

Invloed van recreatie op broedvogelverspreiding in de Amsterdamse Waterleidingduinen

**Michiel J.M.
Hootsmans, Antje
Ehrenburg & Bregje
K. van Wesenbeeck**

Door de toenemende openluchtrecreatie wordt de recreatieve belasting van natuurgebieden groter. Heeft dit invloed op broedvogels? In deze studie is gekeken naar het effect van recreatiedruk op de verspreiding van vogelterritoria langs paden in de Amsterdamse Waterleidingduinen. Als recreatie een verstorend effect heeft, mag je verwachten dat broedvogels zich langs druk belopen paden verder van het pad vestigen dan langs rustige. Vooral in struweel blijken broedvogels verder van het pad af te zitten naarmate er meer bezoekers passeren. Dit effect is ook bij enkele algemene, niet als erg verstoringgevoelig bekend staande soorten meetbaar. In het bos is het minste te merken van een invloed van het aantal passanten.

Bij de huidige trend dat natuur voor mensen toegankelijk moet zijn (Ministerie van LNV 2000), lijkt weinig aandacht besteed te worden aan de eventuele nadelige gevolgen van de toenemende recreatiedruk in de Nederlandse natuurgebieden voor flora en fauna. Verschillende onderzoeken hebben negatieve effecten van recreatie aangetoond, bijvoorbeeld op broedvogels (onder andere van Berkel 1981, van der Zande 1984, Vos & Peltzer 1987, Henkens 1998, 1999, Slings 1999). Voor terreinbeheerders is echter nog onvoldoende duidelijk of en wanneer zij maatregelen moeten nemen. En het verzamelen van gebiedspecifieke gegevens voor een duidelijke dosis-effectrelatie tussen recreatiedruk en broeddichtheid (of broedsucces) is kostbaar en tijdrovend.

Ook in de Amsterdamse Waterleidingduinen (AWD) speelt dit probleem. Het ongeveer 3400 ha grote gebied is door zijn grote variatie aan vegetatie en landschap (van Til & Mourik 1999) zeer rijk aan vogels (Geelhoed *et al.* 1998, Vader 1998, Sluijs 1999). Gelegen langs de kust op de grens van Noord- en Zuid-Holland, midden in de dichtbevolkte Randstad, is het ook een belangrijk recreatiegebied (Gemeente Amsterdam 1992). Al lange tijd wordt de broedvogelstand bijgehouden middels een Broedvogel Monitoring Project (BMP; van Dijk 1996, Vader 1998, Sluijs 1999). In 1998 is de beheerende instantie, Waternet (voorheen Waterleidingbedrijf Amsterdam), gestart met een recreatieonderzoek in de AWD. Dit onderzoek bestaat onder andere uit een registratie van bezoekersverkeer bij de ingangen van het gebied (Jaarsma & Webster

1999). Ehrenburg en Hootsmans (in voorbereiding) hebben met de BMP-gegevens een verkennend onderzoek uitgevoerd voor de periode 1986-1996. Zij vonden een negatief effect van recreatiedruk op de aantalonwikkeling wanneer alle onderzochte soorten en habitats samen werden genomen. Een meer gedetailleerde analyse per habitat en soort liet dit echter niet meer zien, waarschijnlijk door de variatie in de dataset.

Alle onderzoeken naar het effect van recreatie stuiten op het probleem dat de factor recreatie moeilijk is te kwantificeren (van der Zande 1984, van den Ham & Peltzer 1995). Bovendien zijn de effecten van recreatie tamelijk veelzijdig. Zo zijn er behalve het directe effect van verstoring door de aanwezigheid van een recreant verschillende indirecte effecten mogelijk die moeilijk te meten zijn (van Berkel 1981, van Zoest 1994). Voorbeelden hiervan zijn vervuiling en versnippering van het gebied door de aanwezigheid van wandelroutes. De gebruikte maat voor recreatie-intensiteit loopt in verschillende onderzoeken sterk uiteen, evenals de methode om de effecten van deze intensiteit te meten (van der Zande 1984, van den Ham & Pelzer 1995). In de huidige studie is gekeken of er een verband bestaat tussen de afstand van de aanwezige broedvogelterritoria tot een pad en de drukte op dat pad, uitgedrukt in het aantal groepen recreanten dat per dag passeert. Beide soorten gegevens waren relatief eenvoudig te verkrijgen. Daarnaast is gekeken of deze relatie beïnvloed wordt door het type landschap en de gevoeligheid van de soort voor recreatie, zoals bekend uit de literatuur (SOVON 1987, Henkens 1998).



