

Nordfladdermus och barbastell

– Hänsyn vid etablering och drift av vindkraftverk

JENS RYDELL, STEFAN PETTERSSON, MARTIN GREEN

RAPPORT 6827 • MAJ 2018



Nordfladdermus och barbastell

Hänsyn vid etablering och drift av vindkraftverk

Författare Jens Rydell¹, Stefan Pettersson², Martin Green¹

¹ Biologiska Institutionen, Lunds Universitet,

² EnviroPlanning AB, Göteborg

Beställningar

Ordertel: 08-505 933 40

E-post: natur@cm.se

Postadress: Arkitektkopia AB, Box 110 93, 161 11 Bromma

Internet: www.naturvardsverket.se/publikationer

Naturvårdsverket

Tel: 010-698 10 00, fax: 010-698 16 00

E-post: registrator@naturvardsverket.se

Postadress: Naturvårdsverket, SE-106 48 Stockholm

Internet: www.naturvardsverket.se

ISBN 978-91-620-6827-1

ISSN 0282-7298

© Naturvårdsverket 2018

Tryck: Arkitektkopia AB, Bromma 2018

Omslagsfoto: Jens Rydell



Förord

Kunskapsprogrammet Vindval är ett samarbete mellan Energimyndigheten och Naturvårdsverket med uppgiften att ta fram och förmedla vetenskapligt baserade fakta om vindkraftens effekter på människa, natur och miljö.

Programmets två första etapper 2005–2014 resulterade i ett 30-tal forskningsrapporter samt fyra så kallade syntesarbeten. I syntesrapporterna sammanställer och bedömer experter de samlade forskningsresultaten och erfarenheterna av vindkraftens effekter nationellt samt internationellt inom fyra områden: Människors intressen, fåglar och fladdermöss, marint liv och däggdjur på land. Resultaten har bidragit till underlag för miljökonsekvensbeskrivningar samt planerings- och tillståndprocesser i samband med etablering av vindkraftsanläggningar.

I Vindvals tredje etapp, som inleddes 2014 och pågår till 2018, ingår även att förmedla erfarenheter och ny kunskap från parker som är i drift. Resultat från programmet ska också komma till användning i tillsyn och kontrollprogram samt myndigheters vägledning.

Liksom tidigare ställer Vindval höga krav vid vetenskaplig granskning av forskningsansökningar och forskningsresultat, samt vid beslut om att godkänna rapporter och publicering av projektens resultat. Den här rapporten har skrivits av Jens Rydell¹, Stefan Pettersson² och Martin Green¹.

Författarna svarar för slutsatser och rekommendationer.

Vindval i maj 2018

¹ Biologiska Institutionen, Lunds Universitet.

² Enviro Planning AB, Göteborg.

Innehåll

FÖRORD	3
SAMMANFATTNING	5
SUMMARY	7
1. ALLMÄN INLEDNING	9
2. NORDFLADDERMUS	11
2.1. Inledning	11
2.2. Material och metoder	11
2.3. Resultat	15
2.4. Diskussion	18
3. BARBASTELL	20
3.1. Inledning	20
3.2. Material och metoder	21
3.3. Resultat	27
3.4. Diskussion	37
4. UPPSKATTNING AV DÖDLIGHET GENOM EFTERSÖK	40
5. ÖVERGRIPANDE SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER	41
6. TACK	42
7. REFERENSER	43
8. LISTA ÖVER VETENSKAPLIGA ARTIKLAR OCH ANDRA INTERNATIONELLA REDOVISNINGAR SOM KOMMIT UT AV DET HÄR PROJEKTET	46

Sammanfattning

A) *Allmänt*. Avsikten med det här projektet var att belysa specifika kunskapsluckor som för närvarande utgör potentiella problem eller hinder vid utbyggnad och drift av vindkraftverk i Sverige, brister som identifierats i den första syntesrapporten i ämnet som publicerades 2011 och även i den uppdaterade rapporten från 2017. Det gäller om och hur två av våra fladdermusarter nämligen nordfladdermus *Eptesicus nilssonii* och barbastell *Barbastella barbastellus*, påverkas av vindkraft och i så fall hur vi bör hantera detta. Den förra är särskilt viktig i norr, där den ofta är den enda förekommande fladdermusarten i områden med vindkraft, medan den senare, som förekommer i södra Sverige, anses kräva särskilda försiktighetsåtgärder vid etablering och drift av vindkraftverk.

B) *Nordfladdermus*. Vi mätte aktivitet av fladdermöss i marknivå och från navhöjd vid tre vindparker i norra Sverige (Dalarna, Västernorrland och Västerbotten) kontinuerligt från slutet av juni till slutet av oktober 2017 med hjälp av automatiska ultraljudsdetektorer. Aktiviteten av fladdermöss var koncentrerad till vissa nätter under sensommaren (slutet av juli till början av september), men den var sporadisk och nästan helt begränsad till marknivån. Endast en inspelning gjordes med mikrofonen placerad i navhöjd. Förutom nordfladdermus förekom även tajga/mustaschfladdermus *Myotis brandtii*/*M. mystacinus* vid de undersökta vindkraftverken, men den påträffades inte i rotorhöjd. Med utgångspunkt från detta material, som ännu är begränsat, anser vi att förekomst av fladdermöss rimligtvis inte bör utgöra något hinder för drift av vindkraftverk i höjdlägen i norra Sveriges inland. Naturvårdsinsatser bör istället koncentreras på att skydda skog med naturskogsliknande kvalitéer från skogsbruk.

