



KATHOLIEKE UNIVERSITEIT
LEUVEN

FACULTEIT WETENSCHAPPEN
Departement Biologie

Onderzoek naar het habitatgebruik van nachtzwaluwen (*Caprimulgus europaeus*) met behulp van radio telemetrie in Bosland (Limburg)



door

Ruben EVENS

Promotor: Prof. Dr. Olivier Honnay
Copromotor: Prof. Dr. Luc Lens

Proefschrift ingediend tot het behalen
van de graad van Master in de Biologie

Academiejaar 2010-2011

Dit proefschrift kwam tot stand dankzij de samenwerking tussen onderstaande partners.



© Copyright by K.U.Leuven

Zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van zowel de promotor(en) als de auteur(s) is overnemen, kopiëren, gebruiken of realiseren van deze uitgave of gedeelten ervan verboden. Voor aanvragen tot of informatie i.v.m. het overnemen en/of gebruik en/of realisatie van gedeelten uit deze publicatie, wend u tot de K.U.Leuven, Faculteit Wetenschappen, Geel Huis, Kasteelpark Arenberg 11, 3001 Leuven (Heverlee), Telefoon +32 16 32 14 01.

Voorafgaande schriftelijke toestemming van de promotor(en) is eveneens vereist voor het aanwenden van de in dit afstudeerwerk beschreven (originele) methoden, producten, schakelingen en programma's voor industrieel of commercieel nut en voor de inzending van deze publicatie ter deelname aan wetenschappelijke prijzen of wedstrijden.

Leuven, mei 2011

Dankwoord

In 1997 vond ik voor het eerst een veer van een gaai (*Garrulus glandarius*). Sindsdien werd mijn interesse in natuur alsmaar sterker. Wanneer ik in 2001, dankzij Albert Geuens, voor het eerst in contact kwam met nachtzwaluwen (*Caprimulgus europaeus*) besloot ik op 14 jarige leeftijd 'later onderzoek te doen naar deze mysterieuze en adembenemende soort'. Wanneer ik in 2009, als vrijwilliger, in contact kwam met het nachtzwaluwonderzoek in Bosland, besloot ik een poging te doen om dit onderzoek uit te breiden naar een thesis onderwerp. Dankzij de steun van het Agentschap voor Natuur en Bos, de Katholieke Universiteit Leuven en de Universiteit Gent werd mijn jeugddroom uiteindelijk werkelijkheid. De afgelopen twee jaar heb ik dan ook met zeer veel enthousiasme en plezier aan dit onderzoek gewerkt. Graag zou ik tal van mensen willen bedanken.

Vooreerst zou ik Prof. Dr. Olivier Honnay en Prof. Dr. Luc Lens willen bedanken voor de uitstekende begeleiding. Bedankt voor het beantwoorden van al mijn vragen en het verbeteren van de teksten. Bovendien mijn dank voor het bijbrengen van nuttige invalshoeken.

Daarnaast wil ik Dries Gorissen (Hoofd Cel Beheer, Agentschap voor Natuur en Bos) bedanken om dit project mogelijk te maken. Ook wil ik Eddy Ullenaers (Boswachter Hechtel-Eksel) bedanken voor zijn onmetelijke inzet voor het project en zijn ontelbare uren in het veld. Uiteraard mogen de vrijwilligers niet vergeten worden. Zonder hen was dit project niet mogelijk geweest.

Verder dank aan Carlo Vanseggelen voor de opstart van het preliminair onderzoek en de inleiding van het 2010 project, Johan Agten voor het openstellen van Domeinbos Pijnven, Koen Leysen, Pierre Maréchal, Chris Bowden, Brian Chresswell en Dirk Verroken voor de schriftelijke correspondentie, Thijs van Overveld voor het verlenen van ontvangers en antenne, Carl Vangestel en Hans Matheve voor belangrijke input tijdens de analyse, Didier Vangeluwe voor het verlenen van de nodige ringvergunning, Theo Geuens en Bart Mulkens voor enkele foto's, Sandy Cuypers voor het digitaliseren van tekeningen en Pieter Moonen voor de inventarisatiekaart van Bosland.

Tot slot wil ik mijn ouders, Annie en Marc, uitgebreid bedanken voor de steun, materiele middelen en mij de kans te geven om verder te studeren. Uiteraard mag ik Karen niet vergeten. Bedankt voor de steun, tips, het nalezen en de talrijke uren 's nachts tijdens het vangen van nachtzwaluwen.



Inhoudsopgave

Hoofdstuk I: Inleiding	1
I.1 Heidegebieden	1
I.2 De nachtzwaluw	2
I.3 Bosland	3
I.4 Bedreigingen	4
<i>I.4.1 Habitatdegradatie en –fragmentatie</i>	4
<i>I.4.2 Voedselbeschikbaarheid</i>	6
<i>I.4.3 Recreatie en verstoring</i>	6
<i>I.4.5 Andere gevaren</i>	7
I.5 Beheersmaatregelen	7
I.6 Doelstellingen	8
Hoofdstuk II: De nachtzwaluw (<i>Caprimulgus europaeus</i>)	9
II.1 Geschiedenis: Geitenmelker en dagslaper.	9
II.2 Veldkenmerken	9
II.3 Verspreiding, status en trek	10
<i>II.3.1 Europa</i>	10
<i>II.3.2 België</i>	11
<i>II.3.3 Limburg</i>	12
<i>II.3.4 Bosland</i>	12
<i>II.3.5 Trek</i>	12
II.4 Ecologie	13
<i>II.4.1 Habitat</i>	13
<i>II.4.2 Voedselkeuze en foerageergedrag</i>	16
<i>II.4.3 Andere gedragingen</i>	19
Hoofdstuk III: Het Onderzoeksgebied	21
III.1 Bosland	21
<i>Historiek</i>	21
III.2 Deelgebieden	21
<i>Domeinbos Pijnven</i>	21
<i>De Vriesput</i>	22
<i>Kattenbosserheide</i>	23
<i>Paardshaagdoornberg</i>	23
III.3 Recente beheerswerken	24
Hoofdstuk IV. Materiaal en methode	25
IV.1 Radiotelemetrie	25
<i>Preliminair onderzoek 2009</i>	25



<i>Gebiedsafbakening</i>	25
<i>Ringvangsten</i>	25
<i>Gegevensverzameling</i>	26
IV.2 Gegevensverwerking	28
<i>Digitalisatie</i>	28
<i>Homerange</i>	28
<i>Habitatgebruik</i>	29
IV.3 Bespreking beheerswerken	31
Hoofdstuk 5 V. Resultaten	32
V.1 Preliminair onderzoek 2009	32
V.2 Ringvangsten	32
V.3 Gegevensverzameling	32
V.4 Spreiding waarnemingen	33
<i>Nachtelijke waarnemingen</i>	33
<i>Dagwaarnemingen</i>	33
V.5 Homerange	34
V.6 Habitatgebruik	36
V.7 Bespreking beheerswerken	37
Hoofdstuk VI. Discussie	38
VI.1 Spreiding waarnemingen	38
VI.2 Homerange	39
<i>Territoria, vorm & variatie</i>	39
VI.3 Habitatgebruik	40
<i>Nachtelijk habitatgebruik</i>	41
<i>Ongeschikt habitat en verafgelegen foerageergebieden</i>	43
<i>Broedplaatsen</i>	44
<i>Slaapplaatsen</i>	44
VI. 4 Bijkomende waarnemingen	45
<i>Foerageergebieden ver buiten het onderzoeksgebied</i>	45
<i>Populatieschattingen</i>	46
<i>Broedplaatsen</i>	48
<i>Plaatstrouwheid</i>	48
VI.5 Opmerkingen m.b.t methodologie	49
<i>Radiotelemetrische waarnemingen</i>	49
<i>Homerange visualisatie en berekening</i>	49
VI.6 Suggesties naar beheer & bosbouwkundige ingrepen	50
<i>Suggesties naar beheer</i>	51
<i>Suggesties naar Bosbouwkundige ingrepen</i>	53
Hoofdstuk VII. Samenvatting	56



Hoofdstuk I: Inleiding

Het afgelopen jaar stond de strijd tegen biodiversiteitsverlies wereldwijd in de kijker. De Verenigde Naties riepen 2010 uit als '*International year of biodiversity*', het jaar waarin men op wereldschaal biodiversiteitsverlies trachtte te beperken (anoniem 2011e). Op Europees niveau had men meer ambities en probeerde men biodiversiteitsverlies zelfs te stoppen. Ondanks talloze initiatieven werden deze zogenaamde '2010 doelstellingen' niet behaald (anoniem 2011a).

Biodiversiteit wordt in Europa reeds millennia lang op een evenwichtige manier gecreëerd en beïnvloed door menselijke activiteit. Dit evenwicht werd vooral vanaf de tweede helft van de 20^e eeuw drastisch verstoord door een snelle toename van menselijke activiteit en een stijgend gebruik van natuurlijke grondstoffen. Door habitatdegradatie, habitatfragmentatie en areaalinkrimping kwamen zo habitats en soorten onder druk te staan. De ontwikkeling van een Europees ecologisch netwerk met beschermde gebieden, het Natura 2000 netwerk, biedt mogelijke oplossingen tot het herstel van evenwichtige creatie en invloed op biodiversiteit (Bennet 2004, anoniem 2011b). Het netwerk omvat de Europese Vogelrichtlijn (Europese unie 1972) en Habitatrictlijn (Europese unie 1992). Op basis van beide richtlijnen zijn 'Speciale Beschermingszones' (SBZ) afgebakend waarbinnen, op Europese schaal, bedreigde soorten en habitats beschermd of hersteld worden. Een dergelijk netwerk biedt voldoende ruimte voor een ecologische ontwikkeling binnen een matrix van economische activiteit (Decler 2007).

Op Vlaams niveau uit de ontwikkeling van een ecologisch netwerk zich in het Vlaams Ecologisch Netwerk (VEN) en het Integraal Verwervings- en Ondersteunend Netwerk (IVON). Het IVON kan bovendien opgedeeld worden in een natuurverwervingsgebied (NVWG) en natuurverbindingsgebied (NVBG). Binnen het VEN is natuur de hoofdfunctie, daar waar in het NVWG natuur slechts een nevenfunctie omvat. Binnen het NVBG worden er geen functies toegekend aan de gebieden (Peymen *et al.* 2007). Gebruikmakend van langetermijnvisies wil men, door de aanleg van een dergelijk netwerk, bijdragen aan het herstel en de ontwikkeling van natuurlijke milieus en het duurzaam gebruik van ecosystemen. Door te zoeken naar een evenwicht tussen een economische- en natuurbehoudvisie wil men op lange termijn de voorziening van ecosysteemdiensten veilig stellen (anoniem 2011b).

I.1 Heidegebieden

Een habitat dat sterke degradatie heeft ondergaan en nood heeft aan bescherming is heide. Volgens de Biologische Waarderingskaart versie twee (BWK) nemen heidegebieden vandaag ongeveer 0.21 procent (11.700 ha) van de totale oppervlakte van Vlaanderen in. Hiervan valt ongeveer 70 procent binnen SBZ (Vogel- of Habitatrictlijn)(De Bruyn 2003, Hens *et al.* 2005, Wils *et al.* 2004). Grote,



aaneengesloten militaire gebieden in Antwerpen en Limburg en enkele natuurgebieden (Mechelse heide, Kalmthoutse heide en Tenhaagdoornheide) vertegenwoordigen het belangrijkste aandeel van deze oppervlakte.

Heide wordt gekenmerkt door een eeuwenlange invloed van de mens op de vegetatiestructuur (Gimingham & De Smidt 1983). De oligotrofe, zanderinge bodems die zo ontstonden, maakt gespecialiseerde levensgemeenschappen in heidegebieden zeer gevoelig voor habitatdegradatie ten gevolge van vermessing, verzuring, verdroging en ontginning (Hens *et al.* 2005). Door de bijzondere habitatkenmerken herbergen heidegebieden hoge aantallen soorten van gespecialiseerde ongewervelden (Allemeersch *et al.* 1988). Het losse zand biedt voor vele grondboorders een goed substraat, maar ook structuurrijke struikheide wordt bewoond door talrijke ongewervelden. Planten en gewervelden daarentegen, zijn in mindere mate vertegenwoordigd. Als gevolg van de hoge specialisatiegraad van de organismen en de kwetsbaarheid van het biotoop zijn vele taxa, gebonden aan heidegebieden, te vinden op de Rode Lijst. Voorbeelden zijn dagvlinders (*Lepidoptera*), libellen (*Odonata*), slankpootvliegen (*Dolichopodidae*) en loopkevers (*Carabidae*) (Maes & Van Dyck 1996 en 1999, De Knijf & Anselin 1996, De Bruyn 2003). Reptielen en amfibieën zijn tevens vertegenwoordigd: adder (*Vipera berus*), levendbarende hagedis (*Lacerta vivipara*), knoflookpad (*Pelobates fuscus*), heikikker (*Rana arvalis*) en rugstreeppad (*Bufo calamita*) (Bauwens & Claus 1996, Bauwens 1999). Broedvogels van uitgestrekte, monotone heidegebieden zijn eerder schaars en bovendien zeer zeldzaam of uitgestorven doordat hun biotoop nagenoeg verdwenen is. Voorbeelden hiervan zijn tapuit (*Oenanthe oenanthe*), korhoen (*Tetrao tetrix*), kuifleeuwerik (*Galerida cristata*) en duinpieper (*Anthus campestris*). Talrijker vertegenwoordigd zijn broedvogels die voorkomen in structuurrijke overgangsgebieden tussen open heide en bos of struweel. Hier vinden we onder andere boomleeuwerik (*Lullula arborea*), graspieper (*Anthus pratensis*), boompieper (*Anthus trivialis*), roodborsttapuit (*Saxicola torquata*) en nachtzwaluw (*Caprimulgus europaeus*) terug (Vandenbussche *et al.* 2002).

1.2 De nachtzwaluw

De nachtzwaluw (*Caprimulgus europaeus*) is een typische bosrandvogel die voorkomt in overgangszones tussen verschillende biotopen of mozaïeklandschappen (paragraaf 1.4.1 Habitatdegradatie en –fragmentatie p.4) (Morris *et al.* 1994, Ravenscroft 1989). De primaire habitats waarin de nachtzwaluw te vinden is, zijn structuurrijke overgangen van gediversifieerde heide naar ijle bossen of struweel. Indien deze habitats afwezig zijn, kan de nachtzwaluw voorkomen in zogenaamde secundaire habitats die worden gekenmerkt door bosomgevingen.

Nachtzwaluwachtigen bezetten een speciale ecologische niche. Het zijn insectivore vogels die jagen in de schemering en tijdens de nacht (Jetz *et al.* 2003). Aangezien zij niet beschikken over echolocatie of een goed gehoor, jagen zij uitsluitend



op het zicht. Om het jagen te vergemakkelijken zijn er in de evolutie tal van morfologische en fysiologische aanpassingen ontstaan en verschillende jachttechnieken ontwikkeld (paragraaf II.4.2 Voedselkeuze en foerageergedrag p.16). Overdag rusten nachtzwaluwen op vaste locaties in bomen, op de grond of tussen dood takhout (Bowden & Green 1991, Cramp 1985, Cresswell 1992). Een endogene cyclus zorgt ervoor dat overdag energie gespaard wordt om 's nachts de jachtactiviteit maximaal te ontwikkelen (paragraaf II.4.3 Andere gedragingen p.19).

Op het einde van de 19^e eeuw verschijnen er tal van factoren die bijgedragen hebben tot een populatiedaling van de nachtzwaluw (paragraaf I.4 Bedreigingen p.4). Ondanks de populatieafname tot het einde van de 20^e eeuw blijft de status van de nachtzwaluw op de IUCN Red List 'Least Concern'. Wel werd de soort opgenomen in bijlage I van de EG-Vogelrichtlijn (79/409/EEG). Op de Vlaamse Rode Lijst wordt de nachtzwaluw ingedeeld onder 'Kwetsbare soorten' die op termijn tot status 'Bedreigd' kan overgaan. Meer specifiek is het een soort gebonden aan kwetsbare gebieden (Devos *et al.* 2004). In Limburg lijkt de soort dan weer weinig te lijden onder populatieafname (paragraaf II.3 Verspreiding, status en trek p.10).

De aberrante levensvorm zorgt ervoor dat deze intrigerende vogelsoort moeilijk te bestuderen is. Door het ontbreken van een gefundeerde wetenschappelijke basis, is er bijgevolg weinig met zekerheid geweten over de nachtzwaluw. Veelal lijkt de huidige kennis over nachtzwaluwen gebaseerd te zijn op verhalende info, overgedragen van de ene generatie op de andere.

I.3 Bosland

Secundaire habitats waarin nachtzwaluwen voorkomen vinden we terug in Bosland, het onderzoeksgebied van deze studie. Bosland is een, in 2008, opgericht samenwerkingsverband tussen de gemeenten Lommel, Hechtel-Eksel en Overpelt en het Agentschap voor Natuur en Bos (ANB). De totale bosoppervlakte bedraagt er 6000ha. Binnen Bosland tracht men vanuit een integrale benadering een duurzaam bosbeheer toe te passen. Rekening houdend met de recreatieve en economische functie van boscomplexen wil men er de natuurwaarden herstellen en uitbouwen door de creatie van gemengde bossen, golvende bosranden, vennen en stuifzanden (anoniem 2011c).

De huidige aanblik van Bosland ontstond aan het begin van de 20^e eeuw. Door het in onbruik raken van heideterreinen en de stijgende vraag naar hout werden heide- en stuifduingebieden in snel tempo beplant. Eerst met grove den (*Pinus sylvestris*), later werd deze al snel vervangen door snelgroeiende Corsicaanse den (*Pinus nigra var corsicana*) (paragraaf Historiek p.21). De afgelopen jaren zijn er belangrijke beheerswerken, in het teken van het behoud van de nachtzwaluw, uitgevoerd in Bosland (paragraaf III.3 Recente beheerswerken p.24).



I.4 Bedreigingen

Sinds het einde van de 19^e eeuw verschijnen er tal van berichten over afname van nachtzwaluwpopulaties (paragraaf II.3.1 Verspreiding, status en trek p.10). Mogelijke oorzaken zijn habitatdegradatie en versnippering, dalende voedselbeschikbaarheid, toenemende recreatedruk en verstoring, het veranderende klimaat en andere dagelijkse bedreigingen (Maréchal 1989b, Post 1990). Bovendien beïnvloeden deze bedreigingen elkaar, waardoor het inschatten van hun individuele bijdrage moeilijk is. Hieronder worden de afzonderlijke factoren besproken.

I.4.1 Habitatdegradatie en -fragmentatie

Habitatdegradatie

Habitatdegradatie en -fragmentatie zijn waarschijnlijk de belangrijkste oorzaken van de populatieafname. De specifieke biotopen waarin nachtzwaluwen voorkomen (paragraaf II.4.1 Habitat p.13), worden sterk bedreigd door een dalende oppervlakte, kwaliteit en connectiviteit.

Heide- of halfnatuurlijke gebieden worden gekenmerkt door een eeuwenlange invloed van de mens op de structuur van de vegetatie (Gimingham & De Smidt 1983). Vooral extensieve landbouw onttrok in grote maten nutriënten en materialen aan dit systeem. Heidegebieden werden gebruikt als graasgronden, maar ook voor strooisel-, wintervoeder-, honing-, brandstof- en voedselproductie. Successie werd tegengegaan en er ontstond een oligotroof milieu met diverse levensgemeenschappen zoals stuifduinen, natte-, droge heide en vennen. Maatschappelijke veranderingen en technische ontwikkelingen zorgen sinds het einde van de 19^e tot midden 20^e eeuw voor het in onbruik geraken van heidegebieden (Hermy *et al.* 2004). Ontginningen en functieverandering zoals afgravingen van duinen, omzetting tot wei- en akkerland, bebossingen en verkavelingen zorgden voor 95 procent afname van de oorspronkelijke oppervlakte in Vlaanderen en Nederland (Odé *et al.* 2001).

Bosbeheer met oog op pure houtproductie is nadelig voor nachtzwaluwen. Hierin domineren vaak homogene (naaldboom) bestanden met korte omlooptijden, kaalkappen zonder overstaanders, ruiming van dood hout en een dichte heraanplanting. Na het uitvoeren van kaalkappingen en het herstel van habitats stelde men in Suffolk (Groot-Brittannië) een sterke populatietoename vast (Ravenscroft 1989). Langston *et al.* (2007a) schrijven een populatiestijging van nachtzwaluwen toe aan een toename van geschikt habitat door kaalkappingen in een voorheen homogene aanplanting.

Naast ontginning, wateronttrekking en zwaveldepositie is atmosferische stikstofdepositie een belangrijke oorzaak van habitatdegradatie (Heil & Diemont 1983, Roelofs 1986, Aerts & Berendse 1983, de Graaf *et al.* 1994). Hierbij zal een hoge $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ ratio zorgen voor aanrijking van het systeem. Bijgevolg verdwijnen soorten gebonden aan oligotrofe milieus en stijgt de kans op vergrassing (van den Berg & Roelofs 2005). De critical load (mediaan 11kg N/ha/J) voor heideterreinen (Janssen &



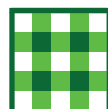
Mensink 2002, Meykens & Vereecken 2001, Langouche *et al.* 2002) wordt nog steeds overschreden (Vlaanderen 21 kg N/ha/J, Limburg 19 kg N/ha/J) (Overloop *et al.* 2007). Vergrassing en het verdwijnen van heidespecifieke soorten zorgen voor een daling van geschikte broedplaatsen en een mogelijke verandering in voedselbeschikbaarheid voor de nachtzwaluw.

Natuurlijke processen spelen, naast bovenstaande antropogene invloeden, een belangrijke rol in het verdwijnen van geschikte broed- en foerageergebieden. Heidevegetaties vormen slechts een tussenstap in de successie van open vlakte naar bos. Door het wegvallen van de antropogene activiteiten zoals plaggen, kappen en branden van de heide, heeft successie zich in vele gevallen kunnen voltooien (Hermy *et al.* 2004). Dit zorgt ervoor dat heidegebieden dichtgroeien met, bijvoorbeeld, spontane opslag van berken en maakt het gebied ongeschikt voor nachtzwaluwen (Berry 1979, Matthé 1982, Post 1989, Schepens & van Asseldonk 1989).

Habitatfragmentatie

Daar vijftientwintig procent van Vlaanderen wordt ingenomen door verstedelijking, tweeënzestig procent door landbouw en dit alles doorkruist wordt met 65000 kilometer wegen, behoort het tot één van de meest gefragmenteerde gebieden in Europa (anoniem 2011f). Als gevolg hiervan nam de oppervlakte van habitatfragmenten drastisch af en steeg de hoeveelheid randhabitat t.o.v. kernhabitat. Door de stijgende invloed van randeffecten daalde habitatkwaliteit en verdwenen gevoelige soorten. Daarenboven zijn kleine oppervlakten vaak enkel in staat kleine populaties te herbergen. Kleine populaties lijden vaak onder verminderende genetische variabiliteit, dalende reproductie en stijgende impact van stochastische effecten. De stijgende graad van ruimtelijke isolatie zorgt ervoor dat de kans op herkolonisatie van habitats of de immigratie van individuen daalt (Peymen *et al.* 2005).

Kleine nachtzwaluwpopulaties zijn in sterke mate onderhevig aan milieu- (o.a. branden, storm) en demografische stochastisiteit (o.a. verkeersslachtoffers) (Kalkhoven *et al.* 1995). Kernpopulaties (*key-populations*) zullen hieraan minder onderhevig zijn. *Key-populations* worden omschreven als populaties met voldoende individuen om met 95 procent kans honderd jaar te overleven en met uitwisseling van minstens één individu per generatie (Verboom *et al.* 2001). Indien we deze soort beschouwen als middellang levende, middelgrote gewervelden dient een kernpopulatie, volgens Verboom *et al.* 2001, veertig broedparen te bevatten. Wanneer we de soort daarentegen beschouwen binnen een metapopulatie, of een groepering van afzonderlijke populaties met temporele extincties en kolonisations, onderling verbonden door dispersie en omgeven door een matrix van ongeschikt gebied (Levins 1969), verhoogt het aantal noodzakelijke broedkoppels naar honderdtwintig (metapopulatie met kernpopulatie) of tweehonderd (metapopulatie zonder kernpopulatie) (Verboom *et al.* 2001). Binnen Bosland wordt gewerkt aan de ontwikkeling van dergelijke netwerkstructuur. Een netwerkstructuur met open gebieden, een mozaïsche bosstructuur en diverse leeftijdsklassen impliceert de



creatie van kerngebieden, steppingstones en corridors. Domeinbos Pijnven, De Vriesput en Paardshaagdoornberg Deelgebied (DG) bezitten hierin grote potenties ter ontwikkeling van kerngebied voor bos-, bosrand- en soorten van open gebieden. Corridors worden vertegenwoordigd door brede golvende dreven en interconnecterende open zandgronden die de kerngebieden verbinden. Daarnaast worden geïsoleerde open zandgronden beschouwd als steppingstones (Indeherberg *et al.* 2002)

I.4.2 Voedselbeschikbaarheid

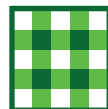
Vegetatieveranderingen kunnen belangrijke verschuivingen in het voedselaanbod van de nachtzwaluwen veroorzaken. In welke mate dit echter een impact heeft op de populatieaantallen is niet duidelijk. De gedaalde beschikbaarheid van insecten is vooral te wijten aan het toegenomen gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen. Sinds de jaren '70 ziet men een duidelijke afname van het aantal insecten en het vermijden van landbouwgebieden door nachtzwaluwen. Door het stijgende pesticidegebruik zijn nachtzwaluwen nu aangewezen op bos- en natuurgebieden. (Bijlsma 1989, Maréchal 1989c, Post 1989, Timmerman 1989, Langston *et al.* 2007a).

Maar niet alleen het aantal insecten is drastisch gedaald, ook het aantal mogelijke foerageerplaatsen is afgenomen. Versnippering van habitats door verstedelijking, recreatie en intensieve landbouw kunnen het moeilijk maken geschikte gebieden met insecten te bereiken (Maréchal 1989c, Liley & Clarke 2003). De overblijvende populaties situeren zich vaak maximaal verwijderd van bebouwing, recreatie en intensieve landbouw (Bijlsma 1989).

I.4.3 Recreatie en verstoring

Een diverse afwisseling tussen gestructureerd bos, heide en zandverstuivingen met open plekken en bosranden is niet alleen de omschrijving van het ideale nachtzwaluwhabitat, maar ook dat van het meest attractieve terrein voor recreanten. Als grondbroeder is de nachtzwaluw erg gevoelig voor recreatie. Een dalende rust als gevolg van overmatige betreding en verstoring oefent een negatieve invloed uit op het broedsucces (Timmerman 1989, van Dijk 1989). In vele gebieden is de achteruitgang van de populatie rechtstreeks te wijten aan een stijgende recreatiedruk (b.v. Berry 1979, Matthé 1982, Bijlsma 1989, Lensink *et al.* 1989, Maréchal 1989c, Post 1989, Schepens & Asseldonk 1989, Timmerman 1989, van Dijk 1989, Murison 2002, Liley & Clarke 2003, Langston *et al.* 2007b). Zo merkt men achteruitgang door hogere recreatiedruk rond bouwzones (Bijlsma 1989) en druk bezochte zandverstuivingen (Lensink *et al.* 1989) terwijl ontoegankelijke gebieden vaak nog verschillende koppels weten te herbergen (Scheppens & van Asseldonk 1989) of zelfs kunnen zorgen voor de terugkeer van de soort (Matthé 1982).