Bos in de Amsterdamse Waterleidingduinen, in dit geval eikenbos ten zuiden van ingang Oase, september 1990 (Antje Ehrenburg). *Oak-forest in the Amsterdamse Waterleidingduinen.*



Struweel in de Amsterdamse Waterleidingduinen, vaak een open of meer gesloten mengeling van Duindoorn en Meidoorn, in dit geval zicht op het Marelvlak mei 2001 (Antje Ehrenburg). *Typical landscape in the Amsterdamse Waterleidingduinen, with mixed shrub of Hippophae rhamnoides and Crataegus laevigata.*



Open duin landschap in de Amsterdamse Waterleidingduinen, met veel duingrasland, stuifplekken en enig open laag duindoorn- of ligusterstruweel, in dit geval bij het Mussenveld, juni 2001 (Mark van Til). *Typical open dune landscape with meadows and low shrub of Hippophae rhamnoides and Ligustrum vulgare.*

Onafhankelijk van de uitkomst was ook de methodeontwikkeling zelf een onderzoeksdoel; daarmee zou een kosteneffectief toetsinstrument kunnen ontstaan om de beheerder te ondersteunen bij het vinden van een goede balans tussen recreatiezonering en natuurbeheer.

Methode

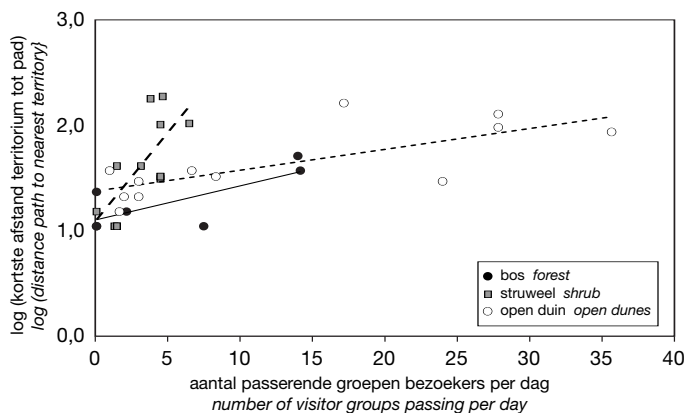
Gegevensverzameling Voor de locatie van de territoria is gebruik gemaakt van territoriumkarteringen volgens de BMP-methode (van Dijk 1996), in 10 deelgebieden in de Amsterdamse Waterleidingduinen in 1998. Op basis van de soortkaarten is handmatig het zwaartepunt van elk territorium bepaald. Voor analyse zijn 16 soorten broedvogels geselecteerd op grond van hun kenmerkendheid voor de landschapstypen bos, struweel en open duin, en het aantal voor analyse beschikbare territoria in 1998 (ten minste drie in een landschap). Aan deze soorten is een score voor de gevoeligheid voor recreatie toegekend op basis van conclusies in SOVON (1987) en Henkens (1998).

Gegevens over de recreatiedruk zijn ontleend aan Bakker & Lengkeek (1999) en Jaarsma & Webster (1999). Tussen 6 augustus en 18 oktober 1998 zijn daarvoor gedurende zes dagen enquêtes gehouden onder het publiek dat de AWD verliet. Het publiek werd gevraagd om op een kaart aan te wijzen op welke paden men had gelopen. Volgens Henkens (1998) geeft het aantal groepen recreanten een betere maat voor verstoringdruk dan het aantal passanten. Daarom werd het gemiddelde aantal per dag passerende groepen per pad, afgeleid uit de enquêtes, gebruikt als maat voor de recreatiedruk tijdens het broedseizoen. Tellingen van be-

zoekersaantallen bij de ingangen door het jaar heen (Jaarsma & Webster 1999, Webster *et al.* 2000) wijzen uit dat er in het voorjaar vrijwel evenveel mensen naar de Amsterdamse Waterleidingduinen komen als in nazomer en herfst.