C) *Barbastell*. Vi undersökte en barbastellpopulation i centrala Halland med hjälp av radiospårning, automatiska ultraljudsdetektorer och eftersök av kadaver under 2016–2017, med avsikt att belysa denna specifika arts val av jaktmiljö och boplatser samt dess beteende och olycksfrekvens vid befintliga vindkraftverk. Radiospårning och aktivitetsmätning med ultraljudsdetektor från marken och från kraftverkstorn visar att barbastellerna ignorerade kraftverken inklusive omgivande grusplaner och annan infrastruktur. Inga vindkraftsdödade barbasteller hittades. Boplatser fanns bakom lös bark på döda eller döende träd eller under ytterpanelen på lador. Barbastellerna jagade nästan uteslutande i rester av artrik skog med naturskogsliknande kvalitéer, mestadels i lövskog men ibland i granskog, på branta eller steniga sluttningar, i våtmarker samt på åkerholmar, det vill säga där skogen fått stå kvar under lång tid och kunnat utvecklas fritt. De utnyttjade små och isolerade skogsrester upp till 15 km eller mer från boplatserna. Den odlade granskogen, som nu utgör ca 90 % av vindparken, samt öppen åkermark och sjöar, användes inte i någon större utsträckning för annat än transport. Vår slutsats är att vindkraften inte har någon nämnvärd direkt påverkan på barbastellen men

däremot en indirekt sådan, eftersom gammal skog öppnas för skogsbruk i och med att nya tillfartsvägar byggs. Skogsbruket har avgörande betydelse för barbastellen i södra Sverige, precis som för nordfladdermusen i norr. Rik förekomst av gammal variationsrik löv- eller granskog är en förutsättning för barbastellen, eftersom den, till skillnad från odlad skog, innehåller både boplatser och en rik och pålitlig födokälla i form av nattfjärilar. Barbasteller rör sig över stora ytor och byter boplatser ofta. De måste därför skyddas genom planering på landskapsnivå och med syftet att bevara och restaurera gammal artrik och åldersstrukturerad skog inklusive små rester av gammal granskog, sumpskog och åkerholmar. Att använda skydds-zoner, inom vilka vindkraftverk inte får byggas, runt kända boplatser, vilket nu sker, är inte effektivt när det gäller att skydda barbasteller.

D) Uppskattning av dödlighet av fladdermöss vid svenska vindkraftverk. Uppskattning av dödlighet utifrån eftersöksdata och experimentell bestämning av borttransport och sökeffektivitet har nu gjorts vid tre sydsvenska vindparker. Beräkningar av dödlighet på dessa platser varierar mellan 1 och 6 döda fladdermöss per kraftverk och år. Resultaten bygger fortfarande på små underlag och deras generalitet ska därför bedömas med hänsyn till detta.

Summary

A) *General.* The purpose of this project was to illuminate specific knowledge gaps that are considered as potential problems or obstacles for the future development and operation of wind turbines in Sweden. We studied if and how two of our bat species, the northern bat *Eptesicus nilssonii* and the barbastelle *Barbastella barbastellus*, are affected by operating wind power plants, and, if so, how we should handle this potential problem. The former species is particularly important in the north, where it is often the only occurring bat in wind power areas, while the latter is usually considered in need of special precautions with respect to the wind industry generally.

B) *The northern bat.* We measured the activity of bats at ground level and at nacelle height at three wind farms in northern Sweden continuously from late June to late October 2017 using automatic ultrasonic detectors. One of the wind farms was also monitored in July and early August 2016. The activity of northern bats at the wind power plants was concentrated to certain nights during late summer (late July to early September), but it was sporadic and almost entirely limited to the ground level. Only one bat observation was made from the nacelle. In addition to the northern bat, Brandt's and/or whiskered bats *Myotis brandtii* / *M. mystacinus* and brown long-eared bat *Plecotus auritus* were also detected near wind turbines, but neither of them was detected at rotor height. Therefore, we consider that the presence of bats including northern bats probably will not impede the operation of wind turbines in inland areas in the north, particularly in elevated locations. Conservation efforts for bats in the north should be focused on protection of old forest.

C) *The barbastelle.* We investigated a barbastelle population in central Halland, using radio tracking, automatic ultrasound detectors and carcasses searches in order to study movement patterns, selection of roosts and feeding habitats, as well as behavior and fatality rate at existing wind turbines. Radio tracking and activity measurement with ultrasonic detectors from the ground and from turbine towers showed that the bats ignored or avoided the power plants, including hardened surrounding areas and other infrastructure in close proximity of wind turbines. No dead barbastelles were found. Roosts were found behind loose bark on dead or dying trees or inside the wooden walls of barns. The feeding places were almost exclusively in remnants of old forest on steep or rocky slopes, in wetlands and in small deciduous woodlots on open fields, that is, where the forest has been left for a long time and been allowed to develop freely. Foraging barbastelles were located up to 15 km from the roost. Conifer plantations, which now accounts for about 90 % of the wind farm, as well as open arable land and lakes, were seldom used by the bats for anything but transport. Hence, the forestry is of major importance for barbastelle conservation. We conclude that the wind industry has little effect on barbastelles directly, but there may be serious indirect