De vorm en intensiteit van recreatie bepalen in grote mate de verstoringkans. Aangezien nachtzwaluwen overdag vertrouwen op hun mimicry en zelden wegvliegen, zullen wandelaars die op de paden blijven als weinig verstorend ervaren worden (Maréchal 1989c). Anderzijds zijn loslopende honden wel een groot probleem omdat zij



nachtzwaluwen van hun broed- of rustplaats kunnen verjagen (Murison 2002, Bijlsma 1989, Langston *et al.* 2007b). Wanneer de broedplaats onbewaakt is, kunnen de eieren afkoelen en zijn ze goed zichtbaar voor dagpredatoren, hoofdzakelijk kraaiachtigen (*Corvidae*). Dergelijke nestpredatie treedt vooral op bij lage vegetatie rondom het nest (Langston *et al.* 2007b). Vervolgens beschreven Langston *et al.* (2007b) ruiters als gevaarlijke, aangezien zij eieren kunnen vertrappelen wanneer zij van de paden afwijken.

Tenslotte brengt onderzoek naar de invloed van recreatie en verstedelijking op het dalende broedsucces van nachtzwaluwen verschillende gevaren naar voor: (1) hogere recreatie (Murison 2002), (2) kortere afstand tot het wandelpad, (3) een hoger aantal wandelpaden binnen 50, 100 en 500m van een broedsel (Langston *et al.* 2007b) en (4) hoge stedelijke ontwikkeling in een straal van 750m (Liley & Clarke 2003). De aanwezigheid van stedelijke ontwikkeling brengt onrechtstreeks lichthinder en predatie en verstoring door huisdieren met zich mee (Liley & Clarke 2003).

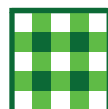
I.4.5 Andere gevaren

Natuurlijk is de nachtzwaluw ook slachtoffer van allerlei hedendaagse gevaren. In zuid- en midden Europa, Malta, Egypte en Tunesië vallen jaarlijks nog veel slachtoffers te betreuren door de jacht. Wegen oefenen een aanzienlijke aantrekking uit op nachtzwaluwen. De afgegeven stralingswarmte verhoogt 's nachts de activiteit van insecten. Door het foerageren op deze insecten vallen er dan ook geregeld verkeersslachtoffers (Maréchal 1989b). Naast de besproken effecten van pesticiden op de voedselbeschikbaarheid kunnen deze chemicaliën een meer directe impact hebben. Bioaccumulatie van pesticiden kan zorgen voor het sterven van jongen of zelfs adulte vogels (Maréchal 1989b).

I.5 Beheersmaatregelen

Het opstellen van gebiedsgerichte beheersmaatregelen binnen natuurgebieden kan een belangrijke stap zijn tot het herstel van nachtzwaluwpopulaties. De creatie van grote, aaneengesloten gebieden en de reductie van atmosferische stikstofdepositie, om vergrassing en verzuring tegen te gaan, spelen daarnaast een belangrijke gebiedsoverschrijdende rol. Dergelijke ingrepen zullen niet alleen de nachtzwaluw ten goede komen, maar creëren ook geschikt habitat voor invertebraten en andere vogels, daar de nachtzwaluw gezien kan worden als een paraplu-soort.

Belangrijke habitats in een nachtzwaluwterritorium zijn open zandgronden, structuurrijke heide en graduele overgangen naar ijl bos of mozaïekbos. Stuifzanden en open plekken kunnen gecreëerd of hersteld worden door kaalkap, plaggen of het frezen van bosbestanden of gedegradeerde heide (Hermy *et al.* 2004). Ook het verbreden en golvend maken van dreven heeft positieve effecten op de nachtzwaluwpopulatie (Beyen 2000, anoniem 2011c). Voor de creatie van mozaïek- en ijl bos zijn verschillende opties mogelijk. Vertrekkende van dense of homogene bestanden zijn groepschappingen met



overstaanders noodzakelijk om natuurlijke verjonging een kans te geven (Beyen 2000). Een rotatiesysteem met kaalslag en aanplant kan bovendien zorgen voor de creatie en verschuiving van open plekken waardoor de beschikbaarheid van geschikte habitats aanwezig blijft (Burgess *et al.* 1990, Scot *et al.* 1998). Het effect van begrazing op nachtzwaluwpopulaties is niet eenduidig. Vast staat dat bij de aanwezigheid van vee het aantal insecten stijgt (Lensink 1989, Maréchal 1989c). Begrazing verhoogt wel het risico op vertrappeling van nesten. In een raster, met een herder of periodieke begrazing kan dit risico tijdens het broedseizoen verlaagd worden. Bovendien kan de aanwezigheid van vee, voor of na het broedseizoen, het dichtgroeien van zandbodem verhinderen en de verjonging van heide bevorderen (Van Dijk 1989).

I.6 Doelstellingen

De nachtzwaluw blijkt bijzonder gevoelig voor de talrijke bedreigingen. De mysterieuze en gespecialiseerde levenswijze maakt het bovendien moeilijk de soort te bestuderen. Door het ontbreken van uitgebreide wetenschappelijk gebaseerde kennis kan het doeltreffend opstellen van nachtzwaluwgerichte beheerswerken verhinderend worden. Daarom werd er getracht met behulp van ringvangsten en radiotelemetrie:

- het habitatgebruik van de nachtzwaluwpopulatie in Domeinbos Pijnven in kaart te brengen.
- een vegetatiegerichte analyse uit te voeren van het habitatgebruik.
- een populatieschatting te maken binnen het studiegebied.
- biometrische gegevens van de nachtzwaluw te verzamelen.

Beheerswerken staan in Bosland al geruime tijd in teken van nachtzwaluwherstel. Daarom werd er een poging gedaan om op basis van ervaringen en na analyse van het habitatgebruik:

- een bespreking en optimalisatie te maken van de uitgevoerde beheerswerken.
- nagegaan hoe men, met behulp van bosbouwkundige ingrepen, het habitat van nachtzwaluwen kan optimaliseren.



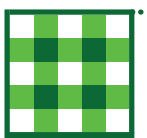


• *Vrouwtje van nachtzwaluw* •
• *negen, broedend. (foto:* •
• *Theo Geuens)* •

• *Typische nestlocatie:* •
• *kale grond, verspreide* •
• *takjes en mos. (foto:* •
• *Theo Geuens)* •



• *Broedende nachtzwaluw.* •
• *(foto: Theo Geuens)* •



Hoofdstuk II: De nachtzwaluw (*Caprimulgus europaeus*)

De nachtzwaluw (*Caprimulgus europaeus* Linnaeus) kunnen we terugvinden binnen de orde van de nachtzwaluwachtigen (*Caprimulgiformes*). Binnen deze orde bevinden zich 5 families: *Staetornithidae*, *Podagridae*, *Nyctibiidae*, *Eurostopodidae* en de *Caprimulgidae* (Hackett *et al.* 2008). De *Caprimulgidae* of nachtzwaluwen worden ingedeeld in 15 genera die samen 89 soorten bevatten (Gill 2006).

II.1 Geschiedenis: Geitenmelker en dagslaper.

De nachtelijke en verborgen levenswijze van de nachtzwaluw is voor velen een enorme bron van inspiratie en fantasie. Volgens Kraak (1989) zijn de oudste beschrijvingen van de nachtzwaluw terug te brengen tot deze van Aristoteles (382-322 voor Chr.) die *Caprimulgus europaeus* omschrijft als Aegothèlas of 'geit-melker'. Hij beweerde dat de nachtzwaluw op geiten zou afvliegen om de uier ervan leeg te zuigen met het 'opdrogen' van de uiers tot gevolg. Natuurlijk berust deze naamgeving op een verkeerde interpretatie van het biologisch gedrag. Waarschijnlijk foerageerden de nachtzwaluwen die hij zag op insecten in de weilanden met dit kleinvee.

Hoewel in vele gevallen de betekenis van het Griekse Aegothèlas verloren is gegaan, blijft het mysterieuze gedrag terugkomen in de naamgeving van de nachtzwaluw: Caprimulgus (Latijn), Succiacapre (Italiaans), Chotacabras (Spaans), Ziegenmelker (Duits). Andere naamgevingen verwijzen naar de overige aspecten uit de levenswijze van de nachtzwaluw: Engoulevent (Windhapper – Frans) (Kraak 1989).

Zoals Maréchal (1989b) aangeeft, zijn er tal van volksnamen die her en der in de literatuur opduiken. Vaak zijn deze gerelateerd aan bepaalde gedragingen van de nachtzwaluwen. We delen de mening van Maréchal dat deze alleszeggende volksnamen niet verloren mogen gaan. Daarom stellen we hier een kleine selectie voor. Op basis van het slaapedrag: Dagslaeper. Naar analogie van de jachtwijze: Windslikker, Peerheer (Paardeherder), Mottenpakker. Met betrekking tot de morfologie en mimicry: Paddenbek, Vliegende Krodde, Dwaasvogel. Naar aanleiding van zijn geluid: Nachtraaf, Ratelaar, Nachtratel.

II.2 Veldkenmerken

De nachtzwaluw is 24 tot 28cm groot en heeft een spanwijdte van 52 tot 59cm. Deze nachtactieve insectivoor kan qua bouw aan een kleine valk (*Falco sp.*) of koekoek (*Cuculus canoris*) doen denken. Het bruingrijze verenkleed, bezaaid met beige en zwarte vlekken en strepen biedt hen een perfecte camouflage. Rustend op een tak of op de grond zijn zij haast niet te onderscheiden van hun omgeving. Bovendien vliegen ze dikwijls pas op wanneer ze kort benaderd worden (Cramp 1985, Svensson *et al.* 2005).



Mannetjes verschillen van de vrouwtjes door de aanwezigheid van subterminale witte tot bruingele vlekken op de drie buitenste handpennen en terminale vlekken op de twee buitenste staartpennen. Daarnaast beschikken mannetjes over witte vlekken aan wijszijde van de keel. Bij vrouwtjes zijn al deze vlekken afwezig. Juveniele vogels lijken op vrouwtjes, maar zijn grijzer, bleker en bevatten minder gedetailleerdere tekeningen op de rugveren en buikveren. Bij volgroeide vogels kan het onderscheid gemaakt worden tussen tweede kalenderjaar- (2KJ) of volgroeide individuen (VG). 2KJ vogels worden herkend door de aanwezigheid van contrasterende oude (juveniele) veren in de vleugeldekveren, hand- of armpennen ten opzichte van de nieuwe, verse veren.

Het meest opvallende aan de nachtzwaluw is waarschijnlijk zijn zang. Een minutenlang intens ratelend 'errrrrrrrrrrrruurrrrrrrrrrr...' geluid met af en toe enkele korte pauzen. Meestal eindigt deze strofe in een diep hakkellend 'fiORRRRR'. In vlucht is er vaak het kikkerachtige 'krruLET' te horen. Tijdens de balts slaan mannetjes vaak met hun vleugels tegen elkaar en zweven zij met openstaande staart en omhoog gevouwen vleugels (Cramp 1985, Svensson *et al.* 2005).

II.3 Verspreiding, status en trek

Het verspreidingsgebied van de Nachtzwaluw, als broedvogel, strekt zich uit van Europa tot West- en Centraal-Azië en Noordwest Afrika. Hierbij vormt, afhankelijk van de bron, de 63^{ste} (Glutz von Boltzheim & Bauer 1980, Cramp 1985, Indeherberg *et al.* 2002) of de 66^{ste} breedtegraad (Maréchal 1989a) de noordelijke grens in Europa. Tot voor kort werd aangenomen dat de Nachtzwaluw, die een trekvogel is, overwintert in het noordelijke deel van de Afrikaanse tropen, Oost- en Zuid-Afrika (Cramp 1985), maar onderzoek naar het migratie gedrag van Engelse nachtzwaluwen bracht hieromtrent verrassende informatie aan het licht (paragraaf II.3.5 Trek p.12).

II.3.1 Europa

Europa beslaat 50 tot 74 procent van het gehele verspreidingsgebied (Birdlife International 2011), met bolwerken in Oost-Europa en het Middellandse Zeegebied (Hagemeijer & Blair 1997). De 2010 IUCN Red List Status is 'least concern' doordat de populatie in Europa geen afname van meer dan 30 procent heeft gekend over de laatste 10 jaar of 3 generaties. Bovendien is de populatie (470.000-1.000.000 broedparen) niet gedaald onder de 10.000 mature individuen (Birdlife International 2011). Wel is de nachtzwaluw opgenomen in de EG-vogelrichtlijn (79/409/EEG) bijlage 1. Hierdoor worden de Europese lidstaten er toe verplicht de biotopen van deze vogels te beschermen, in stand te houden en te herstellen (Europese Unie 1979). Voor de instandhouding van deze soort moeten Speciale Beschermingszones (SBZ) worden afgebakend. Deze SBZ's kunnen vervolgens geïntegreerd worden in het Natura 2000 netwerk zoals voorgeschreven door de Habitatrichtlijn (1992).



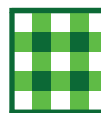
Sinds 1950 kent de Europese populatie vooral in West- en Noordwest Europa een sterke afname (Cramp 1985, Glutz von Boltzheim 1980, Morris *et al.* 1994, Schlegel 1967, Sierro 1991). Een afname die hoofdzakelijk te wijten is aan het verdwijnen van geschikte broed- en/of foerageerhabitats, habitatdegradatie en -versnippering (Conway *et al.* 2007, Cramp 1985, Glutz von Boltzheim 1980, Maréchal 1989a, Matthé 1982). Het laatste decennium verschijnen er echter hoopgevende berichten van herstellende populaties in Vlaanderen (Vermeersch *et al.* 2004), Groot-Brittanie, Nederland en Estland (Bult 2002, Burfield & Van Bommel 2004, Langston *et al.* 2007.a, Scott *et al.* 1998).

Een landelijke nachtzwaluw telling in 2007 schatte de populatie in Nederland op 1584 koppels. De hoogste telling in 30 jaar. Naast een populatietoename in bezette gebieden, keerde de nachtzwaluw ook terug naar -eerder- verlaten gebieden. De territoria situeerden zich voornamelijk op de hoge zandgronden in oostelijk Nederland met Gelderland, Noord-Brabant en Limburg als best scorende provincies (van Kleunen 2007).

II.3.2 België

Inventarisatie van nachtzwaluwen gebeurt best in de maanden juni & juli (Hustings *et al.* 1985 in Vermeersch *et al.* 2000) van zonsondergang tot zonsopgang (van Dijk 1993) en dit door verschillende malen potentiële gebieden te bezoeken. Hierbij geldt de waarneming van individuen, paren, territorium indicerend gedrag, een nest of nest indicerend gedrag in geschikt biotoop als de (waarschijnlijke-) aanwezigheid van een broedlocatie. Bovendien wordt het gebruik van geluidsopnames, om het gesnor uit te lokken, toegestaan (o.a. Bijlsma 1989, Vermeersch *et al.* 2000, Indeherberg *et al.* 2002, Sloendrecht 2009, anoniem 2011g).

In Vlaanderen is de nachtzwaluw vooral gebonden aan de Kempense zandgronden met bolwerken aan de rand van het Kempens Plateau. Aan het begin van de 20^e eeuw was de nachtzwaluw een algemene broedvogel in de Kempen (Van Havre 1928, Segers 1948). Vanaf 1930 ging het bergaf tot een absoluut dieptepunt rond 1980 met een geschatte populatie van 208 tot 281 broedparen (Lippens & Wille 1972, Matthé 1982). In 2002 werd de populatie geschat op 500 tot 550 koppels. Sindsdien is een populatietoename waargenomen, maar exacte gegevens zijn niet eenduidig weergegeven (Vermeersch & Anselin 2009). Ook Wallonië deelde in de klappen en zag zijn nachtzwaluwpopulaties sterk dalen na verbossing van de kalkgraslanden sinds 1950. Momenteel blijven er 3 kernpopulaties over: het militair domein van Lagland (Aarlen), in de regio van Spa-Malchamps en aan Croix-Scaille (Gedinne). De Waalse populatie wordt momenteel geschat op 50 tot 60 koppels (Jacob *et al.* 2011).



II.3.3 Limburg

In tegenstelling tot Vlaanderen, leek de provincie Limburg weinig te voelen van de populatieafname die begon rond 1930. Rapporten uit 1960 (Janssen in Gabriëls 1985), 1970 (Lippens & Wille 1972) en 1980 (Matthé 1982) spreken over een 200 tal koppels (Gabriëls 1985). Ten opzichte van 1985 verdween de nachtzwaluw in 1992 uit de helft van de geïnterpreteerde kilometerhokken, maar toch schatte men de populatie op 200 koppels (Gabriëls *et al.* 1994). Tellingen uit 2002 resulteerden in een populatiestijging van 250 procent t.o.v. 1992. De populatie zou dus al 500 koppels omvatten. Een belangrijke stijging zou te wijten zijn aan het inventariseren van nieuwe gebieden (Vermeersch *et al.* 2004). Een laatste telling (2008) noteerde opnieuw een forse stijging tot 800 koppels (Vermeersch & Anselin 2009).

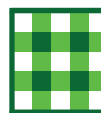
II.3.4 Bosland

Sinds 1997 worden er in Domeinbos Pijnven door Geuens & Ulenaers inventarisaties uitgevoerd naar de nachtzwaluwpopulatie. Schattingen van het aantal zangposten variëren hierbij tussen 20 en 30 (Verstraeten 2008). Andere berichten uit 1992 (Gabriëls 1994) en 1999 (Indeherberg 2002) spreken over 50 en respectievelijk 47 territoria.

II.3.5 Trek

De nachtzwaluw is een trekvogel die in onze streken aankomt tussen eind april en begin mei. Hij vertrekt weer rond september. De mannetjes komen het eerst aan, gevolgd door de vrouwtjes die enkele dagen tot enkele weken later arriveren (Bijlsma 1989, Berry & Bibby 1981, Glutz von Boltzheim & Bauer 1980, Gribble 1983, Schlegel 1969, Maréchal 1989a). Eens aangekomen in de broedgebieden starten de mannetjes snel met hun territoriaal gedrag. Vrouwtjes moeten na aankomst snel op krachten komen om te beginnen met de eiproductie. Doortrekkers blijven slechts kort op een bepaalde plaats en zullen geen territoriaal gedrag vertonen (Maréchal 1989a). Zelfstandige jongen zullen meestal in willekeurige richtingen disperseren en bijgevolg voorkomen in atypische biotopen zoals parken, dorpen, kerkhoven en nabij wegen (Schlegel 1969, Daunicht 1985).

Vanaf augustus tot (uitzonderlijk) begin oktober vindt de trek uit de broedgebieden plaats. Er wordt aangenomen dat nachtzwaluwen uit onze streken via Spanje de oversteek maken naar Afrika. Waar de nachtzwaluwen uit de Belgische populaties heen trekken is voorlopig nog een groot raadsel. Men veronderstelt dat nachtzwaluwen overwinteren in het noordelijke deel van de Afrikaanse tropen, Oost- en Zuid-Afrika (Cramp 1985). Waarschijnlijk houden nachtzwaluwen ook korte trekpauzes om energie op te doen (Kuyk 1984, Lehtonen 1951, Mather 1986).



Onderzoek naar het migratiegedrag van 2 Engelse nachtzwaluwen geeft de hiaten in de huidige kennis weer. Op de nachtzwaluwen werd net voor de trekperiode een geolocator bevestigd. Eén jaar later, na aankomst in hun oorspronkelijke broedgebied, werden de geolocators gerecupereerd. De vogels hadden overwinterd in de Democratische Republiek Congo, dat buiten het vooropgestelde overwinteringsgebied (Cleere, 1998) van de nachtzwaluw ligt (Cresswell & Edwards schriftelijke correspondentie).

II.4 Ecologie

In deze paragraaf wordt vooreerst beschreven aan welke habitateisen het leefgebied van de nachtzwaluw moet voldoen op basis van literatuurgegevens. Vervolgens wordt een beeld geschept van de voedselkeuze en het foeragegedrag. Tot slot worden enkele andere, bijzondere gedragingen van nachtzwaluwen besproken.

II.4.1 Habitat

De nachtzwaluw is een typische bosrandvogel (Sierdsema 1995) die een voorkeur heeft voor overgangszones tussen verschillende biotopen of mozaïeklandschappen (Morris *et al.* 1994, Ravenscroft 1989). Bosrandvogels, of vogels van halfopen terrein, verkiezen bosranden, boomgroepen en open bos. Als primaire habitattypes voor de nachtzwaluw worden structuurrijke (natte of droge) heideterreinen met de aanwezigheid van verspreide bomen zoals Berk (*Betula sp.*), grove – (*Pinus sylvestris*) en Corsicaanse den (*Pinus nigra var corsicana*) naar voor geschoven. Zoals in de heideterreinen vormt de gediversifieerde overgang naar open bos ook bij zandverstuivingen een belangrijke factor (Berry 1979, Bijlsma 1989, Lensink 1989 Schepens & van Asseldonk 1989). Indien deze primaire habitats afwezig of gedegradeerd zijn, kunnen de nachtzwaluwen voorkomen in zogenaamde secundaire habitats. Deze zijn voornamelijk te vinden in bosomgevingen en bevatten oude/jonge naaldbossen, kaalkap-, brand- of stormvlaktes. Naast het voorkomen van ijle bestanden is de aanwezigheid van open terreinen noodzakelijk in een nachtzwaluwterritorium (Beyen 2000).

Een belangrijke nuance in dit verhaal wordt gemaakt door Busink (2000) en Ravenscroft (1989) die wijzen op de hoge aantrekkingskracht van jonge aanplanten of structuurrijke, open oude aanplanten. Dit staat in schril contrast met de relatief lage aantrekkingskracht voor randen van heidegebieden en andere open gebieden. Bijzonder opvallend is de afwezigheid van nachtzwaluwen in (1) dichte bosbestanden en bosranden, (2) open ruimtes die grenzen aan agrarische percelen, weilanden en (grotere) wegen (Indeherberg *et al.* 2002). Overige biotopen waar de nachtzwaluw kan voorkomen zijn kalkgraslanden, hakhoutbestanden, zandduinen of kunstmatige biotopen zoals industriële sites, afvalterreinen, spoorwegtaluds en zandgroeves (Vermeersch *et al.* 2004).



Bodembedekking

Op basis van zijn broedbiotoop wordt de nachtzwaluw bestempeld als een xerothermofiele soort (warmte- en droogteminnend). De soort wordt hoofdzakelijk teruggevonden op bodemkundige formaties bestaande uit Terrasgrind-, dekzand- en stuifzandgebieden (Bayens 1985, Denis 1990). Doordat de bodem hier, minstens lokaal, goed drainerend en droog is (Maréchal 1989c), worden overwegend heuvelachtig landschap of lichtglooiende heide- en duinterreinen verkozen (Matthé 1982).

De thermische capaciteit van deze bodemkundige formaties vormt waarschijnlijk een belangrijke factor in het voorkomen van de nachtzwaluw. Deze gronden warmen overdag zeer goed op onder invloed van de zonnestraling om 's avonds de warmte weer geleidelijk af te geven. Nachtactieve insecten zoals kevers en nachtvlinder zullen verzamelen in de warmere luchtlagen boven deze zandgronden. Nachtzwaluw worden dan ook vaak jagend waargenomen boven deze open zones (Maréchal 1989c).

Kale bodems

Hoewel er in de meeste nachtzwaluwterritoria, minstens lokaal, droog, mul zand dagzoomt (Maréchal 1989c, Schlegel 1969), lijkt dit niet de bepalende factor te zijn in de keuze van het territorium (Scott *et al.* 1998, Wichmann 2004). De aanwezigheid ervan is niet strikt noodzakelijk, maar toch is het opmerkelijk dat nachtzwaluwactiviteit zich hier concentreert en dat deze habitats bestempeld worden als de beste territoria. Naast de aanwezigheid van duinen of stuifzanden kunnen onbegroeide zandvlaktes een aanzienlijk deel van het territorium beslaan (Indeherberg *et al.* 2002). Een kruidachtige of houtige vegetatie, zoals deze kan ontstaan enkele jaren na beheerswerken of aanplanting, hoeft niet nadelig te zijn. Indien er lokale open plekken of een bedekking met dennenaalden, schors of dood hout aanwezig is, biedt dit vaak nog goede broedlocaties (Beyen 2000).

Begroeiing

Het belang van de kruidlaag in de territoriumkeuze van nachtzwaluwen is nog onduidelijk. Vaak wordt structuurrijke heide als dominante grondvegetatie gevonden (Berry 1979), maar toch lijkt de aanwezigheid ervan niet noodzakelijk (Matthé 1982). Structuurloze, open heideterreinen zonder zandige plekken of vliegdennen zijn maar weinig interessant voor de nachtzwaluwen. Typische monotone vegetaties die hier voorkomen zijn struikheide (*Calluna vulgaris*), bochtige smele (*Deschampsia flexuosa*) en pijpenstrootje (*Molinia caerulea*) (Bijlsma 1989).

Afhankelijk van het milieu kunnen er aanzienlijke verschuivingen optreden in de vegetatiesamenstelling van de kruidlaag. Zo zal in vochtige gebieden heide vervangen worden door veenmossen (*Sphagnum sp.*) en vegetaties gekenmerkt door zonnedauw (*Drosera rotundifolia*) en veenpluis (*Eriophorum angustifolium*). In warme, droge en zandige gebieden vormen korstmossen en zandzegge (*Carex arenaria*) de bodembedekking (Bijlsma 1989, Cadbury 1981). In duingebieden duindoorn (*Hippophae rhamnoides*) zal domineren. Daarnaast kunnen grassen vaak een aanzienlijke deel van



de oppervlakten binnen een territorium bedekken. Hiervan zijn vooral pijpenstrootje (*Molinia caerulea*), bochtige smele (*Deschampsia flexuosa*) en buntgras (*Corynephorus canescens*) goede voorbeelden (Matthé 1982). Een andere verwijzing die Matthé (1982) maakt, is de aanwezigheid van nachtzwaluwen in ijle berkenbestanden met ondergroei van adelaarsvaren (*Pteridium aquilinum*).

Aangezien de nachtzwaluw een typische bosrandvogel is, is de aanwezigheid van bosranden, boomgroepen en open bos in hun territoria vanzelfsprekend (Sierdsema 1995). Deze vogel van halfopen terrein geeft de voorkeur aan overgangszones tussen verschillende biotopen of mozaïeklandschappen (Morris et al. 1994, Ravenscroft 1989). Naaldbossen worden daardoor vaak aanzien als geschikt habitat, hoewel de dichtheden er lager blijken te zijn dan in structuurrijke heideterreinen (Indeherberg *et al.* 2002, Scott *et al.* 1998, Wichmann 2003). Wanneer we de combinatie naaldbos-bosrandvogel maken, ontstaan er drie typische habitats waarin we in Vlaanderen nachtzwaluwen kunnen aantreffen: (1) ijle grove dennenbossen met weinig ondergroei, (2) overgangen van zandverstuiving of structuurrijke heide naar grove dennenbos en (3) kapvlakten in droge bossen (Post 1989).

Kaalkappen en jonge aanplanten vormen de belangrijkste habitats van de nachtzwaluw in naaldbossen (Bowden & Green 1991, Scott *et al.* 1998, Wichmann 2003). Onderzoek in Zuidwest Drente (Nederland) bracht aan het licht dat 67 procent van de zangposten er gelegen waren in kaalkapterreinen hoewel deze kaalkapterreinen slechts 10 procent van het potentiële broedgebied uitmaakten (van Dijk 1989). Bovendien blijkt uit onderzoek in Yorkshire (Groot-Brittannië) (Scott *et al.* 1998), Oostenrijk (Wichmann 2003) en Nederland (van Dijk 1989) dat zowel oppervlakte (0.7-1ha) als vorm (minsten 50m breed) van de kaalkap bepalende parameters zijn voor de aanwezigheid van zangposten. In welke mate deze elkaar beïnvloeden is niet duidelijk. Wel kan vastgesteld worden dat de invloed van de vorm afneemt als de oppervlakte groter is dan 0.7ha (Ravenscroft 1989, Wichmann 2003). Verschillende onderzoeken hebben getracht de ouderdom van aanplanten of de hoogte van dennen te linken aan territorium keuze (Bowden & Green 1991, Scott *et al.* 1998, Indeherberg *et al.* 2002). De tegenstrijdige berichten die hieruit resulteren verwijzen naar een andere, mogelijk belangrijkere factor, namelijk de openheid van een bestand en de aanwezigheid van lokaal kale plekken. Wanneer oude kaalkappen volledig begroeid zijn met dennen van 4 tot 5 meter en lokale open plekken ontbreken, worden ongeschikt voor nachtzwaluwen (Wichmann 2003). Open vliegdenbossen (Lensink *et al.* 1989), oude bossen met brede, open paden (Indeherberg *et al.* 2002) en halfopen of open oude bestanden (van Dijk 1989) worden daarentegen vaak als ideaal omschreven.