Analyse In ArcView 3.2 (Anonymus 1991-1996) is van de padenkaart van de AWD een afstandenkaart gemaakt. Deze geeft de hemelsbrede afstand van elk punt tot het dichtstbijzijnde padsegment weer. Aan de hand hiervan is voor het zwaartepunt van elk vogelterritorium de afstand tot het dichtstbijzijnde padsegment bepaald. Vervolgens is per soort voor elk padsegment de afstand tot het dichtstbijzijnde territorium genomen. Er is niet gewerkt met de gemiddelde afstand tot alle territoria per soort bij een padsegment, omdat hun ligging niet alleen door passeerfrequentie maar ook door hun onderlinge concurrentie kan zijn bepaald.

Bij het vergelijken tussen landschappen zijn alleen de gegevens gebruikt van territoria die binnen een afstand van 100 m ter weerszijde van een pad lagen. Dit is de afstand tussen pad en de 'achterrand' van het kleinste in deze analyse betrokken BMP-gebied. Zo wordt voorkomen dat er schijnverschillen ontstaan tussen landschappen in de kortste afstand tot een pad als gevolg van verschillen in de grootte van BMP-gebieden tussen landschappen. Bij de bepaling van de relatie tussen afstand tot het pad en passeerfrequentie binnen eenzelfde landschap speelt dit probleem niet, zodat daarvoor ook territoria verder dan 100 m van een pad zijn gebruikt. Voor analyse zijn de afstanden logaritmisch getransformeerd met ($^{10}\log[x+1]$). De passeerfrequenties zijn niet getransformeerd.



Figuur 1. Relatie voor de Nachtegaal tussen passeerfrequentie en afstand tot het pad van de zwaartepunten van de dichtstbij een pad gelegen territoria. De getoonde regressielijnen zijn significant ($P < 0.05$) en berekend in een analyse per landschap. *Relationship between the number of groups of visitors passing per day and distance to the path of the centre of Nightingale territories nearest to that path. The regression lines shown are significant ($P < 0.05$) and calculated per landscape.*

Tabel 1. De vogelsoorten die in dit onderzoek zijn geanalyseerd met hun habitat en recreatiegevoeligheid (1=gevoelig; 2=vrij gevoelig; 3=ongevoelig; SOVON 1987; Henkens 1998). Per soort en landschap zijn aangegeven: het aantal territoria, en de significantie (P) van het verband tussen passeerfrequentie en de kortste afstand tot het pad (ns = niet significant, + = positief verband, - = negatief verband, * = bijna alle passeerfrequenties identiek). *Bird species analysed in this study with their habitat and sensitivity to disturbance by recreation (1= sensitive; 2= rather sensitive; 3= not sensitive; SOVON 1987; Henkens 1998). Per species and habitat are indicated: number of territories, significance of a linear regression of the shortest distance to the path and the frequency of visitors passing on the path (* = almost all passing frequencies identical; + = positive relationship, - = negative relationship).*