effects, when old growth forests are opened to forestry by access roads and other infrastructure of wind farms. Abundant occurrence of old broad-leaved or spruce forests is a prerequisite for barbastes, because, unlike cultivated forest, they provide abundant roosts as well as rich and reliable access to food (moths). Barbaste populations should be protected through planning at the landscape level and with the purpose of preserving and restoring old species- and age-structured forest fragments, including small remnants of old forests, swamp forests and small, isolated deciduous woodlands on arable fields. The use of buffer zones, within which wind turbines are not allowed, around known or suspected barbaste roosts, as suggested at present, is ineffective and probably meaningless, as barbastes change roost frequently and move across very large areas.

D) Estimate of the fatality rate of bats at wind turbines in Sweden.

Estimation of mortality based on search data and experimental determination of carcass removal rate and search efficiency has now been made at three south-Swedish wind farms. Calculations vary between 1 and 6 dead bats per power plant and year. The results should be interpreted with caution as they are based on small sample sizes.

1. Allmän inledning

Kunskapen om hur fladdermöss påverkas av vindkraft har förbättrats markant på senare år, både internationellt och i Sverige (Rydell et al. 2011, 2017). Det har blivit alltmer tydligt att olika arter inte påverkas på samma sätt eller lika mycket. Därmed kan man kanske anse att vindkraftsproblematiken inte utgör det hot vi från början befarade, i varje fall inte om man ser det hela storskaligt och översiktligt. Å andra sidan finns det några viktiga undantag som gör att problematiken kan vara desto allvarigare i vissa fall (Voigt et al. 2012, Lehnert et al. 2014, Frick et al. 2017). Detta gäller framför allt de arter som regelbundet vistas i fria luften och då attraheras till vindkraftverk (Cryan et al. 2014, Roeleke et al. 2016) eftersom det ibland finns mat att hämta vid tornen (Rydell et al. 2016). De senare har vi har kallat ”högriskarter” (Rydell et al. 2011) och det är dessa vi ska fokusera uppmärksamheten på när det gäller den fortsatta vindkraftutbyggnaden.

För högriskarterna kan ibland aktiva skyddsåtgärder behövas för att minska riskerna vid vindkraftverk. Man bör då väga in omfattningen av fladdermusaktivitet i direkt anslutning till turbinernas roterande vingar. Det är av mindre intresse om högriskarter förekommer i närheten av vindparken som sådan. Det intressanta är om och i vilken utsträckning de förekommer vid verksplatserna i allmänhet och inom roterns svepområde i synnerhet. Mortaliteten sker vid verken och det finns förmodligen en koppling mellan hög fladdermusaktivitet i rotornivå och dödlighet, men det finns ännu så länge ingen analys som visar detta på ett kvantitativt sätt. Det finns också en koppling mellan aktivitet i marknivå och aktivitet/dödlighet i rotornivå, men den kopplingen är svag, även om den är statistiskt signifikant (Hein et al. 2013, Lintott et al. 2016, Pettersson 2018). För en utförligare kunskapssammanställning hänvisar vi till syntesrapporterna om vindkraftens påverkan på fåglar och fladdermöss (Naturvårdsverket rapporter 6447 och 6740; Rydell et al. 2011, 2017) samt några internationella sammanställningar (Rydell et al. 2010, Rodrigues et al. 2015, Arnett et al. 2015, Barclay et al. 2017).

Det finns några arter och populationer av svenska fladdermöss, nämligen nordfladdermus och barbastell, om vilka vi så här långt saknat grundläggande kunskaper och därför inte har vetat hur de bör hanteras under fortsatt vindkraftutbyggnad. Detta Vindvalsprojekt syftar till att fylla dessa kunskapsluckor (Rydell et al. 2011, 2017). Med bättre kunskap kommer framtida beslut om vindkraft i förhållande till fladdermöss att kunna hanteras snabbare, säkrare och med större precision och således utan att behöva hänvisa till försiktighetsprincipen i samma utsträckning som tidigare.

Större delen av den framtida utbyggnaden av landbaserad vindkraft i Sverige kommer troligen att ske i norra Sverige, ungefär från Dalarna och norrut. Samtidigt är kunskapen om fladdermössens förekomst och beteende vid vindkraftverk i norr fortfarande högst bristfällig, särskilt i jämförelse med vad vi nu vet från undersökningar längre söderut i landet. Av särskilt intresse är att ta reda på om nordfladdermusen *Eptesicus nilssonii*, som är den enda

högriskarten över större delen av norra Sveriges inland, kan tänkas påverkas negativt vid vindkraftutbyggnad i detta område. Och, om så skulle vara fallet, vilka åtgärder behöver man då vidta?