Begin 20^e eeuw begon men vooral in de provincie Limburg met de aanplant van naaldbomen op droge, goed vocht doorlatende bodemtypes. Doordat deze bodems net het geschikte biotoop van de nachtzwaluw vormen (Maréchal 1989c), is grove den de meest vertegenwoordigde boomsoort in het broedbiotoop (Indeherberg *et al.* 2002). Hoewel het voorkomen van de nachtzwaluw dikwijls gelinkt kan worden aan de



aanwezigheid van naaldbomen, is ook hier de absolute noodzaak ervan niet aangetoond (Berry 1979, Maréchal 1989c). Zo is er melding van enkele territoria uit Meeuwen (België) waar grove den ontbreekt en enkel ruwe berk (*Betula pendula*) en zomereik (*Quercus robur*) aanwezig zijn (Indeherberg *et al.* 2002). Anderzijds zou de aanwezigheid van loofbomen in territoria belangrijk kunnen zijn door de grotere rijkdom aan insecten vergeleken met naaldhout (Bijlsma 1989). Deze redenering wordt gesteund door onderzoek uit Groot-Brittannië (Berry 1979) en de Zwitserse Alpen (Sierro *et al.* 2000) waar nachtzwaluwen foerageerden in berken-, respectievelijk eiken bestanden.

II.4.2 Voedselkeuze en foerageergedrag

De nachtzwaluwachtigen bezetten een speciale ecologische niche van insectivore vogels die jagen tijdens schemering en nacht (Jetz *et al.* 2003). Zij beschikken dan ook over speciale morfologische- en fysiologische aanpassingen. Het dieet bestaat vooral uit nachtactieve motten (*Lepidoptera*), maar ook uit kevers (*Coleoptera*) (Cramp 1985, Schlegel 1969). Aangezien nachtzwaluwen weinig selectief zijn in hun voeding, zal de voedselsamenstelling afhangen van het aanbod. De beschikbaarheid aan insecten kan variëren volgens biotooptype, jaar, seizoen, temperatuur en vochtigheid, maar ook volgens de voorplantingstijd van de insecten (Cramp 1985, Schlegel 1969, Siero *et al.* 1998). Op momenten van massale voortplanting zal het aanbod aan insecten sterk stijgen (Maréchal 1989c).

Voedselsamenstelling

Om de voedselsamenstelling te bepalen zijn verschillende onderzoeken naar uitwerpselen, maaginhoud en prooiaanbod uitgevoerd. In de Zwitserse Alpen bestonden de uitwerpselen (n=22) van twee nachtzwaluwen vooral uit motten (80%), kevers en een kleine fractie tweevleugeligen (*Diptera*) en vliesvleugeligen (*Hymenoptera*) (Sierro *et al.* 2001). Maagonderzoek bij dode nachtzwaluwen (n=62) omzeilt de afwezigheid van verteerde prooiresten in uitwerpselen en geeft een vollediger beeld. Bij onderzoek in Groot-Brittannië vond men vooral motten (49%), kevers (38%) en vliesvleugeligen (13%) (Collinge in Cramp 1985). In Duitsland vond men motten (79%) en kevers (20%) in 10 magen (Schlegel 1969).

Onderzoek naar het prooiaanbod, met behulp van lichtvallen, geeft hoofdzakelijk informatie over de beschikbare motten aangezien zij het meest worden aangetrokken. Macro-nachtvlinders vormen in de Oost-Veluwe (Nederland) het grootste prooiaanbod. Opvallend is dat, in vergelijking met open heide, het aantal individuen en het aantal soorten tweemaal hoger is maar ook dat de beschikbaarheid aan prooien constanter is in bosranden en rond boomgroepen. Mogelijk koelen deze locaties minder af zodat insecten actiever blijven. Insecten zouden deze randen en boomgroepen bovendien ook gebruiken als oriëntatiepunten en migratielijnen (van Kleunen *et al.* 2007). Deze waarnemingen geven een mogelijke verklaring voor de aanwezigheid van nachtzwaluwen in de bosrand en rond boomgroepen. Door het aanbrengen van halsringen bij juvenielen wordt het



doorslikken van het voedsel verhinderd en kan de samenstelling van het aangeboden voedsel onderzocht worden. Opvallend hier was de hoge fractie kleine, goed verteerbare prooien en het ontbreken van kevers. Naarmate de juvenielen ouder worden, stijgt de grootte van de prooien (Schlegel 1969 en Sierro *et al.* 2001). Frappant is de aanwezigheid van steentjes en mineralen tot 1cm in de maaginhoud van nachtzwaluwen alsook in de halsringen van juvenielen (Schlegel 1969).

Morfologische en Fysiologische aanpassingen

Anders dan vleermuizen (*Chiroptera*) en uilen (*Strigiformes* en *Tytonidae*) maken nachtzwaluwen geen gebruik van echolocatie of geluid, maar jagen zij uitsluitend op het zicht. Hierdoor hebben zij in de evolutie speciale eigenschappen ontwikkeld om het vangen van vliegende insecten te vergemakkelijken.

Naast de ontwikkeling van grote ogen beschikt ieder oog over een gezichtsveld van 180° en kan ieder oog afzonderlijk gedraaid worden om de achterliggende omgeving te verkennen (Heinroth 1909). Bij het openen van de bek kan er langs de snavel gekeken worden waardoor de prooi nauwkeuriger gevangen kan worden (Maréchal 1989c). Ook de interne structuur van de ogen is aangepast. Het netvlies bestaat uit een groot aantal staafjes en achter het netvlies komt een tapetum lucidum voor (Nicol & Arnott 1974).

Andere ontwikkelingen in de kopstreek focussen zich op de 'verwerking' van prooien. Zo is veel beenweefsel in de schedel veranderd in een sponsachtige structuur met lucht ertussen. Dit maakt het voor de nachtzwaluw mogelijk om zijn bek zeer breed te openen. Tasthaartjes op de bovensnavel vergroten het vangoppervlak, verkleinen de ontsnappingsmogelijkheden voor insecten (Bühler 1987, Harrison Matthews *et al.* 1969, Howes 1978) en beschermen de ogen (Maréchal 1989c). Een sterk doorbloed gehemelte en de tastharen op de bovensnavel zouden toelaten snel te reageren bij de vangst van een insect (Cowles 1967, Howes 1987). Een verwijde slokdarm dient voor de opslag en snelle kanalisatie van voedsel (Cresswell 1986). De veren van de nachtzwaluw zijn zacht, zoals bij uilen, dit maakt het voor hen mogelijk geruisloos te vliegen en prooien makkelijker te naderen (Schlegel 1969).

Een belangrijke fysiologische aanpassing is het optreden van een hongerslaap. Zoals eerder besproken is de beschikbaarheid van voedsel sterk variabel en onvoorspelbaar. Bij ongunstige voedselomstandigheden, een afnemend vetgehalte en dalend lichaamsgewicht ontstaat een lethargische toestand waarbij de lichaamstemperatuur, hartslag en ademhaling dalen. Deze energiebesparende periode, die zowel bij adulten als juvenielen voorkomt, stelt de nachtzwaluw in staat korte, ongunstige periodes te overbruggen. Het uiterlijk van de vogel verandert. De nachtzwaluw is stijf, de vleugels zijn stijf en hangen af, de ogen zijn gesloten en de binnenkant van de bek is bleekgrauw (Peiponen & Bosley 1964, Peiponen 1965, Peiponen 1966, Peiponen 1970, Schlegel 1969). De vogel zal enkel ontwaken bij zonsondergang, omdat de kans om insecten te vangen dan groter is door de opgewarmde aarde (Schlegel 1969).



Foerageergedrag & -methodes

Belangrijke factoren die de zichtbaarheid van prooien bepalen zijn de grootte van de prooi en het beschikbare licht. Nachtzwaluwen benaderen hun prooien dan ook vrijwel altijd van onderuit (Mills 1986). Onderzoek van Brigham & Barclay (1992) bracht aan het licht dat, bij verwante nachtzwaluwachtigen, prooien kleiner dan 5mm niet opgemerkt werden.

Om te beschikken over voldoende licht zal de nachtzwaluw vooral jagen tijdens de ochtend- en avondschemering en tijdens heldere nachten met maanlicht. Prooien zullen dan geïdentificeerd worden als donkere objecten tegen een, voor hen, lichte achtergrond. De hoeveelheid beschikbaar licht bepaalt in grote mate het foerageergedrag (Jetz *et al.* 2003, Mills 1986, Todd *et al.* 1998). Door de vaak ongunstige lichtomstandigheden en beperkte foerageertijd is de nachtzwaluw sterk afhankelijk van een hoge dichtheid grote prooien om zichzelf en zijn jongen van voldoende voedsel te voorzien (Todd *et al.* 1998). Ze jagen vaak op dezelfde plaatsen in hun biotoop en ondernemen voedselvuchten vanuit hun broedgebieden naar geschikte foerageergebieden (Alexander 1984, Cresswell 1986, Cresswell 1987, Schlegel 1967, Schlegel 1969). Dikwijls zoeken ze overgangssituaties op tussen twee of meer habitattypes waarbij verschillende microklimaten het hevigst op elkaar inwerken. Warmte die afgegeven wordt door bepaalde microklimaten zoals zandpaden, duinen en wegen trekt insecten aan. In geschikte foerageergebieden kunnen vaak verschillende nachtzwaluwen samen jagend waargenomen worden (Berry 1979).

Foerageermethodes

Matthé (1989c) beschrijft enkele foerageermethodes op basis van Alexander (1985). Deze opsomming is waarschijnlijk niet volledig, maar geeft een globaal beeld van de gebruikte foerageermethodes.

Directe Jacht: De nachtzwaluw vliegt op variabele hoogte en kijkt af van zijn vliegpatroon om prooien te bemachtigen.

Vliegvangermethode: Het vangen van individuele, vliegende prooien vanuit een lager gelegen wachtpost. Deze methode wordt gebruikt tijdens slechte weersomstandigheden en beperkte lichtomstandigheden.

(Bos-)randfoerageermethode: Rustig vliegend op drie vierde van de boomhoogte versnelt de vogel af en toe naar de hogere delen van de bomen om er enkele seconden te bidden en vervolgens weer verder te gaan. Mogelijk pikt de nachtzwaluw ook insecten vanop de oppervlakte van bladeren.

Zwevende methode: Zweven over kruiden, grassen, struiken, lagen bomen en vegetatie loze bodems zoals kiekendieven (*Circinae*) dit doen boven rietvelden.

Bodemfoerageren: Mogelijk gebruiken nachtzwaluwen deze methode om voedsel te bemachtigen tijdens voedselschaarste of slechte prooibereikbaarheid.



II.4.3 Andere gedragingen

Activiteit

Overdag zijn nachtzwaluwen inactief en rusten zij gedurende het hele seizoen op dezelfde locaties, tenzij ze verstoord worden (Bowden & Green 1991, Cramp 1985). Indien nachtzwaluwen rusten in bomen zullen zij platgedrukt liggen in de richting van de tak. Andere rustplaatsen zijn onder andere op de grond, dit op of tussen dood takhout (Cresswell 1992). Berry (1979) beschrijft dat mannetjes tijdens het broedseizoen meestal binnen een straal van 50m van het nest rusten.

De lichaamstemperatuur van de nachtzwaluw fluctueert gedurende de dag, waarbij de maxima samenvallen met de schemeringsperiode voor zonsondergang en een korte periode voor zonsopgang (Peiponen 1965, Peiponen 1966). De endogene cyclus zorgt ervoor dat overdag energie gespaard wordt en 's nachts de jachtactiviteit maximaal ontwikkelt. Nachtzwaluwen foerageren dan ongeveer één tot vier uur. Net zoals bij andere zangvogels zal er 's nachts een fysiologische pauze ingelast worden (Alexander 1983, Bijlsma 1989, Cresswell 1986, van Dijk 1989).

Territoriaal gedrag

Afhankelijk van de bewolking en fase van de maan beginnen de mannetjes tien tot zeventig minuten na zonsondergang te zingen. 's Ochtends zal de zang een uur tot half uur voor zonsopgang aanvangen (Bijlsma 1989, Cramp 1985, Schlegel 1969). Op warme zomernachten kunnen zingende mannetjes gedurende de gehele nacht gehoord worden, op andere momenten zijn ze niet te horen (Bijlsma 1989). Mogelijk spelen temperatuur en neerslag hierin een belangrijke rol. De zangposten bevinden zich in boomtoppen of op lagere dode zijtakken in de randzones van open plekken of ijle bestanden.

Nachtzwaluwen zijn solitair, territoriaal en waarschijnlijk ook monogaam voor één seizoen. Toch zijn er waarnemingen waarbij het tweede broedsel werd voltrokken met een andere partner (Cramp 1985, Cresswell 1996). Wel zijn nachtzwaluwen plaatstrouw en kunnen broedplaatsen verschillende jaren na elkaar teruggevonden worden in de directe omgeving (o.a. Schlegel 1969, Bijlsma 1989, van Dijk 1969).

Het territorium wordt gebruikt om te broeden en het opkweken van jongen. Tijdens de broedperiode zal dit ook deels gebruikt worden om voedsel te verzamelen (Cramp 1985, Schlegel 1969). Twee onderzoeken in Groot-Brittannië met gezenderde nachtzwaluwen onthullen verschillende afstanden tussen broed- en jachtlocaties. Alexander & Cresswell (1989) vinden een gemiddelde afstand van gemiddeld 2 tot 3 kilometer met uitschieters tot 6 kilometer. Bowden & Green (1991) vinden een gemiddelde afstand van 1 tot 2 kilometer. De grootte van het territorium is onduidelijk. Volgens Cramp (1985) kan dit bepaald worden door de oppervlakte te berekenen binnen de uiterste zangposten. Voor het schietterrein van de luchtmacht te Meeuwen en het Pijnven (beiden in Limburg) werd de territoriumoppervlakte geschat op 1,49 ha en respectievelijk 3,39 ha (Indeherberg *et al.* 2002).



Broedgedrag

De nachtzwaluw is een grondbroeder die geen nest aanmaakt, maar zijn eieren op de naakte grond legt. Een typische broedplaats bestaat uit een lokale open plek met eventueel wat takjes, bladeren of dennennaalden op vegetatie loze aarde (Schlegel 1969, Cramp 1985, Maréchal 1989c, Cresswell 1996). Beiden geslachten zijn geslachte na één jaar (Cramp 1985). Elk broedsel bevat gemiddeld 2 eieren waarbij het tweede ei gemiddeld zeven dagen na het eerste gelegd wordt. Na het leggen van het tweede ei zal het vrouwtje voltijds broeden, uitgezonderd de tijd die gespendeerd wordt aan het foerageren (Maréchal 1989d). Na een broedperiode van 17 tot 18 dagen (Cramp 1985) worden de jongen gedurende twee weken gevoed door beide ouders. Hierna zal het mannetje zorgen voor de jongen en kan het vrouwtje, bij gunstige weersomstandigheden, beginnen aan een tweede, ineengeschoven broedsel. Dit wil zeggen dat bij het uitkomen van het tweede legsel de jongen van het eerste legsel onafhankelijk zijn en de jongen van het tweede broedsel door beide ouders gevoed kunnen worden (Schlegel 1969).

Mimicry en antipredatorgedrag

Mimesis, ook wel achtergrond- of camouflagemimicry genoemd, is een opvallende eigenschap van de nachtzwaluw (Maréchal 1989d). Met behulp van hun bruinigrijze verenkleed bezaaid met witte en zwarte tinten gaan zij volledig op in hun omgeving. Zo kunnen zij op een energiebesparende manier rusten. Meestal kiezen ze een donker substraat als ondergrond en houden ze zich erg stil. Bij het poetsen of krabben zal de nachtzwaluw geen directe bewegingen gebruiken, maar zal hij door middel van schokkende overgangsbewegingen zich gedragen als een door de wind bewogen tak of blad (Heinroth 1909). Verder ontbreekt een echte vluchtreflex zoals bij de meeste vogels, maar komt er een verstarringreflex voor (Maréchal 1989d).

Het ontbreken van een echt nest vormt waarschijnlijk ook een manier van bescherming. De witte, met grijsbruine puntjes, bezaaide eieren worden door de schutkleur van het mannetje en vrouwtje beschermd. Na het uitkomen van de eieren zullen de jongen zich snel verspreiden. Wanneer er een predator in de buurt van het nest komt, vertrouwen de nachtzwaluwen hoofdzakelijk op hun camouflage. Maar in noodgevallen kunnen zij onder andere reageren door het openen van hun enorme bek, hun alarmvlucht, alarmroep en injury feigning (Lack 1932, Locher 1957). Enkele bekende luchtpredatoren zijn: havik (*Accipiter gentilis*), sperwer (*Accipiter nisus*), bosuil (*Strix aluco*), kerkuil (*Tyto alba*), buizerd (*Buteo buteo*), gaai (*Garullus glandarius*), Zwarte Kraai (*Corvus corone*) en ekster (*Pica pica*). Enkele bekende bodempredatoren zijn: wezel (*Mustela nivalis*), egel (*Erinaceus europaeus*), muizen (*Muridae*) en rode eekhoorn (*Sciurus vulgaris*) (Stülcken & Brüll 1938, Schlegel 1969, Reinsch 1970, Daunicht 1985, Bijlsma 1989, Langston *et al.* 2007b).





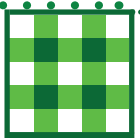
Linksboven: vleugel vrouw
(foto: Bart Mulkens)

Rechtsboven: vleugel man
(foto: Ruben Evens)

Linksmidden: staart vrouw
(foto: Bart Mulkens)

Rechtsmidden: staart man
(foto: Bart Mulkens)

Linksonder: kop man
(foto: Ruben Evens)



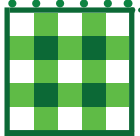


Boven: vleugel 2KJ man
(contrast armpennen,
grote dekveren en
duimvleugel)

Midden: Brede
mondopening

Onder: Mannelijk individu

(foto's: Ruben Evens)



Hoofdstuk III: Het Onderzoeksgebied

III.1 Bosland

Bosland is gesitueerd in het noordwesten van de provincie Limburg. Als verbindingsgebied zou Bosland een belangrijke rol kunnen spelen naar omliggende heidegebieden. Voorbeelden van dergelijke gebieden zijn Leenderheide (Nederland) in het noorden, Natuurreservaat Groot Schietveld (Brecht) in het noordwesten, de militaire domeinen van Leopolsburg, Hechtel, Houthalen-Helchteren en Meeuwen in het zuiden en Nationaal park Hoge Kempen in het zuidoosten.

Historiek

Tot in de helft van de 19^e eeuw werden drogere, hoger gelegen gebieden gedomineerd door uitgestrekte heide met stuifduinen. Deze ontstonden door jarenlange ontginning vanuit de toenmalige extensieve landbouw (paragraaf 1.4.1 Habitatdegradatie en versnippering p.4). Stuifduinen vormden een belangrijk landschappelijk aspect waartegen bewoners zich moesten beschermen. Lagere valleigebieden werden gebruikt als gras- en hooilanden (anoniem 2011d).

Als gevolg van economische houtproductie en de opkomst van de steenkoolmijnen werden, sinds de 19^e eeuw, heide- en stuifduingebieden in snel tempo beplant. In eerste instantie gebeurde beplanting met grove den. Later werden ook andere snelgroeiende soorten zoals Corsicaanse den, Amerikaanse eik (*Quercus rubra*), Amerikaanse vogelkers (*Prunus serotina*) en in mindere mate ook lijsterbes (*Sorbus aucuparia*) en berk gebruikt. In Domeinbos Pijnven resulteerde dit in het dambordpatroon dat vandaag de dag nog steeds zichtbaar is. Stuifduinen en heide zijn in de huidige situatie hoofdzakelijk bebost (Indeherberg *et al.* 2006, Gorissen 2006).

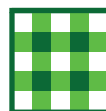
III.2 Deelgebieden

Bosland kan in verschillende deelgebieden worden onderverdeeld. Voor dit onderzoek zijn Domeinbos Pijnven, de Vriesput, Paardshaagdoornberg DG en Kattenbosserheide van belang (Kaart III.1 Addendum pagina A).

Domeinbos Pijnven

De kern van het onderzoeksgebied is Domeinbos Pijnven, gelegen in de gemeenten Hechtel-Eksel en Lommel. Het domeinbos heeft een oppervlakte van 934ha en werd in 1904 opgekocht door de Belgische staat. De omgeving van het bosmuseum, gelegen in het westelijk deel van het domeinbos, is toegankelijk voor publiek en omvat 70ha (Gorissen 2006).

De oppervlakte van het domeinbos wordt momenteel voor 91% gedomineerd door naaldbout. Hiervan heeft slechts 9% een bijmenging van 20% loofhout (Kaart III.2



Addendum pagina B). Corsicaanse den vormt de hoofdboomsoort (59%), gevolgd door grove den (35%) (Kaart III.3 Addendum pagina C). Loofhout is slechts in beperkte mate vertegenwoordigd (Kaart III.2 Addendum pagina B). Veelal hebben we hier te maken met Amerikaanse eik, berk, zomereik, wintereik (*Quercus petraea*), lijsterbes en tamme kastanje (*Castanea sativa*). Ongeveer 60% van de bestanden zijn jonger dan 60 jaar. De leeftijdsklasse 41 tot 60 jaar beslaat tot 41% van de oppervlakte en een kwart van de bestanden zijn ouder dan 60 jaar (Kaart III.4 Addendum pagina D). Twee derde van de bestanden zijn homogeen en worden hoofdzakelijk gedomineerd door Corsicaanse den (41%) en Grove den (33%) (Waterinckx & Roelandt 2001).

In de open gebieden vinden we vooral heide terug. Hierbij kunnen verschillen optreden in de hoeveelheid struik- of boomopslag en bedekking met pijpenstrootje of bochtige smele. Daarnaast komen er ook enkele stuifduinen en drie vennen voor, namelijk het Pijnven, Bakewyer en Moonswyer (Kaart III.1 Addendum pagina A).

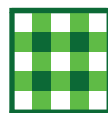
De belangrijkste bodemseries in het domeinbos zijn podzolen (bodemtype t-Zag, t-Zbg, t-Zcg en t-Zdg) en stuifzandgronden (bodemtype X of t-X). De meest vertegenwoordigde textuurklasse is zand (Z) en slechts een kleine oppervlakte wordt ingenomen door lemig zand (S) (Gorissen 2006)

Binnen het domeinbos zijn twee kleine bosreservaten gelegen (1) ter hoogte van het bospaviljoen en (2) westelijk Kerselaren. De bosreservaten, met een gemeenschappelijke oppervlakte van 36.9ha, worden gekenmerkt door gemengde bestanden van grove den en Amerikaanse eik. Slechts een kleine oppervlakte (18ha) van het domeinbos valt binnen het habitatrichtlijngebied "Vallei- en brongebied van de Zwarte Beek, Bolisserbeek en Dommel met heide- en vengebieden". Dit gebied is gesitueerd ten zuidoosten van het bospaviljoen en grenst aan Paardshaagdoornberg DG dat zelf ook deel uitmaakt van de SBZ. Het gehele zuidoostelijke deel van het domeinbos, samen met Paardshaagdoornberg DG, bevindt zich in VEN en staat opgetekend als 'Grote Eenheid Natuur' (GEN) (Gorissen 2006)(Kaart III.5 Addendum pagina E).

Ondanks de jarenlange focus op houtproductie bezit Domeinbos Pijnven ecologisch potentieel zeer waardevolle zones. Binnen deze zones is de ontwikkeling van belangrijke natuurtypes zoals heischrale graslanden, stuifduinen, droge heide, vochtige heide, oligotrofe vennen, eiken-berkenbos en eiken-beukenbos mogelijk. Deze natuurtypes kunnen gerealiseerd worden binnen een netwerk met open gebieden en een mozaïsche bosstructuur met diverse leeftijdsklassen. Een dergelijk netwerk kan Domeinbos Pijnven laten evolueren naar een kerngebied voor bos-, bosrand- en soorten van open gebieden (Indeherberg *et al.* 2006).

De Vriesput

Domeinbos de Vriesput is gelegen op het grondgebied van de gemeente Lommel en wordt omgeven door intensieve landbouw. Het gebied heeft een oppervlakte van 21ha en vormt een belangrijke verbinding tussen Domeinbos Pijnven, in het zuidoosten, en Kattenbosserheide in het noordwesten. Ondanks zijn beperkte oppervlakte bevat dit



gebied een rijke structuurvariatie en ligt het in biologisch zeer waardevol gebied. Habitats die voorkomen of kunnen voorkomen zijn vennen, droge- en natte heide, structuurrijk bos, grasland en schraal grasland. De biologische potentiekaarten geven de mogelijke ontwikkeling van elzenbroek-, eikenbeuken- en eikenbos weer. De aanwezigheid van uitgebreide gageelstruwelen (*Myrica gale*) verraadt bovendien het historische vochtige karakter van dit natte heidegebied. Bodemtypes die voorkomen variëren van zeer natte- (Zfg) over natte- (Zeg, t-Zeg) en matig natte (t-Zdg) tot tamelijk droge zandgrond (t-Zcg). Ondanks de potenties van het gebied valt het niet binnen het VEN, Vogel- of Habitatrichtlijn (Ceunen 2004).

Kattenbosserheide

Binnen het grondgebied van Lommel ligt eveneens Kattenbosserheide, een heiderelict dat deel uitmaakt van 'De Lommelse Heidegebieden'. Het gebied is in sterke mate onderhevig is aan recreatie. De natuurtypen die er voorkomen zijn droge- en natte heide. Ten westen wordt het gebied begrensd door middeloude bestanden met Corsicaanse den, in het oosten komen oude bestanden met grove den voor en in het zuidoosten is de Vriesput gesitueerd. In de bestanden met Corsicaanse den wordt op termijn gestreefd naar een gemengd exoot-inheems bos met minimaal 30 procent inheemse boomsoorten. De bestanden met grove den hebben als doel gemengd inheems bos.

Paardshaagdoornberg

Paardshaagdoornberg DG is een gemeentebos gelegen op het grondgebied van Hechtel-Eksel. In het noorden grenst het aan Domeinbos Pijnven. Er kunnen drie gebieden worden onderscheiden: Engelbrugmennekenswei, Paardshaagdoornberg en Slijkven (Kaart III.1 Addendum pagina A) (Mannaert & Verheyen 2005). Het gehele gebied valt grotendeels binnen habitatrichtlijngebied en het VEN (Kaart III.5 Addendum pagina E).

Paardshaagdoornberg DG is een gebied met een hoge potentiële ecologische waarde. Het bevat een grote oppervlakte landduinen (bodemtype X), hoewel dit niet is ingetekend op de bodemkaarten. De sterk opwarmende, Kempense zandgronden bieden voor vele gespecialiseerde organismen uitstekende levenscondities. In het oostelijk en westelijk deel van Paardshaagdoornberg DG liggen valleigebieden waar de ontwikkeling van natte heide mogelijk is. Al deze gronden bevinden zich echter veelal onder dertig tot vijftig jarige, Corsicaanse dennen of oudere grove dennen bestanden. Ook grenst Paardshaagdoornberg DG aan een gedeelte van Domeinbos Pijnven met hoge ecologische waarde. Dit biedt de mogelijkheid om een kerngebied te creëren dat past in het open netwerkstructuur.