Soort <i>Species</i>	habitat <i>habitat</i>	schuwheid <i>sensitivity</i>	bos <i>woodland</i>	struweel <i>shrub</i>	open duin <i>open dunes</i>
Grote Bonte Specht <i>Dendrocopos major</i>	bos	3	11 ns	3 P<0.10* +	0
Houtduif <i>Columba palumbus</i>	bos	3	3 ns	8 P<0.05 +	3 ns
Koolmees <i>Parus major</i>	bos	3	8 ns	12 P<0.10 +	7 ns
Tijftjaf <i>Phylloscopus collybita</i>	bos	3	9 P<0.10 -	10 ns	5 P<0.05 +
Vink <i>Fringilla coelebs</i>	bos	3	7 ns	7 ns	0
Braamsluiper <i>Sylvia curruca</i>	struweel	2	0	6 ns	2
Fazant <i>Phasianus colchicus</i>	struweel	2	0	3 ns	0
Fitis <i>Phylloscopus trochilus</i>	struweel	2	3 ns	12 P<0.10 +	13 ns
Grasmus <i>Sylvia communis</i>	struweel	2	2	13 P<0.10 +	12 ns
Heggenmus <i>Prunella modularis</i>	struweel	2	5 ns	8 P<0.10 +	10 ns
Nachtegaal <i>Luscinia megarhynchos</i>	struweel	2	7 P<0.05 +	11 P<0.05 +	12 P<0.01 +
Zomertortel <i>Streptopelia turtur</i>	struweel	1	0	4 ns	0
Boompieper <i>Anthus trivialis</i>	open duin	2	2	5 ns	6 ns
Graspieper <i>Anthus pratensis</i>	open duin	1	0	5 ns*	6 ns
Roodborsttapuit <i>Saxicola torquata</i>	open duin	1	0	4 ns*	7 ns
Tapuit <i>Oenanthe oenanthe</i>	open duin	1	0	0	3 ns

Resultaten

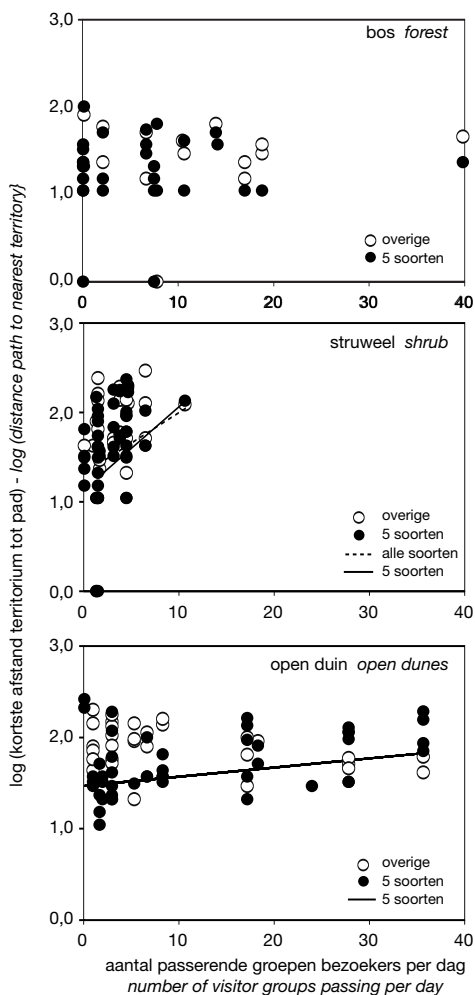
Tabel 1 geeft een overzicht van de geanalyseerde soorten en de resultaten van regressies per soort in elk landschap tussen passeerfrequentie en de kortste afstand tot het pad. Van de in totaal 34 datasets die voor de regressie-analyse konden worden gebruikt leverden er vijf een significante relatie op bij P<0.05, en nog eens vijf bij P<0.10. In op één na al deze gevallen nam de afstand tot het pad toe bij toenemende passeerfrequentie en ze werden vooral gevonden in struweel. De Nachtegaal bleek in alle landschappen significant verder van het pad te broeden bij hogere passeerfrequentie (figuur 1).

Uit een covariantieanalyse op de totale gegevensset (alle soorten gecombineerd) bleek dat landschap en passeerfrequentie beiden op zichzelf een effect hadden op de kortste afstand tot het pad (P<0.05), en dat het effect van passeerfrequentie sterker was in struweel dan in bos en open duin (zoals ook al werd verwacht op grond van de analyses per soort). Gecorrigeerd voor het effect van passeerfrequentie was de over de soorten gemiddelde kortste afstand tot het pad in het bos significant kleiner dan in struweel of open duin (die onderling niet verschilden). In totaal verklaarden de

factoren landschap en passeerfrequentie 35% van de aanwezige variatie in de afstand tot het pad.