En annan art som ofta figurerar i vindkraftsammanhang är barbastellen *Barbastella barbastellus*, vilken är en ovanlig och skyddsvärd art som har sin huvudsakliga svenska utbredning i områden som fram till nu utnyttjats ganska flitigt för vindkraftutbyggnad, nämligen Hallands och Smålands skogsbygder. Arten är klassad som sårbar (VU, vulnerable) i den Svenska Rödlistan över hotade arter (ArtDatabanken 2015). Inom EU är arten upptagen i Habitatdirektivets bilaga 2, vilket innebär att Sverige har förbundit sig att aktivt skydda arten, bland annat genom att upprätta särskilda skyddsområden (IUCN 2016). Det har så här långt antagits att barbastellen kan påverkas negativt av vindkraftverk (Ahlén 2015), och denna art har varit en vanlig anledning till att vindkraftprojekt har stoppats särskilt i Småland. Vi anser att dessa beslut bygger på svaga underlag och att artinriktad forskning behövs för att skaffa ett stabilare kunskapsunderlag. Någon forskning inriktad på att undersöka hur barbastellen påverkas av vindkraft har hittills inte gjorts, och beslut har således ofta tagits utifrån försiktighetsprincipen.

Vidare saknar vi mått på hur stor dödligheten av fladdermöss är vid svenska vindkraftverk, och därför kan vi inte ens uppskatta vilken påverkan den svenska vindkraftsdödligheten har i ett större perspektiv (Rydell et al. 2017). En tredje uppgift i detta projekt var därför att om möjligt ta fram ett sådant mått för åtminstone några svenska vindparker.

Projektet i sin helhet består därmed av tre delprojekt, vilka kan sammanfattas enligt nedan:

- A) Nordfladdermusens beteende och aktivitetsmönster vid vindkraftverk i norra Sverige.
- B) Barbastellens uppträdande vid vindkraftverk i Halland.
- C) Undersökning av fladdermusdödlighet vid svenska vindkraftverk genom eftersök, experiment och därpå följande beräkningar.

Eftersom de olika delprojekten är ganska fristående har vi valt att behandla dem var för sig nedan, dock med en gemensam diskussion på slutet.

2. Nordfladdermus

2.1. Inledning

Avsikten med detta delprojekt var att ta reda på om framtida vindkraftsetablering i norr kan tänkas utgöra ett problem för nordfladdermusen. Norra Sverige definieras här som Dalarna tillsammans med hela egentliga Norrland, med fokus på inlandet. Frågan är i så fall om nordfladdermusen behöver någon form av hänsynstagande i samband med utbyggnad och drift av vindkraftverk i dessa delar av landet. Frågeställningen motiveras av att

- a) stora delar av den framtida landbaserade vindkraftsetableringen i Sverige troligen kommer att ske i de norra delarna,
- b) kunskapen om fladdermössens beteende kring vindkraftverk i norra Sverige är mycket dålig eller obefintlig,
- c) nordfladdermusen *Eptesicus nilssonii* förekommer över större delen av norra Sverige förutom i fjällen och den är en av de arter som vi tidigare klassat som högriskarter (Rydell et al. 2011).

Vi mätte aktiviteten av nordfladdermus vid ett vindkraftverk vardera i tre vindparker från Dalarna i söder till Västerbotten i norr. Mätningarna gjordes med hjälp av ultraljudsdetektorer. Resultatet användes för att bedöma i vilken utsträckning individer av nordfladdermus förekommer i vindparker i norr och om de riskerar att dödas genom kollision med rotorerna.

2.2. Material och metoder

Aktivitet av fladdermöss registrerades vid tre vindkraftverk i tre olika vindparker, alla belägna i höjdlägen (300–500 m) i inlandet och i produktionsskog med gran och tall. Kraftverkstornen var placerade på en öppen grusplan omgiven av skog på 50–100 m avstånd. Lokalisering och några egenskaper hos de aktuella vindparkerna anges i kartan figur 2.1 och i tabell 2.1. Inga tidigare undersökningar har gjorts vid någon av de undersökta vindparkerna och det fanns därför ingen förhandsinformation om yngelkolonier eller andra fladdermusförekomster i något av vindparkernas närområden. Generellt kan vi dock anta att tätheten av fladdermöss är låg eller mycket låg i de undersökta områdena, dels för att de ligger i norr och i höjdlägen, men också för att de domineras av produktionsskog med gran och tall och utan större inslag av rikare miljöer som exempelvis lövskog och vattendrag.

Vi genomförde kontinuerlig mätning av fladdermusaktivitet med ultraljudsdetektorer av typ D500X (Pettersson Elektronik, Uppsala). Dessa detektorer är konstruerade för att kunna lämnas ute under lång tid och registrera fladdermusljud automatiskt. De registrerar korta ljudsekvenser, i vårt fall 3 sekunder, och en sådan inspelning utgör en observation. Inspelningsfunktionen startas av att ultraljud av något slag når mikrofonen,

exempelvis när en ekopejlade fladdermus rör sig i närheten av detektorn. Med denna metod mäter man alltså aktiviteten av fladdermöss och inte antalet individer. Varje individ kan ge upphov till flera inspelningar genom att den rör sig fram och tillbaka i närheten av mikrofonen. En inspelad sekvens innehåller normalt 10–50 ekopejlingspulser och det är dessa pulsers egenheter som sedan analyseras och används för artbestämning. Inspelningarna görs digitalt i realtid och innehåller alla frekvenser mellan 20 kHz och 200 kHz. Varje fladdermusart använder dock bara en liten del av frekvensbandet, exempelvis använder sig nordfladdermusen av frekvenser på 30–60 kHz.

