not operating, (6) two birds proved to have died from collision with a wind turbine. Bron = source from literature, plaats = site, aantal = numbers, hoogte rotor (m) = height of rotor (m), vermogen per turbine = capacity per wind turbine, zoekperiode = period looked for dead birds, frequentie = frequency of searching, vindkansproeven = experiments to determine chance a dead bird was found, totaal aantal gevonden vogels (onder meteomast) = numbers of dead birds found (under meteorological tower).

Appendix 13. Literature on reported numbers of dead birds found near radio or television towers (zendmasten) and lighthouses (vuurtorens) (mean numbers/obstacle/day; \bar{x} /obstakel/dag), power lines (hoogspanningsleidingen) and traffic (verkeer) (mean numbers/km/day; \bar{x} /km/dag). Bron = source from literature, locatie = site, bijzonderheden = remarks, omgeving = surroundings, periode = period, gevonden = found, geschat = estimated.

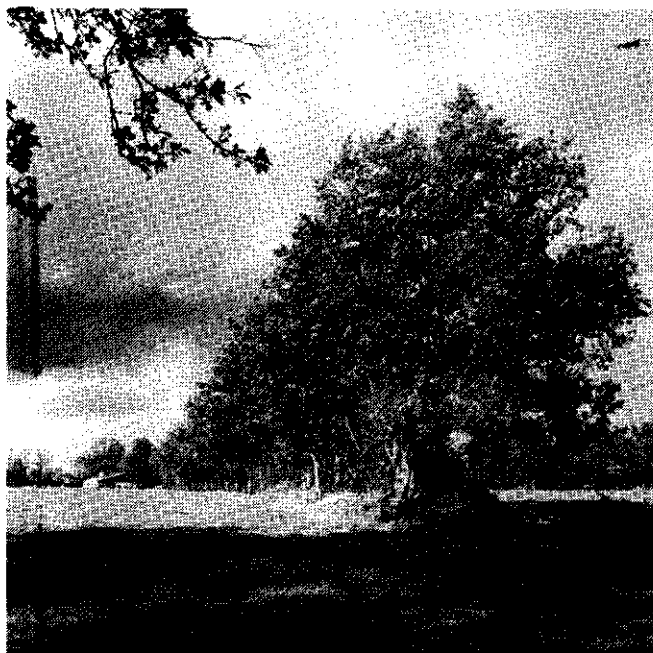
Appendix 14. Latin names of bird species named in text, tables, and appendices (alphabetical order). Other names used: eendagskuiken = day-old chicken, lijsters = thrushes (see also table 3).

De volgende RIN-rapporten kunnen besteld worden door overschrijving van het verschuldigde bedrag op postbanknummer 516 06 48 van het RIN te Leersum onder vermelding van het rapportnummer. Uw overschrijving geldt als bestelformulier; toezending geschiedt franco. Gebruik geen verzamelgiro omdat het adres van de besteller niet op onze bijschrijving wordt vermeld zodat het bestelde niet kan worden toegezonden.

- 86/9 K. Stoker, De verspreiding van de rode bosmieren op de Hoge Veluwe.
110 p. f 15,60
- 87/1 W.O. van der Knaap & H.F. van Dobben, Veranderingen in de epifytenflora van Rijnmond sinds 1972. 36 p. f 6,-
- 87/2 A. van Winden et al., Ruimtelijke relaties via vogels in het Strijper-Aa-gebied gedurende broedtijd en zomer. 97 p. f 14,50
- 87/6 G.F. Willemsen, Bijzondere plantesoorten in het nationale park de Hoge Veluwe; voorkomen en veranderingen. 92 p. f 13,50
- 87/9 K.S. Dijkema, Selection of salt-marsh sites for the European network of biogenetic reserves. 30 p. f 5,50
- 87/14 N. Dankers, K.S. Dijkema, G. Londo & P.A. Slim, De ecologische effecten van bodemdaling op Ameland. 90 p. f 13,50
- 87/16 J. Wiertz, Modelvorming bij de projecten van WAFLO en SWNBL. 34 p. f 6,-
- 87/18 Effecten van de kokkelvisserij in de Waddenzee. 23 p. f 3,75
- 87/19 H. van Dam, Monitoring of chemistry, macrophytes, and diatoms in acidifying moorland pools. 113 p. f 16,-
- 87/20 R. Torenbeek, P.F.M. Verdonschot & L.W.G. Higler, Biologische gevolgen van vergroting van waterinlaat in de provincie Drenthe. 178 p. f 23,-
- 87/22 B. van Dessel, Te verwachten ecologische effecten van pekellozing in het Eems-Dollardgebied. 71 p. f 10,-
- 87/23 W.D. Denneman & R. Torenbeek, Nitraatmissie en Nederlandse ecosystemen: een globale risico-analyse. 164 p. f 21,-
- 87/24 M. Buil, Begrazing van heidevegetaties door edelhert en moeflon; een literatuurstudie. 31 p. f 5,60
- 87/26 H.A.T.M. van Wezel, Heidefauna in het nationale park de Hoge Veluwe. 54 p. f 8,-
- 87/28 G.M. Dirkse, De natuur van het Nederlandse bos. 217 p. f 27,50
- 87/29 H. Siepel et al., Beheer van graslanden in relatie tot de ongewervelde fauna: ontwikkeling van een monitorsysteem. 127 p. f 17,95
- 88/30 P.F.M. Verdonschot & R. Torenbeek, Lettercodering van de Nederlandse aquatische macrofauna voor wiskundige verwerking. 75 p. f 10,-
- 88/31 P.F.M. Verdonschot, G. Schmidt, P.H.J. van Leeuwen & J.A. Schot, Steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijkswateren. 109 p. f 15,50
- 88/33 H. Eijsackers, C.F. van de Bund, P. Doelman & Wei-chun Ma, Fluctuerende aantallen en activiteiten van bodemorganismen. 85 p. f 13,-
- 88/35 A.J. de Bakker & H.F. van Dobben, Effecten van ammoniakmissie op epifytische korstmossen; een correlatief onderzoek in de Peel. 48 p. f 7,50
- 88/36 B. van Dessel, Ecologische inventarisatie van het IJsselmeer. 82 p. f 12,75
- 88/38 P. Opdam & H. van den Bijstel, Vogelgemeenschappen van het landgoed Noordhout. 65 p. f 9,-
- 88/39 P. Doelman, H. Loonen & A. Vos, Ecotoxicologisch onderzoek in met Endosulfan verontreinigde grond: toxiciteit en sanering. 34 p. f 6,-
- 88/40 G.P. Gonggrijp, Voorstel voor de afwerking van de groeve Belvédère als archeologisch-geologisch element. 13 p. f 3,-