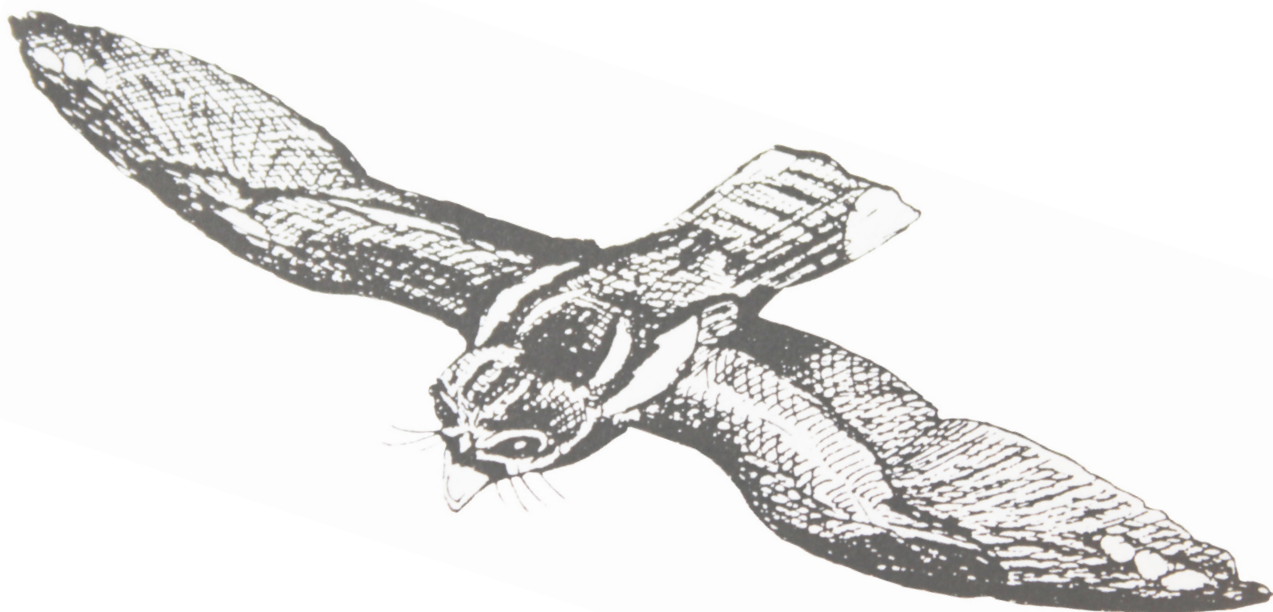
III.3 Recente beheerswerken

In de besproken deelgebieden van Bosland zijn de laatste jaren belangrijke beheerswerken uitgevoerd (Kaart III.6 Addendum pagina F). Deze stonden veelal in het teken van het habitatherstel voor de nachtzwaluw.

Binnen Domeinbos Pijnven zijn onder andere brede, golvende dreven aangelegd. Ter hoogte van het Paerdskot gebeurden kaalkappingen en plagwerken om landduinen te herstellen. Er is een venherstel uitgevoerd in Moonswyer en Bakewyer en in het noorden van Domeinbos Pijnven is een schraal grasland “De Vlinderwei” aangelegd. Dit laatste gebied wordt geflankeerd door een bestand waarin als proef een ijle den na den kapping is uitgevoerd.

In Domeinbos Vriesput gebeurden plag- en maaiwerken uitgevoerd om er een grote oppervlakte natte heide te herstellen. Daarnaast vonden kappingen plaats om een structuurrijke overgang te vormen van open ruimte via ijle bos naar dens bos.

Bij recente beheerswerken in Paardshaagdoornberg en Slijkven zijn ook grootschalige kaalkappingen en plagwerken uitgevoerd. In Paardshaagdoornberg zal een oppervlakte van 12ha verder als permanent open plaats beheerd worden ter vorming van de natuurtypen droge heide en stuifduin. In het Slijkven ontspringt de Kiefhoekloop wat zorgt voor vochtige, voedselrijke zandgrond. Hier wordt een oppervlakte van 23ha beheerd met het oog op ven- en natte heide herstel. Soorten die hier mogelijk kunnen terugkeren zijn dopheide (*Erica tetralix*), gagel, wolfsklauw (*Lycopodium*), boompieper, boomleeuwerik, gladde slang (*Coronella austriaca*) en groentje (*Callophrys rubi*). Ten noorden van het Slijkven werden dan weer brede dreven gecreëerd om een open overgang te vormen naar Domeinbos Pijnven. Hierbij werden de sterk opwarmende zandgronden aan de oppervlakte gebracht.



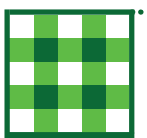


Linksboven: Slijkven
(foto: Ruben Evens)

Rechtsboven:
Paardshaagdoornberg
(foto: Ruben Evens)

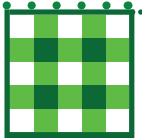
Linksonder: Brede
dreven Slijkven
(foto: Ruben Evens)

Rechtsmidden:
Paardshaagdoornberg
(foto: Ruben Evens)





- Linksboven: De Vriesput
- Rechtsboven: Militair Domein
- Linksmidden: Bakewyer
- Rechtsmidden: Paerdskot
- Onder: Vlinderwei
- (foto's: Ruben Evens)



Hoofdstuk IV: Materiaal en methode

IV.1 Radiotelemetrie

Preliminair onderzoek 2009

In 2009 werd door het ANB een kleinschalig onderzoek naar het habitatgebruik van nachtzwaluwen opgestart. Hierbij werden drie VHF (Very High Frequency) zenders van 153 MHz (Megahertz) bevestigd op drie individuele nachtzwaluwen. De zenders, geproduceerd door Holohil (Canada) en geassembleerd door Microtes (Arnhem), wogen 2.5g en waren gerecupereerd uit een Nederlands onderzoek naar kwartelkoningen (*Crex crex*) (Koffijberg *et al.* 2007). Met behulp van een Icom ontvanger (type onbekend) en antenne (type onbekend) konden individuele nachtzwaluwen herkend en gelokaliseerd worden. Tijdens dit onderzoek werden individuele nachtzwaluwen *at random* gevolgd (paragraaf Gegevensverzameling p.26). Radiotelemetrische gegevens uit dit preliminair onderzoek vormden de basis voor het onderzoek uit 2010. Kennis met betrekking tot het gedrag en habitatgebruik van nachtzwaluwen werd gebruikt om o.a. het onderzoeksgebied af te bakenen en de onderzoekers in te lichten over de mogelijke gedragingen van nachtzwaluwen.

Gebiedsafbakening

Expertise over het gedrag van drie nachtzwaluwen gaf de kans om, voor de eigenlijke start van het onderzoek, een perimeter van twee kilometer rond Domeinbos Pijnven in te stellen. Hierbinnen zou mogelijk de grootste nachtzwaluwactiviteit zich bevinden. De afbakening van het gebied gebeurde aan de hand van Google Maps kaarten (schaal 1: 5800) met Domeinbos Pijnven als centrale punt. Aangrenzende, mogelijk interessante gebieden zoals Kattenbosserheide, het Hobos, Paardshaagdoornberg DG en het Militair schietveld van Leopolsburg werden zo in het onderzoeksgebied betrokken.

Ringvangsten

Ten gevolge van de nachtzwaluwinventarisaties die reeds geruime tijd werden uitgevoerd in Domeinbos Pijnven bestond er kennis van de potentiële territoria (Geuens & Ulenaers, persoonlijke mededeling). Gebruikmakend van deze informatie konden de meest interessante vanggebieden aangeduid worden (Kaart IV. Addendum pagina G). Bij het vangen van nachtzwaluwen werden twee mistnetten (maasdiameter 16mm, lengte 9.5m, hoogte 2.5m) en een geluidsinstallatie (iPod mini met RadioShack mini amplifier-speaker) gebruikt. De mistnetten werden aan de rand van een open plek of enkele meter in de begroeiing geplaatst. Hierbij vormden beide netten samen een T-vorm. Ongeveer 30 tot 45min na zonsondergang, afhankelijk van de bewolking, kon bij voldoende duisternis de



zang van de nachtzwaluw worden afgespeeld. Hierbij bevond de geluidsinstallatie zich ten midden van de netten op de grond.

Na het vangen van een nachtzwaluw werd eerst een wetenschappelijke ring (type Z) van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (KBIN) aan één van de poten bevestigd. Vervolgens konden verschillende biometrische gegevens verzameld worden aan de hand van een eigen, vooropgestelde ringfiche (Formulier IV.1 Addendum pagina Y). De meting van vleugel- en staartlengte gebeurde aan de hand van een metalen meetlat (20cm). Andere lengtematen werden gemeten met een elektrische schuifmaat (Powerfix Profi+). Tellingen, zoals deze van snorharen, werden uitgevoerd met de hand. Meting van het gewicht gebeurde aan de hand van een digitale weegschaal (Acculab Sartorius group PP201). Leeftijd- en geslachtsbepaling vond plaats met kennis van Baker (1993).

Voor ons onderzoek stonden tien Tailmount Pip Ag393 VHF zenders, ontwikkeld door Biotrack Ltd., ter beschikking. Deze zenders wogen 1.45g, hadden een pulse rate van 30ms, een pulse length van 15ms, een antenne van 20cm dun metaal, een zwarte Plastidip coating, een verwachte levensduur van zeven maanden en beschikten elk over een unieke frequentie tussen 150MHz en 151MHz (Tabel IV.1 Addendum pagina T). Ze werden op de schacht van de middelste staartpen bevestigd, zo dicht mogelijk tegen het lichaam. Voor het aanbrengen van de zender werd eerst een wattenstaafje bevestigd tussen de gewenste staartpen en de overige staartpenen. Zo kon de gewenste staartpen naar boven gebracht en gestabiliseerd worden. Vervolgens was het nodig om de zender en schacht van de staartpen te ontvetten met behulp van een wattenstaafje gedrenkt in aceton. In de uitsparing van de tailmount zender werd hierna een kleine hoeveelheid secundelijm (Bison KIT) aangebracht. Daarna was het mogelijk de zender over de schacht te plaatsen. Om de stevigheid van de binding te testen, werd er na enkele minuten zacht aan de antenne van de zender getrokken. Tot slot werd de werking van de zender getest voor de vrijlating van de nachtzwaluw.

Gegevensverzameling

Het habitatgebruik van de nachtzwaluwen werd onderzocht van 23 juni tot 12 september. Individuele nachtzwaluwen konden opgespoord worden met behulp van een SIKA Radio Tracking Receiver en een Flexible Yagi antenne, beiden ontwikkeld door Biotrack Ltd.. Om vervolgens het nachtelijke habitatgebruik in kaart te brengen, werden twee methodes uitgewerkt, de *punttraject-methode* en de *at random-methode*. Er waren vooropgestelde invulformulieren voorzien waarop de waarnemingen genoteerd konden worden (Formulier IV.2 Addendum pagina Z). Bovendien werd aangeraden hieraan een voorgedrukte kaart (schaal 1 : 58000) te linken ter visualisatie van de waarneming (Kaart IV.2 Addendum pagina H).



a) Puntraject-methode

De *puntraject-methode* werd ontwikkeld om op een gestandaardiseerde manier gegevens te verzamelen. Er werd een gebiedsdekkend traject opgesteld waarover vierentwintig waarnemingspunten verdeeld waren (Kaart IV.3 Addendum pagina I). Op elk van de waarnemingspunten diende, gedurende vijf minuten, de aanwezigheid van gezenderde nachtzwaluwen nagegaan te worden. Uitgaande van het bereik van de ontvanger en de verplichte waarnemingspunten was het mogelijk alle potentiële verblijfsplaatsen van de nachtzwaluwen te omvatten. Het totale traject werd vervolgens verdeeld in twee kleinere routes. Zo ontstond enerzijds een “binnenroute” die zich binnen Domeinbos Pijnven bevond en negen punten bevatte. Anderzijds werd een “buitenroute” opgesteld die rondom Domeinbos Pijnven gelegen was. Deze route bevatte vijftien waarnemingspunten.

Voor de start van het onderzoek werden drie periodes van tien dagen vastgelegd waarop deze methode gebruikt zou worden (Tabel IV.2 Periodes). Deze drie periodes situeerden zich van 23 juni tot 2 juli, 19 juli tot 28 juli en 14 tot 23 augustus. Bovendien werden richting en volgorde van de routes toevallig verdeeld. Elke avond, gedurende deze drie periodes, was de start van het traject ongeveer 30 tot 45 min na zonsondergang. Het einde van een waarnemingsavond was niet nader bepaald.

Na periode één werd een aanpassing van de route en tijdsduur per punt uitgevoerd (Kaart IV.4 Addendum pagina J). Enerzijds werd het aantal minuten per waarnemingspunt gereduceerd naar vier. Anderzijds verdwenen punt vier en vijf van de buitenroute en punt drieëntwintig van de binnenroute. Ter vervanging werden punt vier van de nieuwe buitenroute en punt negentien van de nieuwe binnenroute gecreëerd.

Tabel IV.2 Periodes. Overzicht van de periodes waarin de puntraject-methode werd toegepast. A(=Buitenroute), F(=Binnenroute).

Periode 1 (23juni-2juli)					Periode 2 (17juli-26juli)					Periode 3 (12aug-21aug)				
23/jun	A	F	A	F	17/jul	F	A	F	A	12/aug	A	F	A	F
24/jun	A	F	A	F	18/jul	A	F	A	F	13/aug	F	A	F	A
25/jun	F	A	F	A	19/jul	F	A	F	A	14/aug	A	F	A	F
26/jun	A	F	A	F	20/jul	F	A	F	A	15/aug	F	A	F	A
27/jun	F	A	F	A	21/jul	A	F	A	F	16/aug	A	F	A	F
28/jun	A	F	A	F	22/jul	A	F	A	F	17/aug	F	A	F	A
29/jun	F	A	F	A	23/jul	F	A	F	A	18/aug	A	F	A	F
30/jun	F	A	F	A	24/jul	F	A	F	A	19/aug	A	F	A	F
1/jul	A	F	A	F	25/jul	A	F	A	F	20/aug	F	A	F	A
2/jul	F	A	F	A	26/jul	A	F	A	F	21/aug	F	A	F	A



b) At random methode

Voor, na en tussen de drie periodes waarin de *punttraject-methode* werd uitgevoerd, was er voor de waarnemers de mogelijkheid om de *at random*-methode toe te passen. Hierbij werd men niet verplicht een bepaald traject te volgen, maar was het aangeraden individuele nachtzwaluwen te volgen. Met deze methode werd het mogelijk meer inzicht te krijgen in de gedragingen en vliegpatronen. Gegevens die hieruit voortkwamen werden niet gebruikt in de analyses, maar kennis ervan werd wel geïntegreerd in de verklaring van patronen en waarnemingen. Tijdstip van start en aankomst konden naar believen ingevuld worden.

c) Dagwaarnemingen

Overdag ging men op zoek naar de slapende nachtzwaluwen in het gebied. Broedplaatsen werden gelokaliseerd door de vondst van een nest. Daarnaast werden broedplaatsen als dusdanig gedefinieerd na de vangst of aanwezigheid van juvenielen op potentiële broedplaatsen, direct na zonsondergang. De locatie van dergelijke rust- of broedplaatsen werden genoteerd op de kaarten van het onderzoeksgebied (schaal 1 : 5800)(Kaart IV.2 Addendum pagina H).

IV.2 Gegevensverwerking

Digitalisatie

Digitalisering van de waarnemingen werd uitgevoerd met Quantum GIS 1.5.0-Tethys (QGIS), in alle gevallen werd Ruimtelijk Referentie Systeem Belge 1972 / Belgian Lambert 72 toegepast. Uit de Biologische Waarderingskaart versie 2 (BWK) kaartblad 3-9-17 (Wils *et al.* 2004) werd een uitsnede van het studiegebied gemaakt. Vervolgens was het mogelijk hieraan een Google Maps raster afbeelding (schaal 1 : 5400), opgebouwd uit ± honderd overlappende deelfiguren (schaal 1 : 5400), te koppelen met de hulp van de Georeferencing (± 300 referentiepunten). Op basis van deze rasterfile konden analoge gegevens via een *point and click* methode omgezet worden tot digitale punt- of polygoongegevens. Zo werd het habitatgebruik uit 2009 en 2010 (puntgegevens), de mogelijke broedplaatsen (puntgegevens), de slaapplaatsen (puntgegevens), vangstplaatsen (puntgegevens), *homeranges* (polygonen) en beheerswerken 2009-2010 (polygonen) gedigitaliseerd.

Homerange

Tot op heden sprak men in het onderzoek naar nachtzwaluwen over 'territoria'. Territoria van nachtzwaluwen werden beschreven als plaatsen waar een individu zingt of territoriaal gedrag vertoont (Pitelka 1959). Veelal werden individuele zangposten onmiddellijk toegeschreven aan een territoriumplaats en bijhorend broedsel (o.a. Verstraeten & Verheyen 2008, Indeherberg *et al.* 2002). Doordat uit ons onderzoek bleek dat de grens



tussen territorium en omliggend gebied zeer vaag en moeilijk te bepalen was, werd ervoor gekozen om te spreken van 'homeranges'. *Homeranges* werden door Burt (1943) beschreven als "that area traversed by an individual in its normal activities of food gathering, mating, and caring for the young" of "de oppervlakte die benut wordt door een individu in zijn normale activiteiten om voedsel te verzamelen, te paren en jongen groot te brengen".

Om de *homerange* van de nachtzwaluwen te visualiseren werd gebruik gemaakt van het programma Ranges 8 v1.15, ontwikkeld door Anatrack Ltd. (Kenward *et al.* 2008). Op basis van Jiguet *et al.* (2000) werd er voor gekozen de *Core Weighting Kernels* te berekenen om een schatting te maken van de *homeranges*. Rekening houdend met de variatie in het aantal waarnemingspunten per individu zouden deze *kernels* de meest robuuste resultaten weergeven. Ook zou deze methode minder rekening houden met geïsoleerde punten die in andere berekeningen de *homerange* sterk zouden vergroten. Om de *homeranges* te kunnen visualiseren was de input van coördinaatgegevens noodzakelijk, deze werden geëxporteerd uit gedigitaliseerde puntwaarnemingen van het habitatgebruik. In de *Kernel Contours* analyse werden volgende opties gekozen: selected core: 95 procent van de waarnemingen, *Kernel type: Core Weighting, Contours: Location density only (default), Smoothing Multiplier: fixed multiplier 1, matrix set size of cells en cell size 1*. Ter vergelijking werd ook een handmatige omlijning, een Fixed Kernel en Tail Weighting Kernel berekend van de puntwaarnemingen. De resulterende *homerange* polygonen werden gedigitaliseerd en de oppervlakte berekend in QGIS. Statistische analyses werden uitgevoerd met Statistica 9.1 StatSoft. Inc. 1984-2010.

Na visualisatie van de *homerange* werd in *Kernel Contours* een *Incremental area analysis* uitgevoerd. Met deze analyse werd nagegaan hoeveel waarnemingen er nodig waren om de *homerange* correct te schatten. Met andere woorden, er werd gecontroleerd in welke mate de berekende oppervlakte representatief was voor een bepaalde nachtzwaluw. In de *Kernel Contours* analyse werden volgende opties gekozen: *selected core die 95 procent van de waarnemingen bevat, Kernel type: Core Weighting, Contours: location density only (default), fixed multiplier 1, matrix set no. Cells (default) en Rescale to fit matrix (default)*.

Habitatgebruik

Door het uitvoeren van een *compositional analysis* (Aebischer *et al.* 1993), met behulp van *Compositional Analysis Version 5.1 Smith Ecology Microsoft Excel tool for Compositional Analysis* (Smith 2003), werd nagaan of er bij de nachtzwaluwen voorkeur was voor een bepaald habitatype. Deze log-ratio analyse vergelijkt de gebruikte hoeveelheid van elk habitatype met de beschikbare oppervlakte van elk habitatype, oftewel het proportioneel gebruik van elk habitatype. De nulhypothese, die gebaseerd is op niet gestandaardiseerde, multivariate data en veronderstelde dat habitatgebruik toevallig is, wordt getest aan de hand van een Lineaire MANOVA model. Dit model gebruikt het proportionele gebruik per habitatype (afhankelijke variabele) om een



significant verschil te zoeken tussen de gemiddelde waarden van het proportioneel habitatgebruik voor alle nachtzwaluwen (categorische variabele). Bovendien wordt een ranking opgesteld van meest- naar minst gebruikt habitattype. In de analyse werden 1000 iteraties uitgevoerd. Indien het proportioneel gebruik van een habitattype nul bedroeg, werd deze waarde vervangen door 0.00001% (Smith 2003). Aangezien nachtzwaluwen een zeer mobiele soort bleken (Reijnen & Koolstra 1998), werd de oppervlakte van het beschikbare habitat gelijk gesteld aan de gehele oppervlakte van het de BWK en inventarisatiekaart Bosland (Aebischer *et al.* 1993).

De kaarten met de beschikbare habitattypes waren de Biologische Waarderingskaart versie twee en een Inventarisatiekaart van Bosland (IVB). Kaarten van de gebruikte habitattypes, per nachtzwaluw, werden in QGIS aangemaakt met de module '*v.overlay.and*'. Hierbij werd een polygoon gecreëerd met de dimensies van de *Core Weighting Kernel* en de attributen van de beschikbare habitattypes. Binnen QGIS was het mogelijk de oppervlakten van de beschikbare- en gebruikte habitattypes te berekenen met de GRASS module '*r.report*'. Om de oppervlakte te berekenen, was het noodzakelijk de originele kaarten te transformeren van shapefiles tot rasterfiles (30 000 rijen x 30 000 kolommen, Grid resolutie 1) met de GRASS module '*v.to.rast.attr*'. De resulterende oppervlaktes werden in Microsoft Excel 2010 omgerekend naar proportionele gegevens als '*gebruikte oppervlakte van habitattype X_i / beschikbare oppervlakte van habitattype X_i* '.

a) Biologische Waarderingskaart versie 2

Aan de hand van de 32-delige legende van de BWK versie 2 werd een verdere vereenvoudiging gemaakt naar relevante habitattypes. Hierbij werd attribuutveld GG32CAT1 gereduceerd tot 9 habitattypes: AANPL (aanplanten en parken), AGR (soorten arme graslanden en akkers), BOS (gebieden onderhevig aan het bosdecreet), GRAS (Historisch permanente graslanden), HEIDE (Heide en vennen), KLE (Kleine Landschaps Elementen), NG (niet gespecificeerd), PLAS (waterpartijen), URB (bebouwde oppervlakte).

b) Inventarisatiekaart Bosland (IVB)

Het onderzoeksgebied stond op de BWK versie 2 nagenoeg volledig ingetekend als AANPL, maar toch was een uitgebreide structuurvariatie aanwezig. Daarom werden, op basis van een inventarisatiekaart van Bosland verdere analyses uitgevoerd. Om het belang van de verschillende boomsoorten na te gaan, werd attribuutveld Boomsoort, waarin de boomsoort samenstelling van de bestanden wordt beschreven, vereenvoudigd tot 8 klassen: Pc (bestanden met hoofdboomsoort Corsicaanse den), Pc+* (hoofdboomsoort Corsicaanse den met bijmenging van andere naald- en/of loofbomen, uitgezonderd grove den), Pc+Ps (hoofdboomsoort Corsicaanse den met bijmenging van grove den), Ps (bestanden met hoofdboomsoort grove den), Ps+* (hoofdboomsoort grove den met bijmenging van andere naald- en/of loofbomen, uitgezonderd Corsicaanse den), Ps+Pc (hoofdboomsoort grove den met bijmenging van *CoOvsicaanse* den), Kaal (kale

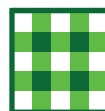


bestanden), *(+*) (mix van andere naald- en/of loofbomen). Naast de toepassing in de *compositional analysis* werd deze vereenvoudigde kaart ook gebruikt om de bestandskeuze met betrekking tot slaappleatsen na te gaan. Hierbij werden tellingen uitgevoerd van de bestandstypes, gebruik makend van de waargenomen slaappleatsen.

Ook werden er analyses uitgevoerd op basis van bestandsleeftijd, attribuutveld Leeftijdsk (resultaten worden niet weergegeven). Aangezien er geen gegevens beschikbaar waren met betrekking tot openheid van bestanden, werd de inventarisatiekaart van Bosland *geüpdate*. Na een snelle inventarisatie van de bosbestanden (op 27 april 2011) werd aan individuele bosbestanden een variabele toegekend met betrekking tot ijheid of openheid. Hierbij werden 'ijle en open bestanden' (Open) beschreven als bestanden met een kroonsluiting van minder dan 50 procent. Overige bestanden werden beschreven als 'grenzend aan open dreef >9m' (Dreef) of 'gesloten bestand' (Dicht) (Kaart IV.5 Addendum pagina K) .

IV.3 Bespreking beheerswerken

Radiotelemetrische gegevens van de *punttraject-methode* (Kaart V.2 Addendum pagina M) en informatie over de broedlocaties (Kaart V.4 Addendum pagina O) werden gebruikt om na te gaan of de uitgevoerde beheerswerken (Kaart III.6 Addendum pagina F) belangrijk waren in het voorkomen van de nachtzwaluwen. Hiervoor werd in QGIS een *overlay* gemaakt van beide kaarten met de uitgevoerde beheerswerken. Op deze manier was het mogelijk visueel na te gaan welk effect de uitgevoerde beheerswerken hadden op enerzijds het voorkomen van de gezenderde nachtzwaluwen en anderzijds op de aanwezige broedlocaties.

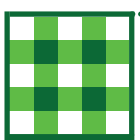




Linksboven: Plaatsing netten voor ringvangst. (foto: Bart Mulkens)

Rechtsmidden: Opmeting hoogte P4 (foto: Theo Geuens)

Onder: Bevestigen zender (foto: Ruben Evens)



Hoofdstuk V: Resultaten

V.1 Preliminair onderzoek 2009

Uit preliminair onderzoek werd het habitatgebruik van nachtzwaluw één (mannetje) en twee (vrouwje) gedigitaliseerd. Kaart V.1 (Addendum pagina L) toont aan dat nachtzwaluw één (groen) zowel in Domeinbos Pijnven, Paardshaagdoornberg DG als in de Netevallei, ten zuiden van Domeinbos Pijnven, te vinden was. Hetzelfde geldt voor nachtzwaluw twee wiens nest bovendien gelokaliseerd was in Domeinbos Pijnven. Beide nachtzwaluwen bevonden zich hoofdzakelijk in de dreven tussen de bosbestanden, open bestanden, de extensieve landbouwpercelen van de Netevallei en natte heide percelen aan de rand van het Militair schietveld Leopolsburg.

V.2 Ringvangsten

In totaal werden er gedurende vijftien ringdagen negenentwintig nachtzwaluwen gevangen (Tabel V.1 Addendum pagina U). De leeftijdsverdeling van de nachtzwaluwen was vijf pulli (Pul), zeven juveniel (Juv), elf tweede kalenderjaar (2KJ) en zes volgroeid (VG). Hierbij werden veertien mannetjes (elf 2KJ, drie VG) en drie vrouwjes (drie 2KJ) onderscheden. Van de Juv en Pul kon het geslacht niet bepaald worden op basis van hun kleeft. De gemiddelde (\pm standaard deviatie (Std.Dev)) vleugellengte links (n=22) was 192.14 ± 6.04 mm en rechts (n=22) 192.14 ± 5.44 mm. De gemiddelde snavelbreedte (n=23) was 5.70 ± 1.37 mm, de snavellengte (n=23) 8.03 ± 1.62 mm en het gemiddelde (n=23) gewicht 71.17 ± 5.71 g. Het gewicht van nachtzwaluwen was sterk verschillend, zeer magere individuen wogen 61.5g waar zeer zware individuen 87.6g wogen. Bij de mannelijke individuen was er een sterke variatie in de grootte van de (sub)terminale vlekken. Bij de berekeningen van gemiddelden werden bepaalde individuen niet betrokken door het ontbreken van metingen (Tabel V.2 Addendum pagina V).