Vid analysen kan inspelningarna spelas upp med reducerad hastighet (vanligen 1/10) så att de blir hörbara för det mänskliga örat. Sekvenserna kan även visualiseras på olika sätt på datorskärmen. Detektorn är försedd med en fast mikrofon men man kan även använda en lös mikrofon förbunden med detektorn via en kabel. Mikrofonen är något riktad och räckvidden är ca 5–100 m beroende på vilken ljudstyrka och frekvensområde fladdermusen använder sig av. För en nordfladdermus som rör sig i lufrummet är den maximala räckvidden ca 50 m med den här utrustningen. Detta betyder dels att en mikrofon monterad på ett vindkraftverk i navhöjd och riktad åt sidan (eller snett nedåt) har en räckvidd som ungefär motsvarar rotorns diameter, dels att en nordfladdermus som flyger nära marken inte upptäcks från en mikrofon i navhöjd. Omvänt kommer en mikrofon vid marknivå normalt inte att registrera en nordfladdermus som rör sig i rotorhöjd, inkluderande vid rotorns nedre del. En mikrofon monterad i navhöjd (ca 100 m) registrerar alltså fladdermöss som rör sig i rotorhöjd (vilken har ett spann som motsvarar rotorn diameter, det vill säga ca 50–150 m).

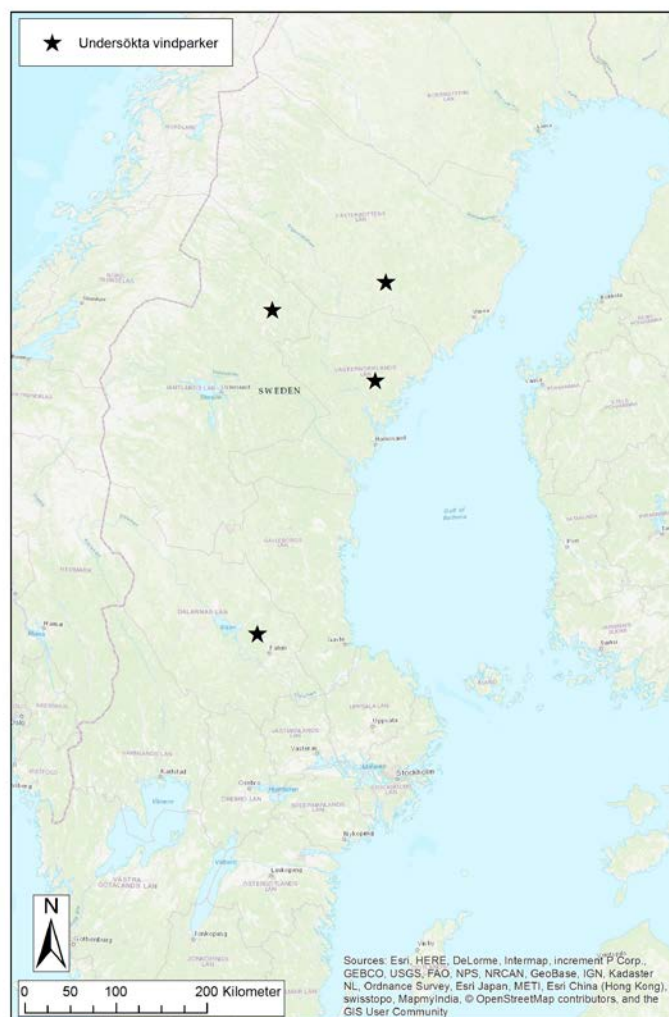
I det här delprojektet (nordfladdermus) använde vi detektorerna parvis, den ena placerades nära marken vid ett kraftverk och den andra inne i kraftverkstornet. Den senare kopplades till en lös mikrofon monterad på navhuset via en kabel. Mikrofonen riktades snett nedåt (ca 20 grader) för att undvika att få in regnvatten. Detektorerna drevs med intern strömkälla från kraftverket. Informationen lagrades på 32 GB minneskort (SanDisk), vilka byttes av servicepersonal ungefär en gång i månaden. Vi programmerade detektorerna manuellt så att de var igång mellan solnedgång och soluppgång varje natt från slutet av juni till slutet av oktober 2017. Vi använde följande inställningar: känslighet = medium, sampling frekvens = 500 kHz, inspelningstid = 3 s per registrering, input gain = 45, trigger level = 80 och trigger interval = 10 s. Inspelningarna sparades som wave-filer på minneskort (32 eller 64 GB SanDisk). De sorterades sedan automatiskt, det vill säga filer med fladdermusljud sparades medan filer med ljud från regn och vindsus etc. sorterades bort. Till detta användes SonoChiro version 3.33. Filerna med ljud från fladdermöss analyserades sedan manuellt med BatSound version 4.03 eller 4.4 och bestämdes till art eller artgrupp. Inspelningarna från detektorerna jämfördes sedan med vind- och temperaturdata, vilka tillhandahölls av respektive vindbolag.