Omdat veel soorten niet in alle landschappen voorkomen, is een vergelijkbare analyse uitgevoerd waarin alleen de vijf soorten werden gebruikt die in alle landschappen met ten minste drie territoria aanwezig waren binnen 100 m van een pad (Koolmees, Tijftjaf, Fitis, Heggenmus en Nachtegaal; tabel 1). Ook voor deze selectie soorten nam de kleinste afstand tot het pad toe naarmate het drukker werd belopen (figuur 2). Opnieuw was de afstand tot het pad, gecorrigeerd voor het effect van passeerfrequentie, significant kleiner in bos dan in struweel en open duin (P<0.05). In de relatie tussen afstand en passeerfrequentie werd nu echter geen verschil meer gevonden tussen de landschappen (waarschijnlijk doordat enkele struweelsoorten niet meer in deze analyse meededen). Deze analyse verklaarde 28% van de totale variatie in de (kleinere) dataset.

Vervolgens zijn ook per landschap de eventuele verschillen tussen de aanwezige soorten bestudeerd. Daarbij waren soms meer gegevens beschikbaar, omdat het 100 m criterium niet meer gehanteerd hoefde te worden. In bos werden geen significante effecten gevonden, noch van soort, noch van passeerfrequentie. In stru-



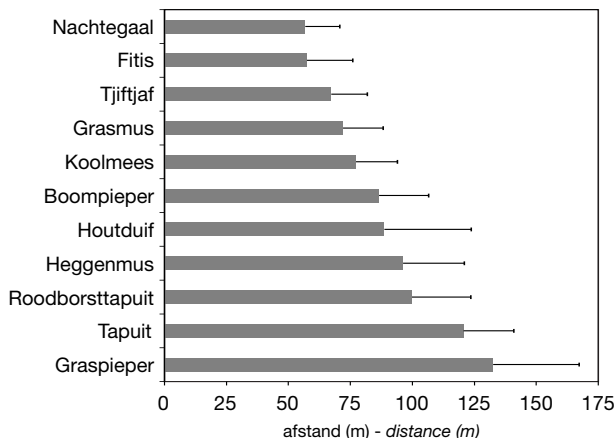
weel was er wel een significant effect van de passeerfrequentie, maar er waren geen soortverschillen. In het open duin werd de afstand tot het pad alleen beïnvloed door de factor soort. Roodborsttapuit, Graspieper en Tapuit (de enige drie gevoelige soorten in deze dataset) vertoonden hier de grootste afstand tot het pad, terwijl Fitit, Nachtegaal en Tjiftjaf nog relatief dichtbij een pad nestelden. De variatie was echter te groot om eventuele significante verschillen tussen soorten te detecteren. Ten aanzien van recreatie-gevoeligheid bleek alleen in het open duin enig effect: de groep van drie daar aanwezige volgens de literatuur recreatiegevoelige soorten zat significant verder van het pad dan de groep van vijf minder gevoelige soorten ($P < 0.05$); deze eerst genoemde groep verschilde echter niet van de groep van drie niet-gevoelige soorten (figuur 3).

Figuur 2. Relatie tussen passeerfrequentie en afstand tot het pad van de zwaartepunten van de dichtst bij een pad gelegen territoria, in bos (boven), struweel (midden) en open duin (onder). Alleen de getoonde regressielijnen zijn significant ($P < 0.05$) en berekend in een covariantie analyse waarin ook de factoren landschap en soort waren opgenomen. In de analyse zijn de afstanden boven 100 m ($\log(\text{afstand}+1) > 2$) niet gebruikt. 5 soorten = de vijf soorten die ten minste drie territoria in elk landschap hadden. Overige = de overige elf soorten (zie tabel 1). *Relation between number of visitor groups passing per day (pasfreq) and distance to the path of the centre of the territories nearest to that path, in woodland, shrub and open dunes. Only significant regression lines are shown ($P < 0.05$); these were fitted in a covariance analysis in which the factors landscape, passing frequency were entered. Distances exceeding 100 m were not included in the analysis. 5 soorten = the five species which had at least three territories in every landscape. Overige = the other 11 species (see table 1).*