V.3 Gegevensverzameling

Er werden tien nachtzwaluwen voorzien van een zender: zeven mannetjes en drie vrouwjes. Zeven vogels (zes man, één vrouw) werden gezenderd in juni en drie (één man, twee vrouw) in augustus. Tabel IV.1 (Addendum pagina T) geeft een overzicht van de vangstdata, locaties, naamgeving en belangrijkste variabelen. De naamgeving zal gebruikt worden in de verdere bespreking.

De afstand en verplaatsingstijd tussen de verschillende waarnemingspunten van de *punttraject-methode* wordt weergegeven in Tabel V.3 (Addendum pagina W). Er zijn slechts twee langdurige verplaatsingen vast te stellen, namelijk van punt negen naar tien en van punt tweeëntwintig naar één (beiden ± 12 min). Er was grote variatie in het aantal waarnemingen per nachtzwaluw. Het gemiddeld aantal waarnemingen (\pm Std.Dev) over de drie periodes was 37 ± 28 met maximaal 102 waarnemingen (nachtzwaluw één) en minimaal 13 (nachtzwaluw zes). De mediaan was 31 waarnemingen.



V.4 Spreiding waarnemingen

Nachtelijke waarnemingen

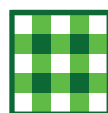
Kaart V.2 (Addendum pagina M) geeft de waarnemingen uit periode één, twee en drie samen weer. Er werden in totaal driehonderdzeventig waarnemingen opgetekend: 113 in periode één, 80 in periode twee en 177 in periode drie. Op de kaart zijn enkele zones waar te nemen die gekenmerkt werden door een hoge nachtzwaluwactiviteit. Zo werden waarnemingen opgetekend uit het noordwesten met Kattenbosserheide en de Vriesput, de noordoostelijke zone met het Paerdskot, Moonswyer, Bakewyer en het Bospaviljoen en een centrale as rond de Vlinderwei, de Toren en het Slijkven. Opvallend is de aanwezigheid van nachtzwaluwen ten zuiden van Domeinbos Pijnven in de Netevallei en de rand van het militair domein Leopolsburg, ten westen in de semi-urbane zone van Gelderhorsten en in het oosten in het Hobos en natuureservaat 'Het Plat'. Daarnaast wordt deze kaart gekenmerkt door enkele individuele waarnemingen zoals één in het westelijk deel van Domeinbos Pijnven en één in de uiterste westhoek van het militair domein. Bovendien werden gebieden met intensieve landbouw, zoals in het westen, noordwesten en noordoosten van Domeinbos Pijnven, of dichte bosbestanden zoals in het westelijk deel van Domeinbos Pijnven en ten oosten van het domeinbos schijnbaar gemedend.

Een visualisatie van de individuele *homerange*, berekend met Core Weighting Kernel, wordt weergegeven op Kaart V.3 (Addendum pagina N). Hierbij springt de overlap en variatie van *homeranges* in het oog. Zo kwamen nachtzwaluw drie, vier en tien nagenoeg in dezelfde zones voor. Het zelfde geldt voor nachtzwaluw één en vijf. Daarnaast verspreidden nachtzwaluwen zich tot ver buiten de grenzen van Domeinbos Pijnven zoals waar te nemen is bij nachtzwaluw één, twee, vijf, zeven en acht.

Dagwaarnemingen

Het aantal broedplaatsen dat werd gelokaliseerd is minimaal twaalf (Kaart V.4 Addendum pagina O). Uiteindelijk werden vier nesten bij toeval gevonden. Op 19 juni was er de vondst van twee pulli (± 5 dagen oud), op 7 juli die van twee eieren, op 25 juni die van twee pulli (± 5 dagen oud) en op 3 augustus deze van één pullus (minder dan één dag oud) en één onbevruucht ei.

Kaart V.5 (Addendum pagina P) geeft de slaappleatsen per nachtzwaluw weer. Het is duidelijk dat er sterke variatie is het aantal slaappleatsen per nachtzwaluw. Toch blijkt dat nachtzwaluwen afwisselden tussen slechts enkele, vaste slaappleatsen. Zo werd nachtzwaluw twee vaak gevonden in Kattenbosserheide en in de Vriesput, maar telkens op dezelfde locaties binnen de desbetreffende gebieden. Opvallend was dat nachtzwaluw tien en drie afwisselend dezelfde slaappleatsen deelden nabij het Paerdskot. Dit is niet zichtbaar op kaart V.5 (Addendum pagina P) door overlappende gegevens. Analyse van de bestandskeuze, op basis van de inventarisatiekaart van Bosland (Kaart V.6 Addendum pagina Q), resulteerde in een lichte voorkeur voor grove den bestanden



(Tabel V.4 Bestandkeuze slaappleats). Verifiëring van dit resultaat, met behulp van veldgegevens, bracht echter naar voren dat nachtzwaluwen in 57,78% van de waarnemingen in Corsicaanse den, 22,22% in grove den en 20% op de grond slapen.

Tabel V.4 Bestandkeuze slaappleats. Overzicht van de bestandkeuze met betrekking tot slaappleats van de nachtzwaluwen volgens de inventarisatiekaart van Bosland. Hierbij worden alle slaappleatsen van alle nachtzwaluwen samen weergegeven. Het bovenste deel van de tabel zijn alle waarnemingen volgens de BWK. Het onderste deel stelt de waarnemingen voor volgens de veldinventarisatie. Homogeen (homogeen bestand), Menging (gemengd bestand met Corsicaanse den en grove den), Grond (slaappleats op de grond), Pc Veld (slaappleats in Corsicaanse den na veld verificatie), Ps Veld (slaappleats in grove den na veld verificatie), Grond Veld (slaappleats op grond na veldverificatie). Pc (bestanden met hoofdboomsoort Corsicaanse den), Pc+* (hoofdboomsoort Corsicaanse den met bijmenging van andere naald- en/of loofbomen, uitgezonderd grove den), Pc+Ps (hoofdboomsoort Corsicaanse den met bijmenging van grove den), Ps (bestanden met hoofdboomsoort grove den), Ps+* (hoofdboomsoort grove den met bijmenging van andere naald- en/of loofbomen, uitgezonderd Corsicaanse den), Ps+Pc (hoofdboomsoort grove den met bijmenging van Corsicaanse den), Kaal (kale bestanden), *(+*) (mix van andere naald- en/of loofbomen).

	Pc	Pc+*	Pc*Ps	Ps	Ps+*	Ps+Pc	Kaal	*(+*)
Homogeen	13	0	0	11	0	0	0	0
Menging (Pc/Ps)	5	0	1	1	1	2	0	2
Grond	0	0	0	8	0	0	0	1
Pc (Veld)	18	0	1	3	0	2	0	2
Ps (Veld)	0	0	0	9	1	0	0	0
Grond (Veld)	0	0	0	8	0	0	0	1

V.5 Homerange

Na uitvoering van de *Incremental area analysis* (Figuur V.1 Addendum pagina AA) bleek de berekende *homerange* van nachtzwaluw één en twee min of meer constant te blijven na vijftig en respectievelijk dertig waarnemingen. Opvallend was hier ook de snelle oppervlakte stijging na vijftig- (nachtzwaluw één) en vijfentwintig waarnemingen (nachtzwaluw twee). Bij nachtzwaluw vier, vijf, zeven, acht en negen werd geen constante bereikt en bleef de *homerange* stijgen. Grote variatie in de oppervlakte was waarneembaar voor nachtzwaluw drie, zes en tien. Na een initiële piek leek de *homerange* hier kleiner te worden. De berekende *homerange* was dus representatief voor nachtzwaluw één en twee. Voor de overige nachtzwaluwen zal de berekende *homerange* een onderschatting zijn van de werkelijke oppervlakte.



De gemiddelde (\pm Std.Dev) *homerange*, berekend aan de hand van *Core Weighting Kernels*, bedroeg 99.69 ± 51.44 ha. De maximale oppervlakte was 212.63ha (nachtzwaluw acht) en de minimale 33.81ha (nachtzwaluw negen). Op basis van de overige berekeningen (Omlijning, Tail Weighting, Fixed Kernel) werden vaak hogere oppervlakten gemeten, o.a. 311.05ha (nachtzwaluw één, omlijning) en 407.36ha (nachtzwaluw drie, Tail Weighting). Er was geen correlatie tussen het aantal waarnemingen per individu en de *homerange* (*Spearman rank*: Core Weighting (R=0.1152, p=0.7514), Omlijning (R=0.6242, p=0.0537), Fixed Kernel (R=-0.0545, p=0.8810), Tail Weighting (R=-0.2485, p= 0.4888)). Er werd geen correlatie gevonden tussen de gemiddelde vleugellengte en *homerange* (R=0.087, p=0.81) of gewicht en *homerange* (R=0.375, p=0.319). Op basis van de *Core Weighting Kernels* werd ook de gemiddelde *homerange* berekend voor de drie periodes uit de *punttraject* methode (nachtzwaluw één tot vijf). De gemiddelde oppervlakte bleek niet significant te verschillen tussen de drie periodes (*repeated measures ANOVA*: F(2,8)=0.1144, p=0.89333): periode één 61.61 ± 24.28 ha periode twee $54.33 \pm 25,09$ ha en periode drie 57.93 ± 37.37 ha (Tabel V.5 *Homerange*).

Weergave van de individuele *homerange* (Tabel V.6 Addendum pagina W) toonde enerzijds sterke variatie tussen de verschillende nachtzwaluwen. Anderzijds toonde deze significante verschillen tussen de verschillende berekeningsmethoden (*repeated measures ANOVA*: F(3,27)=16.291, p<0.00000; *Post-hoc Tukey HSD* tussen: Core Weighting + Omlijning en Fixed Kernel (p<0.002), Core Weighting + Omlijning en Tail Weighting (p<0.0003)). Voor de afzonderlijke periodes leek de oppervlakte te stijgen voor nachtzwaluwen één en twee naarmate het seizoen vorderde. Voor nachtzwaluw drie en vier daarentegen leek de oppervlakte te dalen. Er was geen significant verschil in *homerange* (Core Weighting) tussen mannelijke (n=7) en vrouwelijke (n=3) nachtzwaluwen (*One-Way ANOVA*: F(1,8)=3.2580, p=0.1087). Ook bleek er geen significant verschil in *homerange* 2KJ (n=6) en VG (n=4) individuen (*One-Way ANOVA*: F(1,8)=0.9770, p=0.3519).

Tabel V.5 Homerange. Overzicht van de gemiddelde *homerange* op basis van verschillende kernel weergaves. CW (=Core Weighting), N=(aantal nachtzwaluwen in berekening). Eenheden: Oppervlaktes (ha).

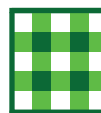
Variabele	N	Gemiddelde	Minimum	Maximum	Std. Dev.
Core Weighting	10	99,69	33,81	212,63	51,44
Omlijning	10	123,34	62,26	311,05	75,27
Fixed Kernel	10	210,50	67,89	396,39	95,27
Tail Weighting	10	259,68	94,61	453,66	110,36
Periode 1 CW	5	61,61	32,41	94,86	24,28
Periode 2 CW	5	54,33	21,62	88,57	25,09
Periode 3 CW	5	57,93	9,73	100,85	37,37



V.6 Habitatgebruik

De resultaten van de *compositional analysis* worden weergegeven in Tabel V.7. Doordat de verdeling van het log-ratio verschil, berekend als *log ratio gebruikt habitat – log ratio beschikbaar habitat*, niet multivariaat normaal verdeeld was, werd bij de significantietest enkel rekening gehouden met de gerandomiseerde p-waarde (*Rand p*). De analyse met gegevens uit de drie periodes samen toonde aan dat het habitatgebruik van nachtzwaluwen niet willekeurig (*Rand p* < 0.05) was. Voor de analyses met gegevens uit de drie periodes apart was het habitatgebruik wel willekeurig (*Rand p* > 0.05).

Het habitatgebruik met gegevens uit de Core Weighting Kernel, voor de drie periodes samen (BWK- en IVB CW Kernel) was niet willekeurig (*Rand p* < 0.05). Na analyse met de BWK (*Rand p*=0.004) werden de habitattypes gerangschikt van meest naar minst gebruikt. De ranking (Aanpl>Urb>Bos>>>Heide>Gras>KLE>Agr>NG>Plas, met >>> als significant verschil in gebruik van habitattypes) toonde aan dat nachtzwaluwen hoofdzakelijk de habitattypes *Aanpl*, *Urb* en *Bos* gebruikten. Tussen het gebruik van habitattypes *Aanpl*, *Urb* en *Bos* was onderling geen significant verschil waarneembaar (Tabel V.8 Addendum pagina X). Hierdoor was het mogelijk deze drie habitattypes onderling te wisselen van rankings positie. *Agr* en *Heide* werden significant minder gebruikt dan *Aanpl*, *Urb* en *Bos*. Ook *Heide*, *Gras*, *KLE*, *Agr*, *NG* en *Plas* kunnen van rang gewisseld worden door het ontbreken van onderlinge significante verschillen. De analyse op basis van de IVB (*Rand p*=0.011) resulteerde in rangschikking Ander>PS>PC>PS+*>PC+PS>PS+PC>Kaal>PC+*. Hierbij waren geen directe significante verschillen in habitatgebruik waarneembaar. *Ander* werd als meest gebruikt habitatype gerangschikt en verschilde significant in gebruik met de lager gerangschikte *PC+**, *PS+PC* en *Kaal*. Het habitatgebruik van PC en PC was significant groter dan *PC+** en *Kaal* (Tabel V.8 Addendum pagina X). Hier kon gesteld worden dat *Ander*, *PS*, *PC*, *PS+** en *PS+PC* de vaakst gebruikte habitattypes waren. Het habitatgebruik met gegevens uit de Core Weighting Kernel, voor drie periodes samen, met betrekking tot de openheid van bestanden (IVB openheid CW) was niet willekeurig (*Rand p*<0.001). De ranking (Open >>>Dicht>Dreef) toonde aan dat ijle bestanden een sterke voorkeur genoten boven dense bestanden of dreven.



Tabel V.7 compositional analysis. BWK (= Biologische waarderingskaart), CW (=Core Weighting), d.f. (=aantal vrijheidsgraden), IVB (=Inventarisatiekaart Bosland), Periode x (=afzonderlijke periodes).

	Wilk's Lambda	Chi Square	d.f.	P	Rand P
BWK CW Kernel	0,0002	83,93	8	< .0001	0,004
BWK Omlijning	0,0000	104,06	8	< .0001	0,001
BWK Periode 1 CW Kernel	0,0000	355,40	8	< .0001	0,366
BWK Periode 2 CW Kernel					0,318
BWK Periode 3 CW Kernel	0,0000	324,55	8	< .0001	0,334
IVB CW Kernel	0,0012	67,02	7	< .0001	0,011
IVB Omlijning	0,0082	48,00	7	< .0001	0,015
IVB Periode 1 CW Kernel					0,439
IVB Periode 2 CW Kernel	0,0000	361,00	7	< .0000	0,288
IVB periode 3 CW Kernel	0,0000	334,93	7	< .0001	0,473
IVB Openheid CW	0.0350	33.51	2	<.0001	0.001

V.7 Bespreking beheerswerken

De *overlay* van beheerswerken met waarnemingen (Kaart V.7 Addendum pagina R) toonde aan dat nachtzwaluwen in sterke mate gebruik maakten van het venherstel (55 waarnemingen), de dunningen (12 waarnemingen), het duinherstel (27 waarnemingen) en de randverbredingen (84 waarnemingen). In de Vriesput, Moonswyer, Bakewyer en het Slijkven bevond zich hoge nachtzwaluwactiviteit rond het venherstel. Dunningen naast de vlinderwei en rond het Slijkven oefenden ook een grote aantrekkingskracht uit. Rond het duinherstel van het Paerdskot werden ook talrijke waarnemingen opgetekend. Opmerkelijk was de enkele waarneming van één nachtzwaluw in het duinherstel in het westelijk deel van Domeinbos Pijnven. Daarnaast leken ook de brede golvende dreven een belangrijke rol te spelen in de aanwezigheid van nachtzwaluwen. De *overlay* van beheerswerken met broedplaatsen (Kaart V.8 Addendum pagina S) toonde aan dat tien broedplaatsen gelegen waren in gebieden waar recent beheerswerken zijn uitgevoerd. De twee overige broedplaatsen waren gelegen in de onmiddellijke nabijheid van een randverbreding.





- Linksboven: Slaapplaats nachtzwaluw achter takkenhoop, onderaan de foto. (foto: Ruben Evens)
- Rechtsboven: nachtzwaluw vijf (foto: Theo Geuens)
- Midden: Nachtzwaluw vijf met jong (foto: Theo Geuens)
- Rechtsonder: Nachtzwaluw drie (foto: Theo Geuens)



Hoofdstuk VI: Discussie

Tijdens de discussie worden de resultaten met uiterste voorzichtigheid besproken daar deze enkel gebaseerd zijn op tien gezenderde individuen binnen het onderzoeksgebied. Een eerste belangrijke resultaten uit ons onderzoek was de aanwezigheid van nachtzwaluwen (ver) buiten het onderzoeksgebied. Ten tweede bleken de *homeranges* van de 10 nachtzwaluwen sterk te variëren in vorm en oppervlakte. De verspreiding van talrijke zangposten over de gehele individuele *homerange* had in dit opzicht belangrijke implicaties voor populatieschattingen. Een derde belangrijk resultaat was de sterke voorkeur voor open gebieden in tegenstelling tot boomsoort of leeftijd van bestanden. Ook de aanwezigheid in semi-urbane gebieden en afwezigheid in landbouwpercelen was opmerkelijk. Naast de rechtstreekste resultaten uit ons onderzoek werden ook enkele bijkomende waarnemingen beschreven zoals: foerageergebieden ver buiten het onderzoeksgebied, populatieschatting, slaappleatsen en plaatstrouwheid. Deze bijkomende waarnemingen kunnen in de toekomst deel uitmaken van belangrijke onderzoekspunten.

VI.1 Spreiding waarnemingen

Louter met betrekking tot Domeinbos Pijnven en de Vriesput situeerde de nachtzwaluwactiviteit zich in de nabije omgeving van de vangstlocaties (zie verder), uitgezonderd voor nachtzwaluw zeven en tien (Kaart V.2 Addendum pagina M, Kaart V.3 Addendum pagina N). Wanneer de slaappleatsen als vertrekpunt gedefinieerd werden (Kaart V.5 Addendum pagina P), kon aangenomen worden dat alle nachtzwaluwen bijna dagelijks verder dan één kilometer van hun slaappleats foerageerden. Voor de meeste nachtzwaluwen lag de maximale afgelegde afstand tussen 1 tot 2 kilometer.

De waarneming van nachtzwaluwactiviteit rond de vangstplaats komt overeen met resultaten van Verstraeten & Verheyen (2008). Door hen werd gesuggereerd dat nachtzwaluwen in Domeinbos Pijnven voornamelijk binnen een afstand van enkele honderden meters rond broed- of slaappleats te vinden zouden zijn. Uitgaande van deze suggestie werd, op basis van de vangstlocaties, nachtzwaluwactiviteit verwacht in de nabijheid van het Slijkven (nachtzwaluw één), de Vriesput (nachtzwaluw twee), het Paerdskot (nachtzwaluw drie en vier), ten noorden van het Slijkven (nachtzwaluw vijf en tien) en de Vlinderwei (nachtzwaluw zes, zeven en negen). De aanwezigheid van nachtzwaluwen ver buiten hun broed- of slaapgebied werd gesteund door resultaten uit verschillende andere onderzoeken. Nachtzwaluwen lijken een afstand van 1 tot 2 kilometer (Bowden & Green 1991), 2 tot 3 kilometer en zelfs 6 kilometer (Alexander & Creswell 1989) te kunnen overbruggen tussen broed-, slaap- en foerageergebied. Nachtzwaluw één, vier en acht werden regelmatig buiten een radius van 1 tot 2 kilometer waargenomen. Toch gaven de waarnemingen uit de *puntraject-methode* waarschijnlijk geen volledig beeld over de maximale foerageerafstand. Ondank de inspanningen die geleverd werden om nachtzwaluwen te lokaliseren, waren die niet altijd succesvol. De



afstand tussen broed- en slaappleatsen en foerageergebieden kon, voor de trek naar de overwinteringsgebieden (na periode drie), sterk toenemen (paragraaf Foerageergebieden ver buiten het onderzoeksgebied p.45).

De variatie in het aantal waarnemingen tussen de verschillende periodes (Kaart V.2 Addendum pagina M) was enerzijds te wijten aan veranderende weersomstandigheden (periode twee), anderzijds aan het zenderen van extra nachtzwaluwen (periode drie). Slechte weersomstandigheden zorgden ervoor dat inventarisaties vroegtijdig werden gestaakt. Het zenderen van drie extra nachtzwaluwen zorgde voor bijkomende waarnemingen. Deze factoren maskeerden de variatie tussen de drie periodes als gevolg van ontbrekende waarnemingen van nachtzwaluwen buiten het onderzoeksgebied.

Uit onze resultaten blijkt dat nachtzwaluwen, binnen Domeinbos Pijnven en de Vriesput, niet uitsluitend te vinden zijn binnen hun broedgebied. Inzake beheer van de soort zijn deze bevindingen van groot belang. De focus op nachtzwaluwherstel ligt immers hoofdzakelijk in het herstel van de broedgebieden. Daarbij wordt weinig tot geen rekening gehouden met de locatie en geschiktheid van foerageergebieden. Deze gebieden spelen echter een belangrijke rol in de voedselvoorziening van de jongen en het opvetten voor de start van de migratie naar de overwinteringsgebieden. Toename in het voedselaanbod in dergelijke gebieden zou in Nederland een verklaring kunnen bieden voor de stijging van de nachtzwaluwpopulatie (van Kleunen *et al.* 2007).

VI.2 Homerange

Territoria, vorm & variatie

Uit ons onderzoek blijkt dat mannelijke nachtzwaluwen meerdere zangposten hadden verspreid over de gehele oppervlakte van hun *homerange*, dus ook in hun verafgelegen foerageergebieden. Het was niet uitzonderlijk afstanden van meer dan 1 kilometer te meten tussen verschillende zangposten van één individu. Dit komt overeen met bevindingen van Bowden & Green (1991) door wie afstanden groter dan 1 kilometer werden gemeten tussen zangpost en broedplaats. Deze waarnemingen druisen echter in tegen een veronderstelling van Verstraeten & Verheyen (2008), door wie gesuggereerd werd dat deze afstand binnen Domeinbos Pijnven niet meer dan 100m bedroeg. Bovendien werd er door nachtzwaluwen schijnbaar geen rekening gehouden met de aanwezigheid van nesten of zangposten van andere individuen, daar gezenderde nachtzwaluwen zingend werden waargenomen nabij de nestplaats en zangposten van andere koppels. Daarnaast was het niet aangewezen, gezien de resultaten uit dit onderzoek (Kaart V.3 Addendum pagina N), een cirkelvormige oppervlakte aan te nemen als territorium voor nachtzwaluwen. Nachtzwaluwen weken immers vaak ver uit naar één bepaalde richting om te foerageren.



Anders dan onze resultaten werd door verschillende bronnen territorium van een nachtzwaluw beschreven als een plaats waar individuen zingen of territoriaal gedrag vertonen. Veelal werden individuele zangposten onmiddellijk toegeschreven aan een territoriumplaats en bijhorend broedsel (o.a. Verstraeten & Verheyen 2008, Indeherberg *et al.* 2002). Om vervolgens de territoriumgrootte te bepalen werden verschillende methoden beschreven. (1) Zo werd er regelmatig gebruik gemaakt van een fusieafstand, of “de grootste afstand tussen twee waarnemingen om aan te kunnen nemen dat het om één en hetzelfde territorium gaat”. Deze afstand was zeer variabel, b.v. 500m (SOVON (1996) in Indeherberg *et al.* 2002), 300m (anoniem 2011g) en 250m (Indeherberg *et al.* 2002). De criteria waarop deze afstanden gebaseerd werden was niet duidelijk, wel werd er vanuit gegaan dat territoria cirkelvormig waren. De resulterende territoriumoppervlakte werd dan berekend als $\pi \cdot r^2$ (r =fusieafstand of straal). (2) Andere bronnen verwezen naar zeer kleine nachtzwaluwterritoria, b.v. 0.25ha (Busink *et al.* 2000), 1-1.5ha (Leitl *et al.* 1996), 1.49ha (Indeherberg *et al.* 2002), 7ha (Van den Hout 2007 in van Kleunen 2007) en ‘enkele hectaren’ (Schlegel 1969, Cramp 1985 in Verheyen & Verstraeten 2008). Toch leken deze onderzoeken weinig rekening te houden met de bevindingen van eerdere studies die aantonen dat gezenderde nachtzwaluwen gedurende het broedseizoen 3 tot 6 kilometer (Alexander & Cresswell 1989) en 1 tot 2 kilometer (Bowden & Green 1991, Rebbeck *et al.* 2001) afleggen naar hun foerageergebieden. Daarnaast maakte Schlegel in 1994 reeds kennis van nachtzwaluwen met verschillende zangposten in hun territorium.

Welke ecologische oorzaak aan de basis lag van de variatie in *homerange* grootte was niet duidelijk. Er was geen correlatie tussen het gewicht of vleugellengte en de oppervlakte. Opvallend was dat nachtzwaluw twee, zes en negen een beduidend kleinere *homerange* hadden dan de overige nachtzwaluwen. Deze individuen gingen ook niet op verafgelegen plaatsen foerageren tijdens periode twee en/of periode drie. Onderzoek naar verschillende voedselbeschikbaarheid, reproductieve status of de aanwezigheid van geschikte foerageergebieden zou hierin mogelijk uitsluitsel kunnen geven. Doordat de reproductieve status onduidelijk was voor de nachtzwaluwen, was het niet mogelijk deze variabele te betrekken in ons onderzoek.

VI.3 Habitatgebruik

De uitgevoerde *compositional analysis* bood een duidelijk beeld van trends in het habitatgebruik. Aangezien nachtzwaluwen uiterst mobiel bleken konden zij in theorie voorkomen over het gehele onderzoeksgebied. Daarom werd ervoor gekozen de gehele oppervlakte van het gebied als ‘beschikbare oppervlakte’ te definiëren. De keuze voor 0.00001 procent als vervangwaarde voor een afwezig habitatgebruik zorgde ervoor dat resulterende p-waardes licht stegen (Aebischer *et al.* 1993). Bij significante resultaten was er daarom een daadwerkelijke trend in het habitatgebruik.