Tabell 2.1. Start- och slutdatum för aktivitetsmätningar med ultraljudsdetektor vid de tre vindparkerna Stor-Rotliden, Sidensjö och Högberget 2016 och 2017.

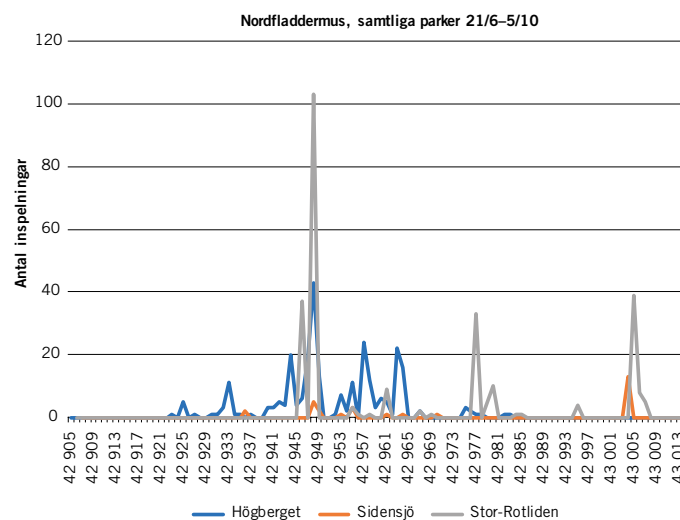
Vindpark (vindbolag; antal verk i hela parken), län	Datum (antal nätter)	Datum för observation av fladdermöss i rotorhöjd (antal observationer)
Stor-Rotliden (Vattenfall; 40 verk) Västerbottens län	20 juni–6 oktober 2017 (108)	(0)
Sidensjö (Nordisk Vindkraft; 48 verk) Västernorrlands län	26 juli–8 augusti 2016 (14) 21 juni–28 september 2017 (99)	(0) (0)
Högberget (Dala Vind; 5 verk) Dalarnas län	19 juni–5 oktober 2017 (118)	31 juli 2017 (1)

Tabell 2.2. Resultat av aktivitetsmätningar med ultraljudsdetektor vid de tre vindparkerna Stor-Rotliden, Sidensjö och Högberget 2016 och 2017. Mätningar gjordes parallellt med två detektorer och mikrofoner placerade i marknivå (ca 4 m över marken) respektive på navhuset (ca 100 m över marken).

Vindpark	Nivå	Antal observationer				
		<i>Eptesicus nilssonii</i>	<i>Myotis spp.</i>	<i>Pipistrellus nathusii</i>	<i>Plecotus auritus</i>	Obestämda
		Nordfladdermus	Tajgafladdermus m fl.	Trollpipistrell	Brunlångöra	
Stor-Rotliden	nav	0	0	0	0	0
	mark	269	5	0	0	0
Sidensjö	nav	0	0	0	0	0
	mark	29	9	0	0	0
Högberget	nav	1	0	0	0	0
	mark	267	321	1	2	7



Figur 2.1. De vindparker i norr (Dalarna och Norrland) som hittills undersökts med avseende på aktivitet av fladdermöss i rotorhöjd. Från norr till söder: Stor-Rotliden (Västerbottens län), Havsnäs (Jämtlands län), Sidsensjö (Västernorrlands län) och Högberget (Dalarnas län). Mätningarna vid Havsnäs (röd stjärna) gjordes 2012 och 2013 inom ett kontrollprogram (Gunnarsson et al. 2013) medan de övriga parkerna undersöktes 2016 och 2017 inom det här projektet.



Figur 2.2. Aktivitet av nordisk fladdermus mätt från marknivå vid de tre vindparkerna Högberget (blå), Sidsensjö (lila) och Stor-Rotliden (röd) 21 juni–5 oktober 2017. Aktiviteten anges som antalet inspelningar per natt (solnedgång till soluppgång).

2.3. Resultat

Vi stötte på tekniska problem vid Sidensjö 2016 genom att minneskortern havererade (tillverkningsfel). Vi fick dock användbara data från detektorn placerad i navhuset under två veckor men inga data alls från detektorn placerad vid marken. Under 2017 fungerade dock utrustningen som den skulle och vi fick användbara data för hela tiden som detektorerna var igång, både i marknivå och i navhöjd (tabell 2.2). Totalt gjordes kontinuerliga aktivitetsmätningar under mer än 100 dagar på varje lokal från slutet av juni till oktober, vilket inkluderar hela den tid då fladdermöss kan förväntas vara aktiva i höjdlägen. Resultatet sammanfattas i tabell 2.1 och 2.2.