Ten slotte is voor elk van de vijf soorten die in elk landschap met tenminste drie territoria aanwezig waren ook nog afzonderlijk vastgesteld wat het effect van landschap en passeerfrequentie was op de afstand tot het pad. Hieruit bleek dat alleen de Nachtegaal ($P < 0.01$) en in mindere mate de Fitit ($P < 0.10$) significant verder van het pad af zaten bij een toenemende passeerfrequentie. Voor geen enkele soort was er een effect van landschap.

Discussie

Uit onze analyse blijkt dat de recreatiedruk, gemeten als de passeerfrequentie van groepen passanten, effect heeft op de kortste afstand van territoria tot een pad. Afhankelijk van de passeerfrequentie kan het hier om tientallen meters gaan (vgl. fig. 2). Dat betekent dat in oppervlak de beïnvloeding beperkt blijft, en er dus geen grote effecten op dichtheden zijn te verwachten. Dat komt overeen met de conclusies van Ehrenburg & Hootsmans (in voorbereiding). Het landschap speelt echter een doorslaggevende rol bij de grootte van het effect. Passeerfrequentie blijkt met name in struweel meetbare effecten te hebben bij veel soorten. Veel minder duidelijk zijn effecten van passeerfrequentie in het bos. Slechts twee soorten vertoonden daar een effect, waarbij de invloed op de Tjiftjaf onverwacht is (dichter bij het pad bij drukker paden). Opmerkelijk is ook dat in het open duin, waar de meeste invloed was ver-



Figuur. 3. Gemiddelde afstand tot het pad van de zwaartepunten van de dichtst bij een pad gelegen territoria van de geanalyseerde soorten in het open duin (gemiddelde $\pm$ standaardfout). *Mean distance to the path of the centre of the territories nearest to that path of the species analysed in open dune landscape (mean $\pm$ 1 standard error). See table 1 for species' scientific names.*

wacht door de grotere zichtbaarheid, nauwelijks een effect van passeerfrequentie werd gevonden. De afstand tot het pad werd daar alleen beïnvloed door verschillen tussen soorten, een effect dat in beide andere landschappen ontbrak.

Het ontbreken van een duidelijk effect van passeerfrequentie in het bos kan wellicht verklaard worden doordat in het bos meer schuilmogelijkheden bestaan, ook dicht bij paden. Dit argument zou echter ook op moeten gaan in het struweel, waar juist wél een reactie op passeer-

frequentie bestond. De aanwezige variatie in passeerfrequentie in het struweel was beperkter dan in bos of open duin. Het zou kunnen dat enige gewenning aan passanten pas bij hogere passeerfrequentie, zoals hier in bos en open duin, een rol speelt. Wellicht zijn in het bos de minder schuwe individuen overgebleven.

Het grotendeels ontbreken van verschillen tussen soorten in hun reactie op passeerfrequentie past niet goed bij de conclusies over verschillen in recreatiegevoeligheid in SOVON (1987) en Henkens (1998). Het lijkt er op dat de



Graspieper is één van de drie broedvogels in het open duin die relatief ver van paden broeden (Harvey van Diek). *Meadow Pipit is one of the three species that breeds relatively far from tracks in open dunes.*

bruikbaarheid van de genoemde indeling tamelijk beperkt is voor beheer. Mogelijk is de indeling teveel bepaald door habitatvoorkeur.

Slechts een beperkt deel van de totale variatie in onze datasets (10-35%) wordt verklaard door de passeerfrequentie van recreantengroepen en verschillen tussen landschappen. Een groot deel van de overgebleven variatie zal waarschijnlijk verklaard worden door de invloed van de variatie in vegetatiestructuur binnen de onderzochte landschappen.