Nachtelijk habitatgebruik

Analyse van het habitatgebruik, op basis van de BWK, gaf duidelijk aan dat niet alleen de bosomgeving (Aanpl, Bos) in en rond Domeinbos Pijnven, maar ook de semi-urbane zones significant ($p=0.004$) meer gebruikt werden door nachtzwaluwen dan bijvoorbeeld heide of landbouwpercelen. De semi-urbane gebieden situeerden zich in de zone van Gelderhorsten (nachtswaluw twee) en de Kiefhoekstraat (nachtswaluw één, vijf en zeven). Voor de overige nachtzwaluwen werd niet geconstateerd of er gebruik werd gemaakt van een semi-urbane zone. Dit ontbrekend bewijs werd mogelijk veroorzaakt doordat, van enkele nachtzwaluwen, niet de gehele *homerange* werd vastgesteld. De aanwezigheid van nachtactieve vogels (*Caprimulgiformes*) in semi-urbane gebieden wordt bevestigd door Australisch onderzoek (Weaving *et al.* 2011). Door hen werd besloten dat nachtactieve vogels lage intensiteiten van urbanisatie kunnen tolereren. De semi-urbane zones in het onderzoeksgebied werden gekenmerkt door verscheidene kleine, extensieve landbouwpercelen, natte graslanden en graslanden met lage bezettingen vee en kleinvee. Daarnaast was er een ruim aanbod aan diverse boomgroepen en open gebieden in de Netevallei. Deze diverse en gestructureerde matrix lijkt een sterke aantrekkingskracht uit te oefenen op de nachtzwaluwen. Een mogelijke oorzaak hiervoor is een hoge beschikbaarheid aan insecten die waarschijnlijk in hogere getalen beschikbaar zijn door de het vee en talrijke boomgroepen (paragraaf II.4.2 Voedselbeschikbaarheid p.6). De aanwezigheid van vee kan zorgen voor diversificatie in graslanden en een verhoging van de insectenfauna (Lensink 1989, Maréchal 1989c). Daarnaast zouden de randen van boomgroepen kunnen zorgen voor een hoger insectenaanbod en –activiteit als gevolg van het trager afkoelende karakter. Bovendien kunnen deze boomgroepen ook dienen als belangrijke oriëntatiepunten of migratielijnen voor insecten (van Kleunen *et al.* 2007).

Een ander belangrijk resultaat van ons onderzoek was de afwezigheid van nachtzwaluwen in agrarische gebieden. Deze waarneming bevestigt eerdere anekdotische vermeldingen waarbij intensieve landbouwgebieden als ongeschikt werd beschreven voor nachtzwaluwen (o.a. Indeherberg *et al.* 2002). Drie waarnemingen zetten dit resultaat kracht bij. (1) Op 19 augustus werd nachtzwaluw zes geobserveerd, van op punt acht van het *punttraject*. De nachtzwaluw vloog rondom de vlindervallei, zonder deze over te steken. (2) Op 19 augustus werd ook nachtzwaluw negen waargenomen van op punt negen terwijl deze dezelfde handeling uitvoerde. (3) Gedurende de laatste periode van de *punttraject* methode werd nachtzwaluw acht regelmatig waargenomen terwijl deze richting het Plat of het Hobos vloog. Telkens vermeidde de nachtzwaluw de intensieve landbouwgebieden door er rond te vliegen. De intensieve landbouwgebieden waren hoogst waarschijnlijk onaantrekkelijk voor nachtzwaluwen door het ontbreken van voedsel. Anderzijds boden de monotone vegetaties weinig structuurvariatie. Het was mogelijk dat nachtzwaluwen open terreinen vermeden, daar deze bijvoorbeeld weinig bescherming bieden tegen predatoren zoals bosuilen (persoonlijke waarneming). Het ontwijkend gedrag kon dus veroorzaakt worden



door beide factoren. Diepgaand onderzoek naar het habitatgebruik en onderzoek naar voedselbeschikbaarheid in landbouwgebieden kan hierin mogelijk uitsluitsel brengen.

Tevens was het opvallend dat heideterreinen significant minder gebruikt werden. Mogelijk was, binnen het onderzoeksgebied, de aanwezigheid van heide niet cruciaal voor alle nachtzwaluwen, maar werden andere open ruimtes verkozen. Dit nam echter niet weg dat heide niet belangrijk zou zijn voor deze vogelsoort. Een belangrijke proportie van het dieet van nachtzwaluwen wordt waarschijnlijk binnen dit habitattypen aangetroffen. Het ontbreken van structureel goed ontwikkelde heidegebieden binnen het onderzoeksgebied kon dus beschouwd worden als mogelijke oorzaak van de verre foerageervluchten. Heidegebieden van Kattenbosserheide en het Militair Schietveld Leopolsburg werden wel regelmatig bezocht door nachtzwaluwen.

Nachtelijk habitatgebruik o.b.v. IVB

Uit dit onderzoek blijkt dat boomsoort- en leeftijdssamenstelling weinig doorslaggevend waren om het voorkomen van nachtzwaluwen te voorspellen. Dit werd bevestigd op basis van literatuurgegevens (Berry 1979, Maréchal 1989c). De variabele 'Ander' bevatte hoofdzakelijk loofbestanden of bestanden met andere naaldboomsoorten en verkreeg de hoogste ranking. Doordat verschillende bronnen verwijzen naar de aanwezigheid van loofhout in nachtzwaluwterritoria (b.v. Bijlsma 1989, Berry 1979, Sierro *et al.* 2000) speelt de aanwezigheid ervan mogelijk een marginale rol in voedselbeschikbaarheid. Nachtzwaluwen hebben een sterke voorkeur voor open zandgronden (Verstraten & Verheyen 2008). De aanwezigheid van nachtzwaluwen in naaldbossen op dergelijk zandgronden kan dus mogelijk veroorzaakt zijn door de historische beplanting van schrale habitattypes als heide en stuifduinen. De leeftijdssamenstelling van bestanden werd mogelijk niet eenduidig weergegeven door verschillende leeftijdscategorieën binnen eenzelfde bestand. Uit dit onderzoek blijkt echter dat jonge (40 tot 60 jaar) tot oude (100 tot 120) bestanden sterke aantrekking van nachtzwaluwen genoten wanneer zij een ijle (kroonsluiting <50%), tot zeer ijle (kroonsluiting <25%), stamzetting bevatten. Ijle bestanden en open plekken bleken dan weer sterk verkozen door nachtzwaluwen. Ondanks de zeer lage beschikbaarheid ($\pm 6\%$ van beschikbare oppervlakte) bleken open bestanden nagenoeg altijd aanwezig in de *homerange* van nachtzwaluwen. In ijle naaldboombestanden met lokale open plekken was de aanwezigheid van jonge dennenopslag (2 tot 4m) noodzakelijk om als potentieel broedgebied te dienen. Zeer ijle bestanden (± 20 bomen/ha) met jonge opslag en klepelgangen werden optimaal beschouwd. Deze resultaten liggen min of meer in lijn met de eerdere omschrijving van de nachtzwaluw als bosrandvogel. Aangezien deze soort voorkeur had voor structuurrijke overgangszones tussen verschillende biotopen of mozaïeklandschappen (Morris *et al.* 1994, Ravenscroft 1989) kon verwacht worden dat open gebieden preferentieel verkozen werden. Open ruimtes geflankeerd door ijle, tot zeer ijle, bestanden bieden in dit opzicht primaire habitats voor nachtzwaluwen. Open plekken binnen het onderzoeksgebied werden frequent vergezeld door dagzomend zand. Het opwarmende karakter zorgde hier



mogelijk voor een hoger insectenaanbod waarop nachtzwaluwen konden foerageren. Hoewel de aanwezigheid van open brede dreven (>9m) niet belangrijk bleek te zijn na *compositional analysis*, waren nachtzwaluwen er toch nadrukkelijk aanwezig. Doordat deze dreven enerzijds een corridor functie vervulden en anderzijds, bij de aanwezigheid van dagzomend zand, een aanzienlijke bijdrage aan open gebieden leverden, mag hun bijdrage aan een stabiele nachtzwaluwpopulatie zeker niet onderschat worden. De creatie van een open netwerkstructuur kan zeer waarschijnlijk zorgen voor de ontwikkeling van gediversifieerde randsituaties en een uitgebreide nachtzwaluwpopulatie.

Het was mogelijk de afwezigheid van nachtzwaluwen in verschillende delen van het onderzoeksgebied te verklaren. Door de afwezigheid van brede dreven <5m, dagzomend zand en aanwezigheid van dense, monotone en structuurloze bestanden otbraken (sub-)optimale habitatcondities voor nachtzwaluwen. De aanwezigheid van nachtzwaluw zeven in de enige ijle bestanden in het westelijk deel van Domeinbos Pijnven toonde aan dat, mits aanwezigheid van geschikte habitats, nachtzwaluwen in deze delen aanwezig kunnen zijn. Daarnaast is de enkele waarneming van nachtzwaluw één in het westelijk deel van Domeinbos Pijnven, ter hoogte van het geïsoleerde duinherstel, een bewijs dat nachtzwaluwen er kunnen voorkomen. De resultaten bekomen resultaten liggen direct in lijn met waarnemingen van Verstraeten & Verheyen (2008) die op basis van zangposten het habitatgebruik van nachtzwaluwen onderzochten binnen Domeinbos Pijnven. Door hen werd het belang van open plekken en brede dreven aangetoond. Daarnaast werd het mindere belang van boomsoortsamenstelling en vegetatie benadrukt.

Ongeschikt habitat en verafgelegen foerageergebieden

Dankzij de opstelling van het *punttraject* en aan de hand van herhaaldelijke, extra, nachtelijke controles was het vrijwel uitgesloten dat nachtzwaluwen niet gelokaliseerd werden wanneer zij zich binnen het onderzoeksgebied bevonden. Maar ondanks de ruime gebiedsafbakening (paragraaf Gebiedsafbakening p.25), lange zoektochten en goede apparatuur was het niet altijd mogelijk de nachtzwaluwen te vinden. Wanneer nachtzwaluwen afwezig waren gedurende de nacht kon hieruit besloten worden dat zij zich waarschijnlijk buiten het onderzoeksgebied bevonden. Op basis van deze ondervindingen kon het 'ontbreken van waarnemingen' verdeeld worden in twee categorieën (1) habitats binnen het onderzoeksgebied die niet werden gebruikt en (2) niet geïdentificeerde foerageergebieden ver buiten het onderzoeksgebied.

Niet gebruikte habitats binnen het onderzoeksgebied

Op basis van Kaart V.2 (Addendum pagina M) werd reeds eerder de afwezigheid van nachtzwaluwen in Paardshaagdoornberg, het westelijk deel van Domeinbos Pijnven, ten oosten van Domein Pijnven en de percelen met intensieve landbouw benadrukt. Toch dient met deze resultaten voorzichtig omgesprongen te worden. Kaart V.2 (Addendum pagina M) is immers opgesteld aan de hand van gezenderde nachtzwaluwen en geeft



geen informatie over andere individuen. Zo waren er wel degelijk niet gezenderde nachtzwaluwen aanwezig ter hoogte van het duinherstel in Paardshaagdoornberg. In de westelijke bosbestanden van Domeinbos Pijnven, ten oosten van Domeinbos Pijnven en de intensieve landbouwpercelen werd geen activiteit waargenomen.

Broedplaatsen

Door het gevaar op verstoring werd niet intensief gezocht naar nesten, maar werden ze eerder per toeval ontdekt. De gevonden broedplaatsen (n=4) werden niet enkel op eenvoudig toegankelijke locaties gevonden, maar ook op zeer ontoegankelijke plaatsen dankzij één van de gezenderde individuen van het nachtzwaluwkoppel. Broedplaatsen en mogelijke broedplaatsen (n= 12) waren in ons onderzoek hoofdzakelijk (n=10) gesitueerd in ijle bosbestanden met opslag van jonge dennen. De hoogte van opslag varieerde van twee tot vier meter. Bovendien was een dence begroeiing van jonge dennen niet geschikt, maar bleven lokaal open plekken vrij. Daarnaast kon een ondergroei met pijpenstrootje of bochtige smele aanwezig zijn, maar bleven lokaal kale plekken aanwezig. Het was op deze kale plekken, bezaaid met dennennaalden en mos dat nesten gevonden werden. Als uitzondering werd één nest gevonden onder een herontsproten stronk van een Amerikaanse eik aan de rand van een open plek. Een ander nest werd gevonden in een ijl berkenbestand met adelaarsvaren. Opvallend was de aanwezigheid van open gebieden (66.7%) of brede dreven (>9m) (83.3%) in de onmiddellijke nabijheid (10m) van de (potentiele) nestlocaties.

Een belangrijke waarneming was deze van een pas geboren nachtzwaluwjong op 1 augustus 2010. Dit nest was hoogstwaarschijnlijk het tweede nest in een ineengeschoven broedsel. De vondst van dit nest geeft aan dat nachtzwaluwnesten nog tot ver in augustus gevoelig zijn aan verstoringen, zo ook van bosbouw. Aangezien het einde van de schoontijd normaal op 1 augustus valt, zou dit betekenen dat potentieel verschillende nesten bedreigd zouden worden door de herstart van werken in bosomgevingen. Daarom wordt hier gesuggereerd om het einde van de schoontijd, in bosbestanden waar nachtzwaluwen voorkomen, minstens tot 1 september uit te stellen.

Slaapplaatsen

Nachtzwaluwen leken in dit onderzoek af te wisselen tussen enkele vaste slaapplaatsen. Hierbij was er een sterke variatie in het aantal slaapplaatsen per nachtzwaluw. Opvallend was de voorkeur voor Corsicaanse dennen (57.78%) en stapels dood takhout in ijle bestanden (22%). Wanneer bestanden homogeen uit grove den bestonden werd in deze boomsoort geslapen. Indien in een bestand Corsicaanse den aanwezig was, zelfs bij één exemplaar, genoot deze een voorkeur boven grove den of andere boomsoorten. Zo werd in bestanden, geïnventariseerd als homogene grove den bestand, de nachtzwaluw altijd gevonden in enkele, geïsoleerde Corsicaanse dennen. Bovendien speelde de leeftijd van het bestand geen rol. Bij jonge bestanden (20 tot 40 jaar) werden de grootste bomen



gekozen. Stapels dood takhout, in de hoek van een bestand of aan de rand van dreven, oefenden ook een sterke aantrekking uit op de nachtzwaluwen. Deze waarnemingen werden genoteerd als 'op de grond slapen'. Nachtzwaluwen sliepen in dit geval altijd aan de achterkant van de stapels, tegen de bosrand of dense boomgroep.

Corsicaanse dennen bieden mogelijk hogere bescherming tegen predatoren door hun dichtere kroonsluiting en dikkere, meer horizontale takken in vergelijking met grove dennen. Dankzij deze eigenschappen zijn nachtzwaluwen hoogst waarschijnlijk beter gecamoufleerd, daar zij altijd in de lengterichting van de tak slapen en dus minder opvallen. Stapels dood takhout boden mogelijk ook zeer goede camouflage daar nachtzwaluwen zeer moeilijk te onderscheiden waren van hun achtergrond. De stapels werden vaak achtergelaten tegen dense jonge dennen. Nachtzwaluwen kozen altijd de stapelkant grenzend aan deze bomen. Mogelijk bood deze kan meer bescherming tegen luchtpredatoren dan de geëxposeerde, open zijde.

Aangezien het inventariseren van slaappleaatsen initieel geen doelstelling was in dit onderzoek werden deze slechts sporadisch gecontroleerd. Door de groeiende interesse en opvallende waarnemingen werden de slaappleaatsen vanaf augustus bijna dagelijks geïnterviewd. Ondanks deze kortstondige inventarisatie biedt deze opmerkelijke en mogelijk interessante resultaten die in de toekomst belangrijke onderzoeksdoelstellingen om het habitat van nachtzwaluwen ook op dit niveau te optimaliseren.

VI. 4 Bijkomende waarnemingen

Verschillende gedragingen en andere bevindingen van nachtzwaluwen waren nieuw of onverwacht binnen het kader van dit onderzoek. Daardoor werden verschillende waarnemingen slecht sporadisch of meer anekdotisch genoteerd. Desalniettemin beschikken de, hieronder besproken, bevindingen over sterke potenties om te dienen als onderzoeksvraag in volgende onderzoeken. Zo blijkt dat niet alleen lokale bescherming van nachtzwaluwhabitats belangrijk is, maar ook regionaal onderzoek naar- en bescherming van de foerageergebieden mogelijk noodzakelijk is voor de instandhouding van de soort.

Foerageergebieden ver buiten het onderzoeksgebied

Vooraf tijdens periode twee (nachtswaluw drie en vier) en drie (nachtswaluw één, drie, vijf, zeven en tien) werden de nachtzwaluwen vaak slechts enkele uren tot enkele minuten binnen het onderzoeksgebied waargenomen. Daarna was het niet meer mogelijk de nachtzwaluwen te lokaliseren. Tijdens de *at random methode* werd uitvoerig gezocht naar de mogelijke verblijfplaatsen van de vogels. Opmerkelijk was dat ze zelfs niet werden teruggevonden wanneer de perimeter rond Domeinbos Pijnven werd uitgebreid tot zeven kilometer in noordelijke, westelijke en zuidelijke richting. Door de aanwezigheid van een dense urbane gordel werd de perimeter niet in oostelijke richting uitgebreid.



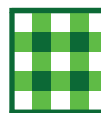
De afwezigheid van nachtzwaluwen zou in verband kunnen staan met hun reproductieve status (aanwezigheid van nest, pulli, juvenielen). Doordat de status van slechts twee nachtzwaluwen gekend was, werd een mogelijke correlatie niet onderzocht. Bij de aanwezigheid van een nest of pulli foerageren nachtzwaluwen waarschijnlijk minder ver van hun broedplaats. Dergelijke nachtzwaluwen voerden frequente voedselvluchten uit. Toch lag de afstand tussen broedplaats en foerageergebied vaak nog hoger dan één kilometer (o.a. nachtzwaluw één, twee en vijf). Dergelijke foerageergebieden vielen binnen het onderzoeksgebied. Nachtzwaluwen met juvenielen of zonder nest zouden verder van hun broed- of slaapplaats kunnen foerageren daar zij minder afhankelijk zijn van voedselvluchten. Net voor de trekperiode zouden nachtzwaluwen kunnen uitwijken naar verder gelegen habitats waar voldoende voedsel aanwezig is om op te vetten. Deze veronderstellingen worden mogelijks gesteund door waarnemingen van o.a. nachtzwaluw vier en vijf. Nachtzwaluw vier was regelmatig afwezig tijdens periode twee. Wanneer van deze nachtzwaluw echter een nest met één pullus aanwezig was, reduceerde de foerageerafstand en was hij korter bij het nest aanwezig. Na predatie van het nest leek de foerageerafstand weer te vergroten en was hij regelmatig afwezig tijdens de nacht. Nachtzwaluw vijf werd dagelijks binnen het onderzoeksgebied (1 tot 2 kilometer) van haar nestplaats gevonden tot juvenielen aanwezig waren. Nadat de juvenielen, vermoedelijk, uitgevlogen waren, foerageerde deze vogel verder en werd zij 's nachts niet terug gevonden.

Ondanks het feit dat nachtzwaluwen mogelijk lange afstanden afleggen naar goede foerageergebieden, kwamen zij tegen de ochtend terug om hun vaste slaapplaatsen in te nemen. Ook in dit geval waren weer uitzonderingen op te merken. Wanneer, gedurende het tweede deel van de nacht, hevige regenbuien de kop op staken, kwamen nachtzwaluwen niet terug naar hun vaste slaapplaatsen in het onderzoeksgebied (o.a. nachtzwaluw drie, vier en tien). Daarnaast was nachtzwaluw tien, na periode drie, enkele dagen afwezig in het onderzoeksgebied. Deze vogel werd bij toeval terug gevonden op meer dan vier kilometer van zijn vaste slaapplaatsen.

Onderzoek naar de habitatsamenstelling en insectenfauna in deze gebieden kan mogelijk uitsluitsel geven over de aantrekkingskracht van verafgelegen foerageergebieden. Bovendien blijkt uit deze bevindingen dat niet alleen een lokale bescherming van de nachtzwaluwhabitats belangrijk is, maar ook regionaal onderzoek naar en bescherming van de foerageergebieden mogelijk noodzakelijk is voor de instandhouding van de soort.

Populatieschattingen

In Domeinbos Pijnven, de Vriesput en Paardshaagdoornberg DG werd het aantal zangposten als maatstaf gebruikt om het aantal broedkoppels te schatten. Voor de inventarisaties van 1992-1996 en 1999 (± 50 koppels) is niet geweten of hierbij gebruik werd gemaakt van geluidsopnames om gesnor uit te lokken. Wel staat vast dat na deze



inventarisaties de nachtzwaluwpopulatie beduidend groter was dan in de periode 1997-2007 (± 25) (uitz. 1999). Tijdens deze laatste periode werden de inventarisaties uitgevoerd door Geuens & Ulenaers. Door hen werd het gebied verschillende malen per seizoen bezocht, werden enkel de eerste zangposten na zonsondergang genoteerd en werd vooral geen gebruik gemaakt van geluidsopnames. Daar, op basis van ons onderzoek (Kaart V.4 Addendum pagina O), een populatieschatting gemaakt werd van 12 tot 15 broedkoppels blijkt zelfs de goede inventarisatiemethode van Geuens & Ulenaers te resulteren in een aanzienlijke overschatting. Deze waarnemingen sluiten echter niet uit dat de nachtzwaluw aan een mogelijke opmars bezig is binnen Domeinbos Pijnven als gevolg van de uitgevoerde beheerswerken (Ulenaers, mondelinge mededeling). Mogelijke oorzaken van een populatiestijging zijn een hogere habitat beschikbaarheid of een stijgend voedselaanbod (van Kleunen *et al.* 2007) met hoger broedsucces tot gevolg. Welke factor hierbij een hoofdrol speelt is niet duidelijk.

Belangrijke oorzaken die kunnen bijdragen tot het overschatten van de nachtzwaluwpopulatie zijn (1) de variatie in *homerange* tussen nachtzwaluwen (paragraaf V.5 Homerange p.34), (2) het grote aantal- en de verspreiding van zangposten binnen de *homerange*, (3) het niet kunnen identificeren van nachtzwaluwen en vooral (4) het gebruik van geluidsopnames. Het kort afspelen van geluidsopnames, zoals toegelaten tijdens inventarisatie (Vermeersch *et al.* 2000, Indeherberg *et al.* 2002), zorgde ervoor dat gezenderde nachtzwaluwen de geluidsopname volgden doorheen het gebied. Dit resulteerde in zangposten op atypische locaties en een sterke stijging van het aantal zangposten per nachtzwaluw. Op 5 augustus werden nachtzwaluw zeven en tien gevangen in de Vlinderwei en respectievelijk nabij het Slijkven. Beiden werden gevangen enkele ogenblikken na het afspelen van geluidsopnames. Analyse van hun foerageergedrag en slaappleaats toonde aan dat deze nachtzwaluwen een afstand van ± 3 kilometer hadden afgelegd in de tegengestelde richting dan hun normale foerageerrichting.

De identificatie van nachtzwaluwen kan het mogelijk maken het aantal- en de verspreiding van zangposten toe te schrijven aan bepaalde individuen. Deze gegevens werden in dit onderzoek echter niet strikt genoteerd. Maar de summiere aanwijzingen naar een groot aantal zangposten, verspreid over een grote oppervlakte kunnen als belangrijke basis dienen voor verder onderzoek. Deze aanwijzingen en het bijkomend gebruik van geluidsopnames heeft in het verleden hoogst waarschijnlijk een aanzienlijke overschatting van de nachtzwaluwpopulatie in de hand gewerkt. Een grondige herziening van de nachtzwaluwpopulatie in Limburg dringt zich daarom op. Uiteraard is het niet mogelijk voor alle gebieden nachtzwaluwen te identificeren. Daarom wordt de inventarisatiemethode van Geuens & Ulenaers aangeraden als hulpmiddel om de Limburgse nachtzwaluwpopulatie te herzien.



Broedplaatsen

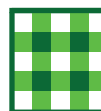
Binnen het onderzoeksgebied werd door ons het aantal broedkoppels geschat op twaalf tot vijftien paren. Deze schatting lijkt gerechtvaardigd daar in totaal veertien mannelijke individuen werden gevangen. Door de hoge mobiliteit van nachtzwaluwen lijkt het zeer aannemelijk dat enkele van deze nachtzwaluwen werden aangezogen uit omliggende gebieden. Dit gevaar op overschatting werd naar alle waarschijnlijkheid gecompenseerd door het niet vangen van enkele mannelijke individuen die wel over een broedplaats beschikten binnen het onderzoeksgebied. De vangst van, één of twee, juveniele vogels of de aanwezigheid ervan direct na zonsondergang gaf een bijkomende motivatie om bij ringvangst van een mannelijk individu te spreken van een mogelijk broedplaats. Daarnaast werd er in deze schatting ook rekening gehouden met waarnemingen van nachtzwaluwen over het gehele onderzoeksgebied. Naar verder onderzoek lijkt het interessant om ook te vangen in habitats die als atypisch of minderwaardig worden gedefinieerd voor nachtzwaluwen. Op deze manier kan de aanzuigkracht van afgespeelde zang nagegaan worden.

Plaatstrouwheid

De eerste avond van het nachtzwaluw project resulteerde in de hervangst van nachtzwaluw één uit het preliminair onderzoek 2009. Opvallend was dat deze nachtzwaluw werd gevangen op exact dezelfde locatie als het jaar voordien. Vervolgens werd op 12 juni een vrouwelijke individu (nachtzwaluw vijf) gevangen nabij de broedplaats van nachtzwaluw twee, uit het onderzoek van 2009. Dit individu bleek echter niet dezelfde te zijn.

Plaatstrouwheid van nachtzwaluwen werd verschillende malen gesuggereerd (Schlegel 1969, Cramp 1985, Bijlsma 1989, van Dijk 1989, Verstraeten & Verheyen 2008). Hierbij werd verwezen naar de, nagenoeg, identieke locatie van zangposten, broed- en rustplaatsen tussen verschillende jaren. Vaak ontbrak echter het bewijs dat het zou gaan om dezelfde individuen. Hervangst en analyse van het habitatgebruik van nachtzwaluw één lijkt een stap in de goede richting om plaatstrouwheid van individuen, binnen Domeinbos Pijnven, te bewijzen. De aanwezigheid van nachtzwaluw vijf geeft aan dat 'plaatstrouwheid' niet noodzakelijk de weerspiegeling is van eenzelfde individu. Ook hier vertoonde analyse van de *homerange* grote gelijkenis met dat van nachtzwaluw twee uit 2009. Bij het wegvallen van individuen kan verwacht worden dat optimale zangposten, broed- en rustplaatsen ingenomen worden door anderen. Aangezien de, schijnbaar, optimale locaties zich vaak situeren nabij open plaatsen of ijle bosbestanden is het mogelijk dat deze verdwijnen door successie. Nachtzwaluwen zijn dan aangewezen op het zoeken van nieuwe (sub-)optimale gebieden. Beheerswerken, stormen en branden kunnen zorgen voor het herstel en de creatie van optimale gebieden die vervolgens ingenomen kunnen worden.

Het opvolgen van plaatstrouwheid, met behulp van hervangsten, gedurende verschillende jaren kan mogelijk een beeld werpen op optimale habitats. Het vrijwaren,



herstellen en optimaliseren van dergelijke habitats kan zorgen voor de ontwikkeling van een stabiele nachtzwaluwpopulatie. Daarnaast biedt kennis van dergelijke habitats de mogelijkheid om de nachtzwaluwpopulatie verder uit te bouwen.