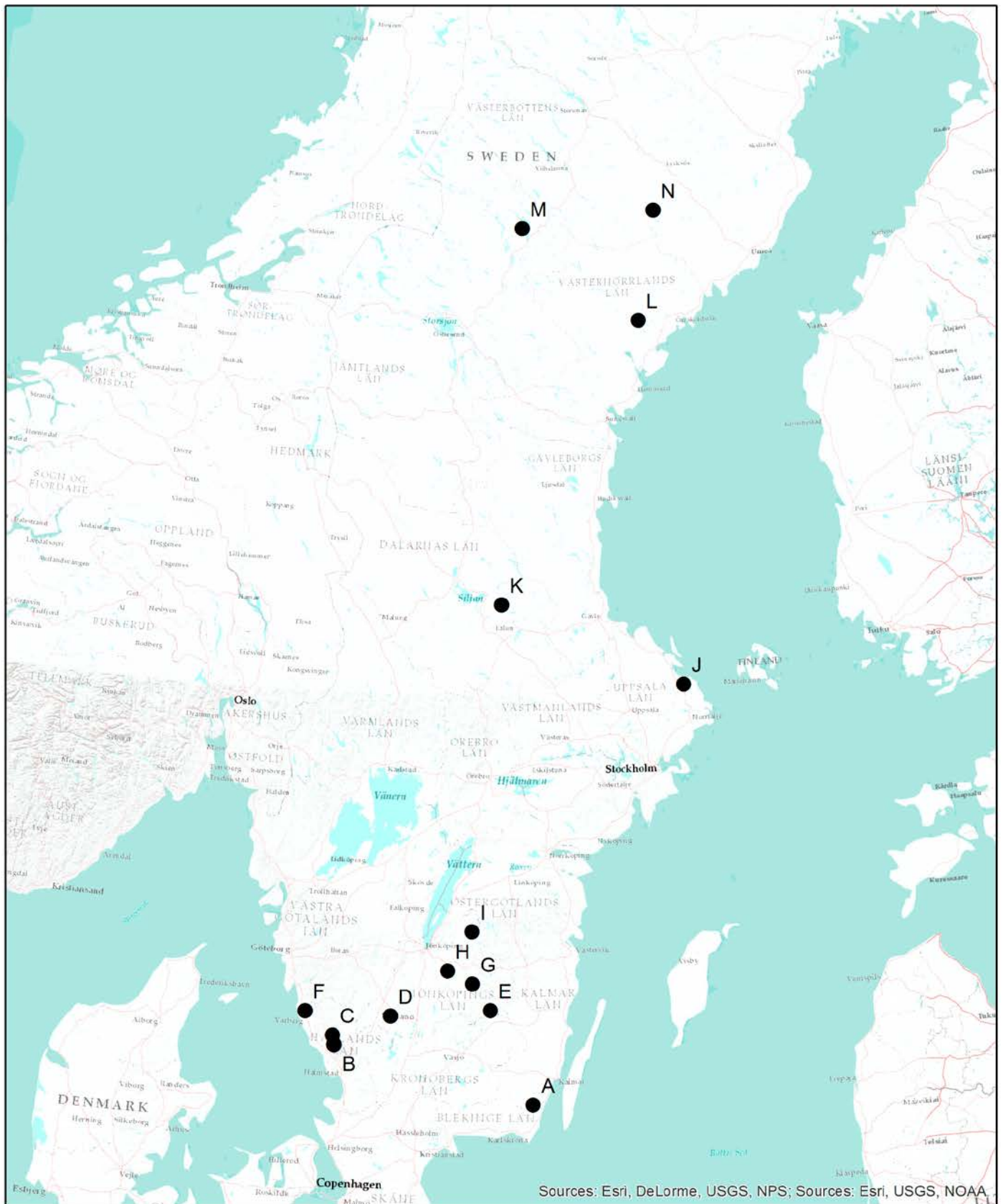
Totalt registrerades fyra arter, men två av dessa (tajgafladdermus och brunlångöra) är typiska skogsarter som jagar och rör sig i eller intill vegetationen och sällan eller aldrig i det fria luftrummet ovanför trädtopparna (Dietz et al. 2009). Risken att individer av dessa arter skulle träffas av de roterande vingarna på ett vindkraftverk är liten och trots att båda arterna är mycket vanliga har endast en tajgafladdermus och fem brunlångöron hittats döda under europeiska vindkraftverk (Rodriguez et al. 2014). En tredje art (trollfladdermus) är en utpräglad långflyttare, som vi bara observerades vid ett enda tillfälle (tabell 2.2). Den är visserligen klassad som en högriskart, men den är mycket ovanlig i Norrlands inland och torde inte dyka upp i någon större omfattning vid vindkraftverk i detta område inom överskådlig tid. Endast för en art ser vi potentiella problem i ett vindkraftperspektiv i norra Sveriges inland, nämligen nordfladdermusen.

Endast en inspelning av nordfladdermus gjordes i navhöjd (100 m). Den gjordes vid Högberget, vilket är den sydligaste parken (tabell 2.1). Nordfladdermusen förekom i alla tre parkerna i marknivå, men den förekomsten var oregelbunden och koncentrerad till några få relativt varma och lugna ($>14^{\circ}\text{C}$, $<5\text{ m/s}$ i navhöjd) nätter (figur 2.2). Med marknivå menar vi upp till ca 30 m höjd, det vill säga ungefär i höjd med trädtopparna och under rotorernas svepyta. Trots att nordfladdermus och ibland även tajgafladdermus förekommer vid kraftverken och emellanåt är ganska aktiva där (totalt nästan 1 000 observationer), finns det alltså inget som antyder att någon av dem förekommer på högre nivå runt kraftverken ens tillfälligtvis.

Tabell 2.3. Aktivitet av fladdermöss (alla arter sammanslagna) mätt från navhöjd vid 14 svenska vindparker 2012–2017.