De relatie tussen passeerfrequentie en afstand van een zwaartepunt tot een pad zou een niet-lineair verband kunnen zijn. Sommige onderzoekers veronderstellen dat dosis-effectrelaties tussen recreatie en fauna (in ons geval broedvogeldichtheden) een semilogaritmisch verband vertonen (van der Zande 1984; Henkens 1998). De gegevens uit dit onderzoek zouden omgewerkt kunnen worden tot dichtheden in banden op toenemende afstand van de paden, gevolgd door niet-lineaire regressie. Afgezien van de extra bewerkingen die dit nodig maakt, is het de vraag of er voldoende territoria zullen overblijven om per zone verantwoord dichtheden te kunnen bepalen. Met onze niet onaanzienlijke dataset lijkt dit al twijfelachtig (zie tabel 1).

Het gebruik van BMP gegevens en recreatie verspreidingsgegevens zoals in deze studie is gedaan lijkt een methode op te leveren waarmee vrij snel effecten van recreatiedruk zichtbaar kunnen worden gemaakt. Herhaald over de tijd kunnen trends worden gedetecteerd die de noodzaak voor, dan wel effectiviteit van maatregelen ter bevordering van recreatiezoneering nader kunnen onderbouwen of ontkrachten.

Dankwoord

Deze studie was niet mogelijk geweest zonder het onbaatzuchtige werk van vele vrijwilligers die in 1998 in de AWD hebben meegewerkt aan het broedvogelmonitoringproject. De constructieve kritiek van Hans Schekkerman heeft ons zeer geholpen bij de uitwerking van de resultaten.

Literatuur

Anonymus 1991-1996. ArcView GIS 3.2. Environmental Systems Research Institute, Inc. United States of America.

- Bakker J.G. & J. Lengkeek 1999. Monitoring recreatie in de Amsterdamse Waterleidingduinen. Deel II: Een onderzoek naar beleving, recreatiegedrag en routepatronen van bezoekers in 1998-1999. Grontmij/Centrum R&T Wageningen UR.
- van Berkel J.C.M. 1981. Invloeden van recreatie-activiteiten op natuurgebieden: een literatuuronderzoek. Provinciale Dienst Zuid-Holland.
- van Dijk A.J. 1996. Broedvogels inventariseren in proefvlakken (handleiding Broedvogel Monitoring Project). SOVON, Beek-Ubbergen.
- Ehrenburg A. & M.J.M. Hootsmans in voorbereiding. Broedvogels en recreatie in de Amsterdamse Waterleidingduinen: partners of een beheersprobleem? Limosa.
- Geelhoed S., H. Groot, E. van Huijssteeden, G. van Leeuwen & P. de Nobel (red.) 1998. Vogels in het landschap van Zuid-Kennemerland en de Haarlemmermeer. Vogelwerkgroep Zuid-Kennemerland / KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Gemeente Amsterdam 1992. Natuurbeheer in de Amsterdamse Waterleidingduinen 1990 - 2000. Gemeenteblad 1992, bijlage L.
- van den Ham M.H.A. & R.H.M. Peltzer 1995. Dosis-effectrelatieonderzoek en ecologische verbindingzones. Evaluatie van het dosis-effectrelatieonderzoek en onderzoek naar de mogelijkheden voor recreatie en natuur binnen de ecologische verbindingzones van de hogere zandgronden. IBN-rapport 169. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.
- Henkens R.J.H.G. 1998. Ecologische capaciteit natuurdoeltypen I. IBN-rapport 363, Instituut voor Bos en Natuuronderzoek, Wageningen.
- Henkens R.J.H.G. 1999. Ecologische capaciteit natuurdoeltypen II. IBN-rapport 414, Instituut voor Bos en Natuuronderzoek, Wageningen.
- Jaarsma C.F. & M.J. Webster 1999. Monitoringsonderzoek recreatie Amsterdamse Waterleidingduinen III: Analyse van het recreatiebezoek en het recreatieverkeer in het jaar 1998. Wageningen Universiteit en Research Centrum, Wageningen.
- Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij 2000. Natuur voor mensen, mensen voor natuur. Nota natuur, bos en landschap in de 21^e eeuw. 's Gravenhage.
- Slings Q.L. 1999. Het effect van natuurgerichte recreatie op de broedvogelstand van het duingebied bij Egmond. N.V. Provinciaal Waterleidingbedrijf Noord-Holland, Bloemendaal.
- Sluijs R. 1999. Broedvogelinventarisatie Amsterdamse Waterleidingduinen 1998. Vereniging voor Natuur- en Vogelbescherming Noordwijk.
- SOVON 1987. Atlas van de Nederlandse Broedvogels. Arnhem.
- van Til M. & J. Mourik 1999. Hiëroglfen van het zand. Vegetatie en landschap van de Amsterdamse Waterleidingduinen. Gemeentewaterleidingen, Amsterdam.
- Vader H. 1998. Veertien jaar broedvogelinventarisaties in de Amsterdamse Waterleidingduinen van 1984 tot en met 1997. Gemeentewaterleidingen, Amsterdam.
- Vos P. & R.H.M. Peltzer 1987. Recreatie en broedvogels in heidegebieden: Stabrechtse en Grootse