- 88/41 J.L. Mulder (red.), De vos in het Noordhollands Duinreservaat. Deel 1: Organisatie en samenvatting. 32 p.
- 88/42 J.L. Mulder, idem. Deel 2: Het voedsel van de vos. 78 p.
- 88/43 J.L. Mulder, idem. Deel 3: De vossenpopulatie. 129 p.
- 88/44 J.L. Mulder, idem. Deel 4: De fazantenpopulatie. 59 p.
- 88/45 J.L. Mulder & A.H.Swaan, idem. Deel 5: De wulpenpopulatie. 76 p.
- De rapporten 41-45 worden niet los verkocht maar als serie van vijf voor f 25.
- 88/46 J.E. Winkelman, Methodologische aspecten vogelonderzoek SEP-proefwind-centrale Oosterbierum (Fr.). Deel 1. 145 p. f 20,-
- 88/47 T.A. Renssen, De herintroductie van de raaf (*Corvus corax*) in Nederland: een overzicht. 30 p. f 5,50
- 88/48 J.J. Smit, Het Eemland en de polder Arkemheen rond het begin van de twintigste eeuw. 64 p. f 9,-
- 88/49 G.W. Gerritsen, M. den Boer & F.J.J. Niewold, Voedseleecologie van de vos in Nederland. 96 p. f 14,25
- 88/50 G.P. Gonggrijp, Permanente geologische ontsluitingen in de taluds van Rijksweg A 1 bij Oldenzaal. 18 p. f 3,50
- 88/51 P. Spaak, Een modelmatige benadering van de effecten van graslandbeheer op het populatieverloop van weidevogels. 42 p. f 7,50
- 88/52 H. Sierdsema, Broedvogels en landschapsstructuur in een houtwallandschap bij Steenwijk. 112 p. f 16,-
- 88/54 H.W. de Nie & A.E. Jansen, De achteruitgang van de oevervegetatie van het Tjeukemeer tussen Oosterzee (Buren) en Echten. 18 p. f 4,50
- 88/56 P.A.J. Frigge & C.M. van Kessel, Adder en zandhagedis op de Hoge Veluwe: biotopen en beheer. 16 p. f 3,50
- 88/59 F.J.J. Niewold & H. Nijland, De Sallandse Heuvelrug als reservaat voor het Westeuropese heidekorhoen. 102 p. f 14,50
- 88/62 K. Romeyn, Estuariene nematoden en organische verontreiniging in de Dollard. 23 p. f 5,-
- 88/63 S.E. van Wieren & J.J. Borgesius, Evaluatie van bosbegrazingsobjecten in Nederland. 133 p. f 19,-
- 88/66 K.S. Dijkema et al., Effecten van rijzendammen op opslibbing en omvang van de vegetatiezones in de Friese en Groninger landaanwinningswerken. Rapport in samenwerking met RWS Directie Groningen en RIJP Lelystad. 130 p. f 18,50
- 88/67 G. Schmidt & J.C.M. van Haren, Achtergronden van een steekmuggenplaag; steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijksvenen 2. 162 p. f 20,50
- 88/68 R. Noordhuis, Maatregelen ter voorkoming en beperking van schade door zilvermeeuwen. 48 p. f 7,50
- 89/1 E.J. van Kootwijk, Inventarisatie van de vergrassing van de Nederlandse heide. 49 p. f 7,50
- 89/2 E.J. van Kootwijk & H. van der Voet, De kartering van heidevergrassing met behulp van Landsat Thematic Mapper satellietbeelden. 86 p. f 13,-
- 89/3 F. Maaskamp, H. Siepel & W.K.R.E. van Wingerden, Een monitoring experiment met ongewervelde dieren in graslanden op zandgrond. 44 p. f 13,50
- 89/4 R. Noordhuis, De relatie tussen zilvermeeuwen op vuilstortplaatsen en de schade op mosselpercelen en in weidevogelgebieden in Zuidwest-Nederland. 108 p. f 15,50
- 89/5 R.J. Bijlsma, Remote sensing voor classificatie van de vegetatie en schatting van de biomassa op ganzenpleisterplaatsen in het waddengebied. 62 p. f 8,50
- 89/7 R. Ketner-Oostra, Lichenen en mossen in de duinen van Terschelling. 157 p. f 20,50
- 89/8 A.L.J. Wijnhoven, Effecten van aanleg, beheer en gebruik van golfbanen en mogelijkheden voor natuurtechnische milieubouw. 19 p. f 4,50