VI.5 Opmerkingen m.b.t methodologie

Radiotelemetrische waarnemingen

Op basis van de populatieschatting kan aangenomen worden dat de tien gezenderde nachtzwaluwen ongeveer één derde van de nachtzwaluwpopulatie, binnen het onderzoeksgebied, uitmaakten. Toch lijkt het, op basis van de *homerangestudie*, moeilijk om de *homerange* van overige nachtzwaluwen in te schatten. Door de ervaring met radiotracking, uit het preliminair onderzoek 2009, werden de nachtelijke waarnemingen op een nauwkeurige manier vastgesteld. Gebruikmakend van de habitatkennis, signaalsterkte en richting van het signaal, was het mogelijk op een vrij nauwkeurige wijze de locatie van de nachtzwaluwen te bepalen (± 5 tot 10m). Hierbij was vooral de habitatkennis van groot belang, daar de obstructie van het signaal door bosomgevingen het signaal sterk kon verzwakken. Met behulp van een gedetailleerde Google Maps raster file werden de nachtelijke waarnemingen op een zeer nauwkeurige manier gedigitaliseerd (± 1 m). Indien aan het waarnemings formulier een aanvullende waarnemingskaart (schaal 1 : 5800) gekoppeld was, werd bij digitalisatie de totale nauwkeurigheid sterk verhoogt tot ± 5 m. De nauwkeurigheid van overige waarnemingen zoals slaapplaatsen en broedplaatsen was zeer hoog (± 1 m). Doordat deze waarnemingen overdag werden uitgevoerd, was het mogelijk individuen exact te lokaliseren. Aangezien nachtzwaluwen overdag rusten konden ze op een eenvoudige en rustige manier benaderd worden. Deze waarnemingen werden onmiddellijk gedigitaliseerd.

Om de nauwkeurigheid van radiotelemetrische waarnemingen in de toekomst te verhogen, worden volgende stappen ondernomen. (1) Waarnemers zullen verplicht worden hun waarnemingen te visualiseren aan de hand van aanvullende waarnemingskaarten (schaal 1 : 5800) (2) Daarnaast zal een kruistabel worden opgesteld met enerzijds informatie over signaalsterkte en het tussenliggend gebied en anderzijds de resulterende afstand tot de zender.). Dankzij deze tabel moet het eenvoudiger worden de afstand tot een nachtzwaluw in te schatten. Een dergelijke tabel kan opgesteld worden door een zender te plaatsen in een gekend gebied en de resulterende signaalsterkte op te meten op verschillende afstanden en verschillende tussenliggende habitats.



Homerange visualisatie en berekening

In de *incremental area analysis* (Fig V.1 Addendum pagina AA) zaten geen permutaties met bootstrapping vervat. Vanaf de derde waarneming werd berekend welke bijdrage elke chronologische bijkomende waarneming had aan een toenemende *homerange*. Foutieve of dubieuze waarnemingen ver van het normale nachtzwaluwareaal konden op deze manier bijdragen tot uitschieters in de *incremental area plots* (vb. waarneming zeven van nachtzwaluw drie). Zonder deze, mogelijk, foutieve waarnemingen of bij bootstrapping permutaties zou de oppervlakteverhoging waarschijnlijk in stijgende lijn verlopen. Een laag aantal waarnemingen per nachtzwaluw (nachtzwaluw zeven en negen) zorgde voor een grillig verloop van de *incremental area plots*, daar waar verloop bij nachtzwaluwen met een hoog aantal waarnemingen werd *gesmoothend*. Bij een laag aantal waarnemingen was het niet mogelijk uitspraken te doen over de *homerange* daar die waarschijnlijk sterk werd onderschat. Door het ontbreken van waarnemingen wanneer nachtzwaluwen zich ver buiten het onderzoeksgebied bevonden (nachtzwaluw één, drie, vier, vijf, zeven, tien) kon aangenomen worden dat voor deze individuen de *homerange* werd onderschat. Door het ontbreken van waarnemingen, als gevolg van een slecht werkende zender, werd de *homerange* van nachtzwaluw zes waarschijnlijk licht onderschat. De *homerange* van nachtzwaluw twee (99.19ha), nachtzwaluw acht (212.63ha) en negen (33.81ha) was nagenoeg representatief.

Op basis van de *incremental area analysis* en met kennis van de ontbrekende waarnemingen kon aangenomen worden dat de berekende gemiddelde *homerange* ($99.69 \pm 51.44\text{ha}$) in werkelijkheid hoger lag. Toch bleef de grote variatie in *homerange* oppervlakte tussen nachtzwaluwen aannemelijk. Deze laatste stelling werd aangesterkt daar de oppervlakte niet voorspelbaar was aan de hand van een toenemend aantal. Hoewel de oppervlaktes tussen de drie periodes niet significant van elkaar verschilden, was het aannemelijk dat dit in werkelijkheid wel zo was (Tabel V.6 Addendum pagina W). Periode twee werd enerzijds gekenmerkt door minder waarnemingen als gevolg van hevige regenbuien, anderzijds werden nachtzwaluw drie en vier vaak niet teruggevonden. In periode drie werden nachtzwaluw één, drie, vier en vijf nagenoeg niet teruggevonden binnen het onderzoeksgebied. Om de *homeranges* te visualiseren en te berekenen, werd op basis van Jiguet *et al.* (2000), gekozen voor een Core Weighting analysis. De gevisualiseerde *homerange* veroorzaakte afrondingen en betrok in enkele gevallen percelen die in werkelijkheid niet gebruikt werden door nachtzwaluwen. Toch benaderde deze visualisatie in sterke mate de werkelijke vliegzones. De analyse verschilde niet significant met de zelf aangemaakte omlijning van het habitatgebruik (*repeated measures ANOVA: Post-hoc Tukey HSD* ($p > 0.9$)). Deze zelf aangemaakte omlijning gaf de gebruikte vliegroutes en gebruikte percelen wel eenduidig weer.



VI.6 Suggesties naar beheer & bosbouwkundige ingrepen

Als Natura 2000 broedvogel werd de nachtzwaluw opgenomen in het uitgebreid bosbeheersplan voor Domeinbos Pijnven (Gorissen 2006). Maar ook voor de overige gebieden binnen Bosland werden visieontwikkelingen opgesteld waarbinnen de nachtzwaluw een prominente rol speelt (Indeherberg *et al.* 2002, Indeherberg 2006). Hierbij kan de nachtzwaluw als paraplu-soort beschouwd worden, maar ook op maatschappelijk vlak kan deze mysterieuze en intrigerende een belangrijke functie vervullen als vlaggenschipsoort. Wetenschappelijk gefundeerd onderzoek naar het habitatgebruik van nachtzwaluwen kan een belangrijke bijdrage leveren in de optimalisatie van de beheerswerken. Op basis van dit onderzoek worden enkele suggesties naar voor geschoven met betrekking tot het nachtelijk habitatgebruik, slaappleaatsen en broedpleaatsen. Resultaten uit dit onderzoek bevestigen de nood aan open pleaatsen en ijle bosbestanden in de *homerange* van nachtzwaluwen.

Suggesties naar beheer

Nachtelijk habitatgebruik

De ontwikkeling van een open netwerkstructuur met gediversifieerde bosbestanden biedt geschikte uitgangspoaaties voor de ontwikkeling van een stabiele nachtzwaluwpopulaatie. Hierbij is de ontwikkeling van kerngebieden noodzakelijk, welke verbonden worden met behulp van corridors en steppingstones. Binnen Bosland kunnen Domeinbos Pijnven, De Vriesput en Paardshaagdoornberg DG ontwikkeld worden tot belangrijke kerngebieden aangezien hier zones met hoge ecologische potenties aangetroffen worden. Deze zones kunnen, mits natuurherstel en/of –ontwikkeling omgevormd worden naar open gebieden met heide, landduinen, schrale graslanden en vennen. Daarnaast is het aangewezen ijle bosbestanden te creëren in de resterende bestanden (paragraaf Suggesties naar bosbouwkundige ingrepen p.53). De mozaïsche structuur met open percelen en ijle bosbestanden lijkt de meest geschikte omgeving voor een nachtzwaluwen in bosomgevingen. Daarnaast is het aangewezen kerngebieden te verbinden met behulp van open, brede, golvende corridors, geflankeerd door ijle bosbestanden of bezaaid met geïsoleerde bomen. Kleine, geïsoleerd open gebieden kunnen daarnaast een belangrijke rol spelen als steppingstones naar naburige, verre gebieden.

De aanwezigheid van nachtzwaluwen was opvallend geconcentreerd in open gebieden, zandgronden en brede golvende dreven. Om open gebieden te creëren wordt veelal gekozen een volledige kapping, gevolgd door plaggen uit te voeren. Hierbij ontstaat echter vaak een scherpe overgang naar dense, omliggende bosbestanden. Waarnemingen uit dit onderzoek tonen aan dat dergelijke beheerswerken als ongunstig beschouwd worden voor nachtzwaluwen (bijvoorbeeld de halve oppervlakte van Paardshaagdoornberg). Er wordt dus beter geopteerd een zeer ijle overgang te maken van geplagd bestand naar omliggend bos. Open gebieden kunnen als permanent open of halfopen beheerd worden. In het eerste geval is het aangewezen minstens één-



tweejaarlijks te frezen of eggen om successie tegen te gaan. Bij halfopen gebieden kan voor extensieve begrazing met schapen gekozen worden. Extensieve begrazing zorgt voor een diversificatie van het gebied en een verhoging van het insectenaanbod (Lensink 1989, Maréchal 1989c, Van Dijk 1989). De opslag van geïsoleerde jonge bomen die zo ontstaat moet niet negatief zijn voor het voorkomen van nachtzwaluwen. Nachtzwaluwen werden immers meermaals aangetroffen op structuurrijke heideterreinen met opslag van enkele vliegdenen. Wel dient men, zoals eerder beschreven, enigszins rekening te houden met tijdstip in intensiteit van begrazing. Ven- (Koud ven, Slijkven, de Vriesput, Moonswyer en Bakewyer) en duinherstel (Paerdskot en Paardshaagdoornberg) bleken zeer goede maatregelen om openheid te creëren. Aannemelijk was dat de voedselbeschikbaarheid werd verhoogd door de aanwezigheid van snel opwarmende, drainerende zandgrond. Door het sterk opwarmende karakter oefenen deze zandgronden 's avonds aantrekking uit op insecten. Bovendien bieden zij een uitstekend habitat voor diverse insectengroepen en andere fauna en flora. Nachtzwaluwen werden frequent in groep foeragerend waargenomen boven deze open plekken.

Brede golvende dreven (>9m) kunnen een dubbele rol vervullen in een open netwerkstructuur. Een eerste functie is deze van corridor. Aangezien grote, aaneengesloten, maar structuurrijke, gebieden binnen Bosland nog vrij schaars zijn, kunnen de dreven als verbinding gebruikt worden tussen kleinere open gebieden. Omdat nachtzwaluwen vrij mobiel zijn, kan hierin verwacht worden dat deze verbinding vooral nuttig kan zijn tussen ver uiteenliggende gebieden. Voor kortere afstanden kunnen nachtzwaluwen waarschijnlijk makkelijk een bosbestand overvliegen. Dit zou kunnen verklaren waarom in zeker opzicht de dreven ter hoogte van het Paerdskot, Moons- en Bakewyer schijnbaar minder gebruikt werden. Om een zekere openheid te bewaren in deze dreven dien men hier boomopslag tegen te gaan. Een tweede, belangrijke functie is de bijkomende creatie van open gebieden. Wanneer hierbij zandgrond dagzoomt kunnen zij onder dezelfde noemer als andere permanent open gebieden geplaatst en beheerd worden. Dit soort dreven lijkt ook een verhoogde aantrekking op nachtzwaluwen uit te oefenen. Daarnaast kan het verwijderen van bestandhoeken lokaal bijkomende open ruimtes creëren. Een voorbeeld van brede, golvende zanderige dreven vinden we ten noorden van het Slijkven. Deze dreven worden gekenmerkt door een hoge nachtzwaluwactiviteit. Naast de ecologische functies kunnen brede dreven belangrijke economische functies vervullen. Als brandweg kunnen zij de verspreiding van voor verhinderen in droge periodes. Als exploitatieweg kunnen zij zorgen voor een gemakkelijke toegang tot de gewenste bosbestanden.

Foerageergebieden

Uit dit onderzoek blijkt dat nachtzwaluwen niet enkel afhankelijk zijn van de habitats binnen het Domeinbos. De foerageergebieden lagen tijdens het broedseizoen vaak minstens één kilometer van hun broedplaats. Na het broedseizoen verhoogde de afstand tot foerageergebieden, maar deze kon niet vastgesteld worden. Alexander & Creswell



(1989) omschreven in dit opzicht afstanden tot 6 kilometer. Aangezien de focus op nachtzwaluw herstel hoofdzakelijk gericht is op herstel binnen natuurgebieden wordt het belang van foerageergebieden over het hoofd gezien. Daarom is het noodzakelijk na te gaan waar nachtzwaluwen exact foerageren en om welke reden. Het is noodzakelijk deze gebieden te betrekken in beheerplannen en herstelmaatregelen voor nachtzwaluwpopulaties. Indien foerageergebieden op termijn verdwijnen door een gebrek aan aangepast beheer, zullen intensieve werken binnen het huidige nachtzwaluwherstel weinig effectief zijn om de populatiegroei of –instandhouding te laten slagen. Indien het foerageergebied van nachtzwaluw één, vijf en zeven als voorbeeld genomen mag worden, zou er in dergelijke foerageergebieden gestreefd kunnen worden naar een mozaïsche structuur van boomgroepen, schrale graslanden, extensieve landbouw en natte heide percelen.

Slaapplaatsen

Nachtzwaluwen maakten in dit onderzoek duidelijk gebruik van Corsicaanse dennen en stapels dood hout als slaapplaats. Daarom wordt aangeraden, niet alle Corsicaanse dennen te verwijderen. Oude en jonge overstaanders bieden voor de nachtzwaluw hoogst waarschijnlijk meer bescherming tegen predatoren dan de open kruinen van grove dennen. Wanneer beheerswerken uitgevoerd worden, kan aangeraden worden niet 'te clean' te werken. Het achterlaten van hoopjes takmateriaal na beheerswerken wordt als positief ervaren door nachtzwaluwen. Dit kan bijvoorbeeld in de hoek van een perceel of naast de klepelgangen (paragraaf Suggesties naar bosbouwkundige ingrepen p.53).

Reactiesnelheid op beheerswerken

De reactiesnelheid van nachtzwaluwen op het beheerswerken bleek zeer snel te zijn. Voor Paardshaagdoornberg DG werden eerder geen waarnemingen gedaan. Na het einde van de werken in april 2010 werden enkele maanden later twee zeer waarschijnlijke broedgevallen genoteerd. Voor de overige gebieden is, door andere waarnemingstechnieken, niet met zekerheid geweten met welke densiteit nachtzwaluwen hier voorkwamen. Wel staat vast dat na de uitvoer van beheerswerken nachtzwaluwenactiviteit zeer hoog was.

Suggesties naar Bosbouwkundige ingrepen

De hedendaagse visie op duurzaam bosbeheer staat in schril contrast met de vroegere economische houtproductie binnen Bosland. Het toenmalige kaalslagsysteem zorgde voor voldoende geschikte habitats, maar bestanden werden zeer dicht beplant, omlooptijden waren kort en bij kappingen werd geen enkele overstaander gespaard. In de huidige visie wordt gestreefd naar een open structuurrijke bosomgeving waarbinnen in een mozaïsche structuur bestanden voorkomen met verschillende leeftijds- en dichtheidsklassen. De openheid kan gecreëerd worden uit ijle bestanden geflankeerd door brede, golvende dreven.



Zoals blijkt uit dit onderzoek werden nachtzwaluwen zeer frequent aangetroffen in ijle bestanden. Daarom kan een rotatiesysteem met schermslag sterk aangeraden worden. Het rotatiesysteem is uitstekend voor de creatie van een diverse leeftijdssamenstelling van bosbestanden doorheen het onderzoeksgebied. Dankzij de ijle bestanden kan spontane verjonging van grove den of loofhout optreden. Aangezien de boomsoortsamenstelling schijnbaar weinig invloed heeft op het voorkomen van nachtzwaluwen, kan in bosbestanden met een overwegend economische functie gekozen worden voor den na den verjonging. In bestanden met een meer ecologische functie kan er in dit opzicht een geleidelijke omvorming naar loofhout verwezenlijkt worden. De aanwezigheid van grove den opslag in ijle bestanden leek positief voor de aanwezigheid van nachtzwaluwen. Hierbij was de opslag best niet te dicht en bleven minstens lokaal open plekken aanwezig. Ook varieerde de opslag tussen 2 tot 4m. Vermoedelijk bood lage opslag onvoldoende bescherming en werd bij hoge opslag de oppervlakte kale bodem te klein.

Veel aandacht werd in dit onderzoek gevestigd aan het ijle bosbestand naast de vlinderwei. Dit bestand werd door hen schijnbaar als zeer optimaal bevonden. Het schermslagsysteem, toegepast in dit bestand, vormde het ideale voorbeeld om de economische bedrijfsvorm met de ecologische visies te versmelten. Hier werd in het verleden een sterke dunning uitgevoerd waarna ± 20 overstaanders per hectare overbleven. Dankzij het ijl zetten van dit bestand was spontane verjonging van grove den mogelijk. Drie jaar later werd doorheen de verjonging, om de 10m, gangen van 2 tot 3m breed geklepeld. Oud takmateriaal van de dunningen werd op hopen gelegd naast de klepelgangen. Nu, weer enkele jaren verder vormt dit zeer ijle bestand met open gangen, jonge dennen opslag van 3 tot 4m hoog en oude takkenhopen het ideale habitat voor nachtzwaluwen. De nachtzwaluwen in dit gebied slapen nagenoeg altijd achter de takkenhopen tegen de dennen opslag, zoals hoger beschreven. In de toekomst zullen dunningen van de jonge opslag noodzakelijk zijn om te beletten dat dit bestand opnieuw dichtgroeit en zijn kwaliteit verliest.

Broedplaatsen.

Zoals eerder besproken vormden ijle bestanden met jonge opslag van grove den belangrijke broedplaatsen. Hierbij was de aanwezigheid van lokaal kale plekken noodzakelijk. De aanwezigheid van grassen speelde weinig rol zolang lokaal kale plekken beschikbaar bleven. De toepassing van een rotatiesysteem met ijle den na den schermslag, naast de aanwezigheid van brede dreven, kan dus zorgen voor de constante beschikbaarheid van geschikte broedplaatsen.



Recreatie

Het voorkomen van de nachtzwaluwen in Domeinbos Pijnven concentreert zich in de ontoegankelijke zones. Aangezien hier hoofdzakelijk ijle bestanden met smalle dreven en weinig dagzomend zand voorkomen, is de afwezigheid van geschikt habitat waarschijnlijk de belangrijkste reden voor deze waarneming. Nachtzwaluw 7 kwam voor in de enige ijle bestanden van de toegankelijke zone. Deze zone werd gekenmerkt door de aanwezigheid van ruiters en fietsers. Deze recreatievormen hebben waarschijnlijk weinig impact op het broedsucces van nachtzwaluwen indien zij binnen de afgebakende paden blijven. Regelmatig werden tijdens het onderzoek wandelaars met loslopende honden aangetroffen binnen de ontoegankelijke zone. Eerder werd aangetoond dat loslopende honden een belangrijke vorm van verstoring vormden voor nachtzwaluwen (Murison 2002, Bijlsma 1989, Langston *et al.* 2007b). Daarom wordt hier aangeraden de ontoegankelijke zones zeker als dusdanig te bewaren. Indien de toegankelijke zone uitgebreid worden zou en geschikt habitat hierbinnen zou vallen, heeft dit naar alle waarschijnlijkheid een negatief effect op de nachtzwaluwpopulatie.



Hoofdstuk VII: Samenvatting

De nachtzwaluw (*Caprimulgus europaeus*) is een nachtelijke insectivoor die voorkomt in droge en zanderige milieus. Hierbij verkiest deze soort overgangszones tussen verschillende biotopen of mozaïeklandschappen met een rijke structuurvariatie. In bosomgevingen komt de nachtzwaluw hoofdzakelijk voor op open plaatsen of in ijle bosbestanden. In het tweede deel van de 20e eeuw waren habitatdegradatie en –versnippering twee belangrijke factoren die een sterke populatieafname van de soort veroorzaakten. Hierdoor werd de nachtzwaluw opgenomen in Bijlage I van de Europese vogelrichtlijn. De huidige schatting van de populatiegrootte in Belgisch Limburg bedraagt 800 koppels.

In dit onderzoek werd met behulp van radiotelemetrie het habitatgebruik van nachtzwaluwen gekarteerd in de bosomgevingen van Bosland (centraal Limburg). Gedurende drie periodes van tien dagen werd op basis van een gebiedsdekkend traject informatie verzameld over de aanwezigheid van tien gezenderde individuen. Na digitalisatie van waarnemingen werd de *homerange* van individuele nachtzwaluwen gevisualiseerd en berekend met behulp van *Core Weighting Kernel analysis*. Vervolgens werden, op basis van *compositional analysis*, patronen in het habitatgebruik onderzocht. Specifiek werd ook nagegaan wat het effect was van uitgevoerde beheerswerken op het habitatgebruik en hoe bosbouwkundige ingrepen in de toekomst geoptimaliseerd zouden kunnen worden.

De *homeranges* van de tien individuen varieerden sterk in grootte en mate van overlapping. De oppervlakte bleek veel groter dan de gegevens uit de literatuur. In tegenstelling tot de aanwezigheid van open gebieden, bleken boomsoort en leeftijd van de bosbestanden weinig voorspellend te zijn voor het voorkomen van de soort. Foerageergebieden van nachtzwaluwen lagen matig (1-2km) tot zeer ver (minimaal >6km) van de slaapplekken verwijderd. Slaapplekken van nachtzwaluwen waren hoofdzakelijk gesitueerd in Corsicaanse dennen (58%) of op de grond (22%). De schatting van de populatiegrootte (± 15 koppels) toonde aan dat de grootte van de Limburgse populatie waarschijnlijk sterk overschat wordt.

Beheerswerken bleken een positief effect te hebben wanneer open zandgrond werd gecreëerd in brede dreven of open plekken. Daarnaast was de aanwezigheid van (zeer) ijle bestanden in de *homerange* van nachtzwaluwen opmerkelijk. Naar toekomstig beheer toe lijkt de creatie van ijle overgangen tussen open plekken en denses bos noodzakelijk. Zo is ook de ontwikkeling van structuurrijke open vegetaties in een mozaïsch patroon met ijle bestanden belangrijk. Schermslag met enkele overstaanders (± 20 /ha) en natuurlijke verjonging bleek zeer geschikt voor nachtzwaluwen. Mogelijk biedt deze vorm van bosbouw een geschikt compromis tussen ecologische en economische bosbouw.



Chapter VII: Summary

Nightjars (*Caprimulgus europaeus*) are nocturnal insectivores that occur in dry and sandy environments. This species prefers transition zones between different biotopes or mosaic landscapes with a rich structural variation. In forest environments the nightjars mainly occur on open places or thin forests. During the second part of the 20th century a large scale population decline was mainly driven by habitat degradation and – fragmentation. Because of this, nightjars were added to Annex I of the European Birds Directive. The current population size in Limburg (north-east Belgium) is estimated on 800 couples.

During this research we looked for habitat preference of nightjars in forest environments of Bosland (north-east Belgium) using radiotelemetry. During three periods of ten days information of ten radiotagged nightjars was gathered while passing through an area covering route. When observations were digitized, the *homerange* of individual nightjars was visualized and calculated using *Core Weighting Kernel Analysis*. Patterns in habitat use were examined using *Compositional analysis*. We examined the effect of recent management works on the habitat use of nightjars and to what extent forestry interventions can be optimized in creating ‘nightjar friendly’ environments.

There was a strong variation in size and degree of overlap between the *homeranges* of ten individual nightjars. The *homerange* size was many times larger than found in literature. In contrast to the presence of open areas, species in or age of stands didn’t seem to play an important role in the habitat preference of nightjars. We found a distance of 1-2km and >6km between foraging areas and sleeping places. Sleeping places of nightjars were mainly situated in Corsican pine (58%) or on the ground (22%). The estimation ± 15 couples in our research area revealed a possible strong overestimation of the current population size in Limburg.

Management works seemed to be positive when open sandy soils in wide tracks or open places were created. The presence of thin forests in the *homerange* of nightjars was remarkable. The creation of thin transitions between open spaces and closed stands seems to be an important target for future management works. The development of open places with a high structural variance in a mosaic pattern with thin stands will be another important target. Strong thinning with some remaining trees (± 20 /ha) and the possibility of natural rejuvenation seems to create excellent environmental conditions for nightjars. This kind of forestry can play an important role in creating a compromise between ecological and economical forestry.



Hoofdstuk VIII: Referentielijst

- Aebischer, N.J., Robertson, P.A. & Kenward, R.E. (1993). Compositional Analysis of Habitat Use From Animal Radio-Tracking Data. *Ecology*, 73 (5) : 1313-1325.
- Aerts, R. & Berendse, F. (1988). The effect of increased nutrient availability on vegetation dynamics in wet heathlands. *Vegetatio*, 76 : 63-69.
- Allemeersch, L., Geusens, J., Stevens, J. & Raskin, L. (1988). *Heide in Limburg*. Lannoo, Tielt, 119 p.
- Anoniem (2011a). Informatie verkregen via de website van de *International Union for Conservation of Nature* www.countdown2010.net op 7 maart 2011.
- Anoniem (2011b). Mina 3+: Verlies aan biodiversiteit. Informatie verkregen via de website www.lne.be op 7 maart 2011.
- Anoniem (2011c). Informatie verkregen via de website van *Bosland* www.bosland.be op 8 maart 2011.
- Anoniem (2011d). Informatie verkregen op de website van het *Agentschap voor Natuur en Bos* www.anb.be op 8 maart 2011.
- Anoniem (2011e). Informatie verkregen via de website <http://www.cbd.int/2010/welcome/> op 21 maart 2011.
- Anoniem (2011f). Informatie verkregen via de website www.inbo.be op 11 april 2011.
- Anoniem (2011g). Informatie verkregen via de website www.sovon.nl op 20 april 2011.
- Alexander, I.H. (1983). Chick growth rates of the Nightjar (*Caprimulgus europaeus*) in South-East Dorset. *Stour Ringing Group*. Annual Report 1982.
- Alexander, I.H. (1984). An examination of Nightjar movements in South-East Dorset. *Stour Ringing Group*. Annual Report 1983 : 28-37.
- Alexander, I.H. (1985). Feeding techniques of the Nightjar (*Caprimulgus europaeus*) in South-East Dorset. *Stour Ringing Group*. Annual Report 1982.
- Alexander, I.H. & Cresswell, B.H. (1989). Foraging by Nightjars *Caprimulgus europaeus* away from their nesting areas. *Ibis*, 132 : 568-574.
- Baker, K. (1993). Identification Guide to Non-Passerines. London, Butler & Tanner, 332 pp.
- Bauwens, D. & Claus, K. (1996). *Verspreiding van amfibieën en reptielen in Vlaanderen*. De Wielewaal, Turnhout, 192 pp.
- Bauwens, D. (1999). Amfibieën en reptielen. In: Kuijken, E (red.). *Natuurrapport 1999. Toestand van de natuur in Vlaanderen: cijfers voor het beleid*. Mededelingen van het Instituut voor Natuurbehoud nr. 6, Brussel, pp. 60-64.