- Heide. Bos en recreatie 15. Staatsbosbeheer, Utrecht.
- Webster M.J., G.P.A. Willems & C.F. Jaarsma 2000. Monitoringsonderzoek recreatie Amsterdamse Waterleidingduinen V: Analyse van het recreatiebezoek en het recreatieverkeer in het jaar 1999. Wageningen Universiteit en Research Centrum, Wageningen.
- van der Zande A.N. 1984. Outdoor recreation and birds: conflict or symbiosis? Proefschrift, Rijksuniversiteit Leiden.
- van Zoest J. 1994. Effecten van openluchtrecreatie op natuurwaarden van de waddeneilanden, een literatuurstudie. Landelijke Vereniging tot Behoud van de Waddenzee, Harlingen.
- Michiel J.M. Hootsmans, Antje Ehrenburg en Bregje K. van Wesenbeeck¹, Waternet, Vogelenzangseweg 21, 2114 BA Vogelenzang; antje.ehrenburg@watanet.nl
- ¹Tegenwoordig: NIOO-CEMO, Postbus 140, 4400 AC Yerseke.

Effects of recreation on distribution of breeding birds in a coastal dune area.

Increasing open-air recreation is putting a strain on nature reserves in The Netherlands. Research is necessary to maintain the delicate balance between recreation and conservation without a decline in diversity. This study investigated the effect of the number of groups of people passing per day along paths on the shortest distance of birds' nesting sites to these paths. It was expected that this distance will be larger if the path is more frequently visited in addition to possible effects of species and vegetation type (landscape).

Breeding bird data from the Amsterdam Water Supply dune reserve in 1998, obtained by territory mapping, were combined with data on recreation distribution. The effects of passage frequency, landscape (wood, shrub and open dunes) on the shortest distance from the path of breeding territories of sixteen bird species were evaluated using regression analysis (Tab. 1; Fig. 2).

In shrub, the shortest distance between breeding territories and paths clearly increased at higher passing frequencies, both for all species combined and for six species

analysed separately. In wood and open dunes, no effect of passage frequency was detected for the combined species, but a significant relation was found in both landscapes for Nightingale *Luscinia megarhynchos* (positive in both) and Chiffchaff *Phylloscopus collybita* (negative in woodland and positive in open dunes). In five common species that were represented with at least three territories in all landscapes, shortest distances to the path increased with passage frequency in both shrub and open dunes. In all landscapes, Nightingales responded to passage frequency in all landscapes. Averaged over all bird species, the centres of bird territories were closest to the paths in woodland, and here almost no effects of visitor passage rate were found.

It appears that especially in shrub, breeding birds show increased shortest distances to the path with increased passage frequencies of visitors. This effect is also present in some common species that are not known to be very sensitive to disturbance. The method used appears quite suitable for a rather quick application in nature management where decisions have to be made regarding management of recreation pressure.