- 89/9 N. Dankers, K. Koelemaij & J. Zegers, De rol van de mossel en de mosselcultuur in het ecosysteem van de Waddenzee. 66 p. f 9,-
- 89/10 P.G.A. ten Den, Patrijzen op en rond De Hoge Veluwe. 40 p. f 6,50
- 89/11 C.J. Smit & G.J.M. Visser, Verstoring van vogels door vliegverkeer, met name door ultra-lichte vliegtuigen. 12 p. f 3,50
- 89/12 R. van Halewijn, Bescherming van zeevogels op het Lago-rif, Aruba, in 1988. 73 p. f 10,-
- 89/13 K. Lankester, Effecten van habitatversnippering voor de das (*Meles meles*); een modelbenadering. 101 p. f 14,50
- 89/14 A.J. de Bakker, Monitoring van epifytische korstmossen in 1988. 53 p. f 8,-
- 89/15 J.E. Winkelman, Vogels en het windpark nabij Urk (NOP): aanvarings-slachtoffers en verstoring van pleisterende eenden, ganzen en zwanen. 169 p. f 21,50
- 89/16 J.J.M. Berdowski et al., Effecten van rookgas op wilde planten. 108 p. f 15,50
- 89/17 E.C. Gleichman-Verheijen & W. Ma, Consequenties van verontreiniging van de (water)bodem voor natuurwaarden in de Biesbosch. 91 p. f 13,50
- 89/18 A. Farjon & J. Wiertz, Milieu- en vegetatieveranderingen in het schraal-land van Koolmansdijk (gemeente Lichtenvoorde); 1952-1988. 134 p. f 18,-
- 89/19 P.G.A. ten Den, Achtergronden en oorzaken van de recente aantalsontwikkeling van de fazant in Nederland. 168 p. f 21,50
- 89/20 J.C.M. van Haren, Chironomiden-exuviae als indicatoren van waterkwaliteitsveranderingen in de Loosdrechtse Plassen over de periode 1984-1988. 28 p. f 5,-
- 90/1 R.J. Bijlsma, Het RIN-bosecologisch informatiesysteem SILVI-STAR; documentatie van FOREYE-programmatuur en subprogramma's. 96 p. f 14,-
- 90/2 J.E. Winkelman, Vogelslachtoffers in de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) tijdens bouwfase en half-operationele situaties (1986-1989). 74 p. f 10,-
- 90/5 G.M. Dirkse & P.A. Slim, Naar een methode voor het monitoren van vegetatieontwikkeling in het waddengebied. 40 p. f 6,50



Ecologie van kleine landschapselementen

Rijksinstituut voor Natuurbeheer

Ecologie van kleine landschapselementen

Kleine landschapselementen vormen voor veel soorten planten en dieren van het cultuurlandschap biotoop en ecologische infrastructuur. In 1986 wijdde het RIN een studiedag aan dit thema. In het verslag hiervan werd een overzicht gegeven van de stand van het onderzoek en er is ruime aandacht besteed aan praktijkproblemen van de landinrichting.

88 pagina's, geïllustreerd

prijs f 20,-

bestelcode: KLE

BIOLOGISCHE WATERBEOORDELING

instrument voor waterbeheer

Biologische waterbeoordeling; instrument voor waterbeheer?

De Werkgroep Biologische Waterbeoordeling organiseerde in 1987 in samenwerking met het RIN een symposium waarvan de bijdragen gebundeld zijn in dit boek.

"De werkgroep heeft een rijk en plezierig geïllustreerd kader uitputtend op poten gezet. Laten we voortaan spreken van de blauwe gids en wie hem onverhoopt nog niet heeft: aanschaffen!"

Jaap Dorgelo in Hydrobiological Bulletin
22,2: 209.

184 pagina's

prijs f 35,-

bestelcode: BW

Werkgroep Biologische Waterbeoordeling
Rijksinstituut voor Natuurbeheer

Beide boeken zijn te bestellen door overschrijving van het verschuldigde bedrag op giro 516 06 48 van het RIN te Leersum onder vermelding van de bestelcode. Uw giro-overschrijving geldt als bestelformulier; toezending geschiedt franco.