- Bayens, L. (1985). Landschappelijke bodemassociaties van de provincie Limburg. *Atlas van de Limburgse Broedvogels*. De Belgische natuur- en Vogelreservaten vzw I.S.M. het Lisec, pp. 81-98.
- Bennett, G. 2004. *Integrating biodiversity conservation and sustainable use*. Lessons learned from ecological networks. IUCN Gland, Switzerland and Cambridge, UK. vi + 51 pp.
- Berry, R. (1979). Nightjar habitats and breeding in East Anglia. *British Birds*, 72 : 207-218.
- Berry, R. & Bibby, C.J. (1981). A breeding study of Nightjars. *British Birds*, 74 (4) : 161-169.
- Beyen D. (2000). Bosbeheer en biodiversiteit. Bosbeheer en Nachtzwaluwen. *De boskrant*, 30 : 5-10.
- Bijlsma, R. (1989). De nachtzwaluw *Caprimulgus europaeus* op de Zuidwest-Veluwe. *Vogeljaar*, 37 : 286-305.
- Bijlsma, R. (2006). Effecten van menselijke verstoring op grondbroedende vogels van Planken Wambuis. *De Levende Natuur*, 107 : 191-198.
- BirdLife International (2011). Species factsheet: *Caprimulgus europaeus*. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 21/02/2011.
- Bowden, D.G.R. & Green, R.E. (1991). *The ecology of nightjars on pine plantations in Thetford forest*. RSPB Research Department, 63 pp.
- Brigham, R.M. & Barclay, R.M.R. (1992). Lunar Influence on Foraging and Nesting Activity of Common Poorwills (*Phalaenoptilus nuttallii*). *The Auk*, 109 (2) : 315-320.
- Bühler, P. (1987). Zur Strategie des Beutefangs der Nachtschwalben (*Caprimulgidae*). *Journal für Ornithologie*. 125 (4) : 488-491.
- Bult, H. (2002) Nachtzwaluwen *Caprimulgus europaeus* onder de rook van Antwerpen. *Limosa*, 75 : 91-102.
- Burfield, I. & Van Bommel, F. (2004). *Birds in Europe: Population estimates, Trends and conservation status*. Birdlife International, Cambridge, 374 pp.
- Burgess, N.D., Evans, C.E. & Sorensen, J. (1990). The management of lowland heath for nightjars at Minsmere, Suffolk, Great Britain. *Journal of environmental management*. 31 : 351-359.
- Busink, P., Aerts, J., & Hilgers, L. (2000). *De nachtzwaluw als broedvogel in het westelijk deel van landgoed de Utrecht en in de gemeentebossen van de gemeente Reusel-de Mieren (voorjaar/zomer 2000)*. Inventarisatierapport Vogelwerkgroep Midden-Brabant november 2000.
- Cadbury, C.J. (1981). Nightjar census methods. *Bird Study*, 28 : 1-4.
- Ceunen, K. (2004). *Beheers- en inrichtingsplan van het domeinbos "De Vriesput"*. Onuitgegeven verhandeling, Katholieke Hogeschool Kempen, Industrieel Ingenieur en Biotechniek Geel, 125 pp.
- Cleere, N. & Nurney, D. (1998). *A Guide to the Nightjars and Related Nightbirds*. Pica Press.



- Conway, G., Wotton, S., Henderson, I., Langston, R., Drewitt, A., Currie, F. (2007). Status and distribution of European Nightjars *Caprimulgus europaeus* in the UK in 2004. British Trust for Ornithology, *Bird Study*, 54 : 98-111.
- Cowles, G.S. (1967). The plate of the Red-necked Nightjar *Caprimulgus ruficollis* with a description of a new feature. *The Ibis*, 109 : 260-265.
- Cramp, S., Simmons, K.E.L., Perrins, C.M. (1985). *The birds of the Western Palearctic*. Volume IV. Oxford University Press, Oxford.
- Cresswell, B. & Edwards, D. (in prep). Geolocators reveal wintering areas of European Nightjar (*Caprimulgus europaeus*).
- Cresswell, B.H. (1986). The Nightjar Project: some results of the radiotracking work. *Stour Ringing Group*. Annual Report 1985, pp. 52-55.
- Cresswell, B.H. (1987). Nightjars: A preview of some early results from analysis of 1986 data. *Stour Ringing Group*. Annual Report 1986, pp. 31-32.
- Cresswell, B. (1996). Some aspects of their behaviour and conservation. *British Wildlife*, pp. 297-304.
- Daunicht, W. (1985). Zum vorkommen des Ziegenmelkers (*Caprimulgus europaeus*) in Schleswig-Holstein und auf der 'Fahlen Heide' in Niedersachsen. *Corax*, 11 (2) : 97-102.
- De Bruyn L., 2003. Heide en vennen. In: Dumortier, M., De Bruyn, L., Peymen, J., Schneiders, A., Van Daele, T., Weyemberh, G., van Straaten, D. & Kuijken, E. 2003. *Natuurrapport 2003: Toestand van de natuur in Vlaanderen: cijfers voor het beleid*. Mededeling van het Instituut voor Natuurbehoud nr. 21, Brussel, pp. 66-68
- Decler, K. (2007). Europees beschermde natuur in Vlaanderen en het Belgisch deel van de Noordzee : habitattypen : dier- en plantensoorten. *Mededelingen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek*, 2007(1). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek: Brussel : Belgium. ISBN 978-90-403-0267-1. 584 pp.
- de Graaf, M.C.C., Verbeek, P.J.M., Cals, M.J.R. & Roelofs, J.G.M. (1994). *Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring van matig mineraalrijke heide en schraallanden*. Eindrapport monitoringsprogramma eerste fase. Vakgroep Oecologie. Katholieke Universiteit Nijmegen.
- Denis, P., (1990). *Geomorfologie van Limburg*. In Berten, R. *Natuur en Flora in Limburg*, pp. 15-46.
- De Knijf, G. & Anselin, A. (1996). *Een gedocumenteerde Rode lijst van de libellen van Vlaanderen*. Mededelingen van het Instituut voor Natuurbehoud (4), pp. 1-90.
- Devos, K., Anselin, A. & Vermeersch, G. (2004). *Een nieuwe Rode Lijst van de broedvogels in Vlaanderen*. *Atlas van de Vlaamse broedvogels 2000-2002* (ed. by Vermeersch, G., Anselin, A., Devos, K., Herremans, M., Stevens, J., Gabriëls, J., Van Der Krieken, B.). Instituut voor Natuurbehoud, Brussel, pp. 60-75.
- Europese unie: Richtlijn 79/409/EEG van de Raad van 2 april 1979 inzake het behoud van de vogelstand. *PB L 103 van 25.4.1979*, pp. 1-18.



- Europese unie: *Richtlijn 92/43/EEG van de Raad van 21 mei 1992 inzake de instandhouding van de natuurlijke habitats en de wilde flora en fauna*. PB L 206 van 22.7.1992, pp. 7.
- Gabriëls, J. (1985). *Atlas van de broedvogels in Limburg*. Lisec, Bokrijk-Genk, 724 pp.
- Gabriëls, J., Stevens, J. & Van Sanden, P. (1994). Nachtzwaluw *Caprimulgus europaeus* in Broedvogelatlas van Limburg. Veranderingen in aantallen en verspreiding na 1985. *Provincie Limburg Culturele aangelegenheden*, Hasselt, pp. 161-163.
- Gill, F.B. (2006). *Ornithology (third edition)*. W.H. Freeman & Co Ltd, 720 pp.
- Gimingham, C.H. & De Smidt, J.T. (1983). Heats as natura land semi-natural vegetation. In: Holzner, W., Werger, M.J.A. & Ikusima, I. (Ed.), *Man's impact on vegetation, Junk*, Den Haag, pp. 185-199.
- Gorissen, D. (2006). *Beheerplan Pijnven. Agentschap voor Natuur en Bos*, 127 pp.
- Glutz Von Blotzheim, N.U. & Bauer, K.M. (1980). *Caprimulgiformes-Nachtschwalbenartige. Handbuch der Vögel Mitteleuropas*. Deel 9. Columbiformes-Piciformes. Wiesbaden, pp. 640-688.
- Gribble, F.C. (1983). Nightjars in Britain and Ireland in 1981. *Bird Study*, 30 (3) : 165-176.
- Hackett, S.J., Kimball, R.T., Reddy, S., Bowie, R.C.K., Braun, E.L., Braun, M.J., Chojnowski, J.L., Cox, W.A., Han, K., Harshman, J., Huddleston, C.J., Marks, B.D., Miglia, K.J., Moore, W.S., Sheldon, F.H., Steadman, D.W., Witt, C.C. & Yuri, T. (2008). A Phylogenomic Study of Birds Reveals Their Evolutionary History, *Science*, 320 (5884) : 1763-1768.
- Hagemeyer, W.J.M. & Blair, M.J. (1997). The EBCC Atlas of European birds – Their distribution and abundance. *Poyser*, London.
- Harrison Matthews, L., & Knight, M. (1969). De zintuigen van de Dieren. *Aula-Reeks* (411) Utrecht.
- Heil, G.W & Diemont, W.H. (1983). *Raised nutrient levels change heathland into grassland. Vegetatio*, 53 : 113-120.
- Heinroth, O. (1909). Beobachtungen bei der Zucht des Ziegenmelkers (*Caprimulgus europaeus* L.). *Journal für Ornithologie*, 57 : 56-83.
- Hens, M., Vanreusel, W., De Bruyn, L., Wils, C. & Paelinckx, D. (2005). Heide en vennen, in: Dumortier, M., De Bruyn, L., Hens, M., Peymen, J., Schneiders, A., Van Daele, T., Van Reeth, W., Weyemberh, G. & Kuijken, E. (2005). *Natuurrapport 2005: toestand van de natuur in Vlaanderen: cijfers voor het beleid. Mededelingen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek*, 24 : 170-178.
- Hermy, M., De Blust, G & Sloomackers, M. (2004). *Natuurbeheer*. Uitgeverij Davidsfonds i.s.m. Argus vzw, Natuurpunt vzw en het IN Leuven, 452 pp.
- Howes, C.A. (1978). Notes on the food and feeding mechanisms of a Nightjar from Thorne. *Naturalist*. 103 : 28-29.



- Indeherberg, M., Gabriëls, J. & van de Genachte, G. (2002). Onderzoek naar de opbouw van een duurzame populatie nachtzwaluw (*Caprimulgus europaeus*) in de provincie Limburg – eindrapport. *Aeolus in opdracht van Aminal*, 98 pp.
- Indeherberg, M., De Greef, J., Janssen, L., Gorissen, D., De Coster, K., Heyn, M., Verheyen, W., Van De Genachte, G., & Wallays, L. (2006). *Visieontwikkeling voor openbare bossen Lommel en Hechtel-Eksel, m.i.v. het Domeinbos Pijnven: Eindrapport*. I.S. Agentschap Natuur en Bos, 79 pp..
- Jacob, J.P., Dehem, C., Burnel, A., Dambiermont, J.L., Fasol, M., Kinet, T., Van der Elst, D. & Paquet, J.Y. (2010). *Atlas des oiseaux nicheurs de Wallonie*. Aves et Département de l'Etude du milieu Naturel et Agricole, 524pp.
- Janssen, L. & Mensink, C. (2002). *Aanpassing van de GIS User Interface voor het berekenen van de overschrijdingen van kritische lasten op basis van gevoeligheidskaarten en OPS-depositieberekeningen*. Rapport 2002/TAP/R044, Vito, Mol.
- Jetz, W., Steffen, J. & Linsenmair, K.E. (2003). Effects of Light and prey availability on nocturnal, lunar and seasonal activity of tropical nightjars. *Oikos*, 103 : 627-639.
- Jiguet, F., Arroyo, B. & Bretagnolle, V. (2000). Lek mating systems: a case study in the Little Bustard *Tetrax tetrax*. *Elsevier, Behavioural Processes*, 51 : 63-82.
- Kenward, RE., Walls, SS., South, AB. & Casey, NM. (2008). *Ranges8: For the analysis of tracking and location data*. Online manual. Anatrack Ltd. Wareham, UK.
- Koffijberg, K., van Kleunen, A., Majoor, F. & Kurstjens, G. (2007). *Evaluatie van de effectiviteit van beschermingsmaatregelen voor Kwartelkoningen in Nederland*. SOVON onderzoeksrapport 2007/09. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen, 52pp.
- Kraak W-K. (1989). Een nieuwe kijk op een oeroud verhaal. *Het Vogeljaar*, 37 : 316-321.
- Kalkhoven, J.T.R., Van Apeldoorn, R.C. & Foppen, R.P.B. (1995). *Fauna en natuurdoeltypen: minimumoppervlakte voor kernpopulaties van doelsoorten zoogdieren en vogels*. IBN – Rapport 193, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen, 134 pp.
- Kuyk, F. (1984). Nachtzwaluw (*Caprimulgus europaeus*) op Flakkee. *Limosa*, 57(2) : 66-67.
- Lack, L.D. (1932). Some breeding-habits of the European Nightjar. *The Ibis*, 74 : 266-284.
- Langouche, D., Wiedemann, T., Van Ranst, E., Neiryneck, J. & Langohr, R. (2002). *Berekening en kartering van kritische lasten en overschrijdingen voor verzuring en eutrofiëring in bosccosystemen in Vlaanderen*. In: Neiryneck J., de Ridder K., Langouche D., Wiedeman T., Kowalski A., Ceulemans R., Mensink C., Roskams P., Van Ranst E. *Bepaling van de verzuring- en vermestinggevoeligheid van Vlaamse bossen met gemodelleerde depositiefluxen*. Eindverslag van project VLINA 98/01, studie uitgevoerd voor rekening van de Vlaamse gemeenschap



binnen het kader van het Vlaams Impulsprogramma Natuurontwikkeling in opdracht van de Vlaamse minister bevoegd voor Natuurbehoud, Gent, pp. 65-100.

- Langston, R.H.W., Wotton, S.R., Conway, G.J., Wright, L.J., Mallord, J.W. Currie, F.A., Drewitt, A.L., Grice, P.V., Hoccom, D.G. & Symes, N. (2007.a) Nightjar *Caprimulgus europaeus* and Woodlark *Lullula arborea* – Recovering species in Britain? *Ibis*, 149 : 250-260.
- Langston, R.H.W., Liley, D., Murison, G., Woodfield, E. & Clarek, R.T. (2007b). What effect do walkers and dogs have on the distribution and productivity of breeding European Nightjar *Caprimulgus europaeus*. *Ibis*, 149 : 27-36
- Lehtonen, L. (1951). Zur herbstlichen Ethologie des Ziegenmelkers *Caprimulgus e. europaeus* L.. *Ornis Fennica*, 28 (4) : 89-109.
- Leitzl, R., Metz, J., Rodler, A., von Lindeiner, A., Wimmer, B. & Peuser, S. (1996). Der Ziegenmelker (*Caprimulgus europaeus*) im Naturpark Hessenreuther und Manteler Wald mit Parkstein 1996. Erfassung der Brutbestände im Manteler Forst und Schutzkonzept.
- Lensink, R., Schermerhorn, P. & Vogel, R. (1989). Het voorkomen van Nachtzwaluwen *Caprimulgus europaeus* als broedvogel op de Zuidoost Veluwe. *Het Vogeljaar*, 37 : 286-305.
- Levins, R. (1969). Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. *Bulletin of the Entomological Society of America*, 15 : 237 – 240.
- Liley, D. & Clarke, R.T. (2003). The impact of urban development and human disturbance on the numbers of nightjar *Caprimulgus europaeus* on heathlands in Dorset, England. *Biological Conservation*, 114 : 219-230.
- Lippens, L., Wille, H. (1972). *Atlas van de vogels in België en West-Europa*. Tielt, Lannoo, 846 pp.
- Locher, A. (1957). Die Nachtschwalbe. *Leben und Umwelt*, 14 (2) : 31-37.
- Maes, D. & Van Dyck, H. (1996). *Een gedocumenteerde Rode lijst van de dagvlinders van Vlaanderen*. Mededelingen van het Instituut voor Natuurbehoud 1996 (1), 154 pp.
- Maes, D. & Van Dyck, H. (1999). In: Kuijken, E. (red.) *Natuurrapport 1999: Toestand van de natuur in Vlaanderen: cijfers voor het beleid*. Mededelingen van het Instituut voor Natuurbehoud nr. 6, Brussel, pp. 73-78.
- Mallord, J.W., Dolman, P.M., Brown, A.F. & Sutherland, W.J. (2007). Linking recreational disturbance to population size in a ground-nesting passerine. *Journal of applied ecology*, 44 : 185-195.
- Mannaert, A. & Verheyen, W. (2005). *Bosbeheerplan*. Gemeentebossen Hechtel-Eksel. Aeolus-rapport 04ghk75.
- Maréchal, P. (1989a). Enige gegevens over het voorkomen en de trek van de Nachtzwaluw *Caprimulgus europaeus* in Europa en Afrika. *Het Vogeljaar*, 37 : 242-250.



- Maréchal, P. (1989b). Over een aantal vooroordelen van de mens en moderne gevaren voor Nachtzwaluwen *Caprimulgus europaeus*. *Het Vogeljaar*, 37 : 306-311.
- Maréchal, P. (1989c). Foeragegedrag, voedselkeuze en de relatie met milieuomstandigheden bij Nachtzwaluwen *Caprimulgus europaeus*. *Het Vogeljaar*, 37 : 345-356.
- Maréchal, P. (1989.d). Mimicry en antipredatorgedrag bij Nachtzwaluwen (*Caprimulgus europaeus*). *Het Vogeljaar*, 37 : 271-273.
- Mather, J. (1986). *The Birds of Yorkshire*. London, Sidney, Dover, New-Hampshire, 624 pp.
- Matthé, L. (1982). Nachtzwaluwen (*Caprimulgus europaeus*) in Vlaanderen in 1981: verspreiding, biotoopkeuze, oorzaken van achteruitgang. *Wielewaal*, 48 : 243-255.
- Meykens, J. & Vereecken, H. (2001). Ontwikkeling en integratie van gevoeligheidskaarten voor verzuring en vermessing van ecosystemen in Vlaanderen. BDB, KULeuven, VMM.
- Mills, A.M. (1986). The influence of moonlight on the behavior of goatsuckers (*Caprimulgidae*). *The Auk*, 103 : 370-378.
- Morris, A., Burges, D., Fuller, R.J., Evans, A.D., Smith, K.W., (1994). The status and distribution of Nightjars *Caprimulgus europaeus* in Britain in 1992 – a report to the British Trust for Ornithology. *Bird Study*, 41 : 181-191.
- Murison, G. (2002). The impact of human disturbance on the breeding success of nightjar *Caprimulgus europaeus* on heathlands in south Dorset, England. *English Nature Peterborough*, 43pp.
- Nicol, J.A.C. & Arnott, H.J. (1974). Tapeta lucidum in the eyes of goatsuckers (*Caprimulgidae*). *Proc. R. Soc. Lond.*, 189 : 349-352.
- Odé, B., Groen, K. & De Blust, G. (2001). Het Nederlandse en Vlaamse heidelandschap. *De Levende Natuur*, 102 : 145-149.
- Overloop, S., Bossuyt, M., Ducheyne, S., Dumortier, M., Eppinger, R., Van Gijseghem, D., Van Hoof, K., Vogels, N., Vanden Auweele, W., Wustenberghs, H. & D'hooghe, J. (2007). Achtergronddocument 2007 Vermesting. *Vlaamse Milieumaatschappij*, www.milieuraapport.be.
- Peiponen, V.A. (1964). Zur Bedeutung der Olkugeln im Farbsehen der Sauropsiden. *Annales Zoologici Fennici I.*, pp. 281-302.
- Peiponen, V.A. (1965). On Hyperthermia and torpidity in the Nightjar (*Caprimulgus europaeus* L.). *Annales Academiae Scientiarum Fennica, Series A. IV Biologica*, 87 : 3-15.
- Peiponen, V.A. (1966). The diurnal heterothermy of Nightjar (*Caprimulgus europaeus* L.) in light conditions of southern Finland. *Annales Zoologici Fennici*, 7 : 239-250.



- Peiponen, V.A. & Bosley, A. (1964). Torpidity in a captive European Nightjar (*Caprimulgus europaeus* L.). *Ornis Fennica*, 41 : 40-42.
- Peymen, J., Monden, S., Honnay, O., Jacquemyn, H. & Piessens, K. (2005). *Versnippering*. In: Dumortier, M., De Bruyn, L., Hens, M., Peymen, J., Schneiders, A., Van Daele, T., Van Reeth, W., Weyemberh, G. & Kuijken, E. (2005). *Natuurrapport 2005: toestand van de natuur in Vlaanderen: cijfers voor het beleid. Mededelingen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek*, 24 : 170-178.
- Peymen, J., Adriaens, T., De Beck, L. & Decler, K. Vlaams Ecologisch Netwerk. In: Dumortier, M., De Bruyn, L., Hens, M., Peymen, J., Schneiders, A., Van Daele, T. & Van Reeth, W. (red.) (2007). *Natuurrapport 2007: Toestand van de natuur in Vlaanderen: cijfers voor het beleid*. Mededelingen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek nr. 4, Brussel pp. 38-55.
- Pitelka, F.A. (1959). Numbers, breeding schedule, and territory in pectoral sandpipers of Northern Alaska. *Condor*. 61 : 233-264.
- Post, F. (1989). Het voorkomen van de Nachtzwaluw *Caprimulgus europaeus* in het midden van Noord-Brabant. *Het Vogeljaar*, 37 : 335-344.
- Ravenscroft, N.O.M. (1989). The status and habitat of the nightjar *Caprimulgus europaeus* in costal Suffolk. *Bird Study*, 36 : 161-169.
- Rebeck, M., Corrick, R., Eaglestone, B. & Stainton, C. (2001) Recognition of individual European Nightjars (*Caprimulgus europaeus*) from their song. *Ibis*, 143 : 468-475.
- Reijnen, R. & Koolstra, B. (1998). *Evaluatie van de ecologische verbindingzones in de provincie Gelderland*. IBN rapport 372, IBN-DLO, Wageningen.
- Reinsch, A. (1970). Störungsjahre beim Ziegenmelker (*Caprimulgus europaeus*). *Die Vogelwelt*, 91 : 198 -199.
- Roelofs, J.G.M. (1986). The effect of airborne sulphur and nitrogen deposition on aquatic an terrestrial heathland vegetation. *Experimentia*, 42 : 372-377.
- Schepens, F. & van Asseldonk, E. (1989). De nachtzwaluw *Caprimulgus europaeus* als broedvogel in Limburg. *Het Vogeljaar*, 37 : 322-332.
- Schlegel, R., (1967). Die Ernährung des Ziegenmelkers, seine wirtschaftliche und seine Siedlungdichte in einem Oberlausitzer Kiefernrevier. *Vogelkunde*, 13 : 145-190.
- Schlegel, R. (1969). Der Ziegenmelker (*Caprimulgus europaeus* L.) in der Oberlausitz. *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseum Görlitz*, 48 (9) : 1-6.
- Schlegel, R. (1994). Der Ziegenmelker. Die Neue Brehm-Bücherei BD. 406, Westarp Wissenschaften Magdebrug.
- Scott, W.G., Jardine, D.C., Hills, G. & Sweeny, B. (1998). Changes in nightjar *Caprimulgus europaeus* population in upland forests in Yorkshire. *Bird Study*, 45 : 219-225.



- Segers, F. (1948). *Broedvogels in de Kempen*. Antwerpen, De Nederlandse boekhandel, 236 pp.
- Sierdsema, H. (1995). *Broedvogels en Beheer. Het gebruik van broedvogelgegevens in het beheer van bos- en natuurterreinen*. SBB-rapport 1995-1, SOVON-onderzoeksrapport 1995/04. SOVON Vogelonderzoek Nederland Driebergen/beek-Ubbergen, 54 pp.
- Sierro, A., (1991). Ecologie de l'Engoulevent, *Caprimulgus europaeus*, en Valais (Alpes suisses): biotopes, répartition spatiale et protection. *Nos Oiseaux*, 41 : 209-235.
- Sloendregt, M. (2009). *Inventarisatie naar het voorkomen van nachtzwaluwen (Caprimulgus europaeus) in 2009 in het Leenderbos en Groote Heide (Boswachterij Leende) door vogelwerkgroep de Kempen in opdracht van Staatsbosbeheer Leende*. Vogelwerkgroep De Kempen, 13 pp.
- Smith, P. G. 2003. *Compos Analysis, version 5.1 standard [software]*. Smith Ecology Ltd., Abergavenny, UK.
- Stülcken, K. & Brüll H. (1938). Vom Nestleben der Nachtschwalbe (*Caprimulgus e. europaeus*). *Journal für Ornithologie*, 86 : 59-73.
- Svensson, L., Grant, P.J., Mullarney, K. & Zetterstörn, D. (2005). *ANWB Vogelgids van Europa*. Tirion Uitgevers BV Baarn. 400 pp.
- Timmerman, A. (1989). De nachtzwaluw *Caprimulgus europaeus* in het noorden van Nederland. *Het Vogeljaar*, 37 : 251-257.
- Todd, L.D., Poulin, R.G. & Brigham, R.M. (1998). Diet of common nighthawks (*Chordeiles minor: Caprimulgidae*) relative to prey abundance. *American Midland Naturalist*. 139 (1) : 20-28.
- van de Berg, L.J.L., Dorland, E., Vergeer, P. Hart, M.A.C., Robbink, R. & Roelofs, J.G.M. (2005). Decline of acid-sensitive species in heathlands can be attributed to ammonium toxicity in combination with low pH. *New Phytologist*, 166 (2) : 551-564.
- Vandenbussche, V., T'jollyn, F., Leten, M., & Hoffmann, M. (2002). *Systematiek van natuurtypen voor de biotopen heide, moeras, duin, slik en schor. Deel 7: Heide en landduinen*. Verslag van het Instituut voor Natuurbehoud, (2002). Instituut voor Natuurbehoud, Brussel, Belgium, 120 pp.
- Van Havre, G.C.M. (1928). *Les Oiseaux de la Faune Belge*, Bruxelles, M. Lamtert.
- van Kleunen, A., Sierdsema, H., Nijssen, M., Lipman, V. & Groenendijk, D., (2007). *Het jaar van de nachtzwaluw 2007*. SOVON-onderzoeksrapport 2007/10. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen, 58 pp.
- Verboom, J., Foppen, R., Chardon, P., Opdam, P. & Luttikhuisen, P. (2001). Introducing the key path approach for habitat networks with persistent populations: an example for marschland birds. *Biological Conservation*, 100 : 89 – 101.
- Vermeersch, G., Devos, K., Herremans, M., Stevens, J., Gabriëls, J. & Van der Krieken, B. (2004). *Atlas van de Vlaamse broedvogels: 2000-2002*. Mededeling



van het Instituut voor Natuurbehoud, 23. Instituut voor Natuurbehoud, Brussel-Belgium, 496 pp.

- Vermeersch, G. & Anselin, A. (2009). *Broedvogels in Vlaanderen in 2006-2007. Recente status en trends van Bijzondere Broedvogels en soorten van de Vlaamse Rode Lijst en/of Bijlage I van de Europese Vogelrichtlijn*. Mededeling van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek nr. 3, Brussel.
- Verstraeten, G., & Verheyen, K. (2008). *Habitatvoorkeur van nachtzwaluw (Caprimulgus europaeus) in het gewestbos Pijnven te Hechtel-Eksel en implicaties voor het beheer*. Scriptie voorgedragen tot het behalen van de graad van Bio-Ingenieur in het land-en bosbeheer, 144 pp.
- Waterinckx, M. & Roelandt, B. (2001). *De bosinventaris van het Vlaamse Gewest*. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Afdeling Bos & Groen, Brussel, 486 pp.
- Weaving, M.J., White, G.J., Isaac, B. & Cooke, R. (2011). The distribution of three nocturnal bird species across a suburban-forest gradient. *Emu*. 111(1) : 52-58.
- Wichmann, G. (2004). Habitat use of nightjar (*Caprimulgus europaeus*) in an Austrian pine forest. *Journal of Ornithology*, 154 : 69-73.
- Wils, C., Paelinckx, D., Adams, D., Berten, Y., Bosch, H., De Knijf, G., De Saeger, S., Demolder, H., Guelinckx, R., Lust, P., Scheldeman, K., T'jollyn, F., Van Hove, M., Vandenbussche, V. & Vriens, L. (2004). *Biologische waarderingskaart en natuurgerichte bodembedekkingkaart van het vlaamse gewest: integratie van de bwk en vereenvoudiging tot een 90- en 32- delige legende (80% bwk, versie 2 van 1997 tot 2003 en 20% bwk, versie1)*. Rapporten van het instituut voor natuurbehoud, 2004(8). Instituut voor Natuurbehoud, Brussel, Belgium. 39 pp.