Park	Namn	Län	År	Mätperiod (om inte 1/7–30/9)	Antal undersökta verk	Antal obs i navhöjd per verk	Antal obs per verk och år (medelvärde)
N	Stor-Rotliden	Västerbotten	2017		1	0	0
M	Havsnäs ¹	Jämtland	2012		1	0	0
L	Sidensjö	Västernorrland	2017		1	0	0
K	Högberget	Dalarna	2017		1	1	1
J	Varsvik ²	Uppland	2015		1	5	5
I	Aneby-Tranås	Jönköping	2016		2	50	35
			2017		1	20	
H	Fredriksdal ²	Jönköping	2017		2	14	14
G	Stensåsa ²	Jönköping	2014	13/8–14/9	1	32	23
			2015	10/8–30/9	1	14	
F	V. Derome ²	Halland	2014	1/7–28/8	1	20	16
			2015		1	11	
E	Lemnhult ²	Jönköping	2014	20/7–17/9	1	8	13
			2015	20/7–28/9	1	17	
D	Klämman	Jönköping	2016		1	44	28
			2017		1	12	
C	Askome ²	Halland	2014		2	93	213
			2015		2	76	
			2016		2	471	
B	Högabjär	Halland	2017		1	28	28
A	Kvilla ²	Kalmar	2015		3	335	269
			2016		3	321	
			2017		2	152	

Tabellen visar aktivitet av fladdermöss (alla arter sammanslagna) mätt från navhöjd vid 14 svenska vindparker 2012–2017. Lokaler är ordnade från norr (överst) till söder (nederst). Aktiviteten anges som antal registreringar per verk för varje år separat och för alla år sammanlagt (medelvärde över 1–3 år). Mätperioden var 1 juli till 30 september utom där annat anges (i fjärde kolumnen; de avvikande mätperioderna användes inte i korrelationsanalysen). Några undersökningar ingår i tidigare kontrollprogram och har helt eller delvis redovisats av Gunnarsson et al. (2013)¹, Rydell et al. (2017)² eller Pettersson (2017, 2018).



Figur 2.3. Lokalisering av alla svenska vindparker där mätning av fladdermusaktivitet med mikrofon i navhöjd har gjorts. Beteckningarna är samma som i tabell 2.3.

2.4. Diskussion

Denna undersökning visar att vindparker i höjdlägen i norra Sveriges inland är fattiga på fladdermöss när det gäller arter och individer men samtidigt att nordfladdermus och tajgafladdermus förekommer på alla undersökta platser. Den visar också att fladdermössens förekomst i vindparkerna är koncentrerad till vissa relativt varma nätter under slutet av sommaren och att de sällan eller aldrig jagar i rotorhöjd. Resultatet är helt i linje med en tidigare undersökning i norra Jämtland (Havsnäs vindpark), som gjordes med samma metodik (Gunnarsson et al. 2013). Även där konstaterades att nordfladdermus visserligen förekom sporadiskt i skogen både inom och utanför vindparken, men inte en enda gång under två säsonger registrerades den av mikrofonen som var placerad i navhöjd på det undersökta vindkraftverket.

Det finns flera tänkbara förklaringar till varför nordfladdermusen relativt sällan vistas i höjd med kraftverkens rotorers särskilt i norr. Beteendet att jaga insekter runt toppen av vindkraftverk är i södra Sverige (Rydell et al. 2017) väl korrelerat med temperaturen och förekommer mest (80 % av alla observationer) under relativt varma ($> 14^{\circ}\text{C}$) och lugna ($< 6 \text{ m/s}$) nätter, antagligen i samband med att insekter svärmar eller förekommer runt tornen av någon annan anledning (Rydell et al. 2016, 2017). Topparna som man ser i exempelvis figur 2.2 är alltså inte slumpmässigt fördelade i tiden utan sammanfaller med speciella vädersituationer då fladdermössen är mer aktiva i höjdlägen och även runt toppen av vindkraftverk. Det förefaller troligt att lämpliga väderförhållanden helt enkelt är ovanligare längre norrut i Sverige. De ljusa sommarnätterna i norr skulle kunna vara en komplicerande faktor som påverkar fladdermössens beteende. Vi har inte sett något som talar för att detta gör så att fladdermössen undviker vindkraftverken, men denna möjlighet har vi inte undersökt närmare.

I tabell 2.3 har vi sammanställt alla kontrollprogram som genomförts i Sverige fram till 2017 och som inkluderat mätning av fladdermusaktiviteten med mikrofon placerad i navhöjd med jämförbar metodik. I sammanställningen ingår de tre kontrollprogram som behandlas i denna rapport samt 10 program som antingen sammanfattades i den uppdaterade syntesrapporten (Rydell et al. 2017) eller blivit klara därefter (Pettersson 2017, 2018). Tabellen (2.3) visar ett tydligt samband mellan aktiviteten av fladdermöss och breddgraden, det vill säga aktiviteten är generellt sett mycket lägre i norr än i söder ($r = 0,86$, $n = 14$ parker). Detta gäller oavsett om man betraktar alla arter samtidigt eller bara nordfladdermusen. Ett liknande förhållande finns av allt att döma mellan aktivitet och höjd över havet i södra Sverige. Dessa samband speglar att både antalet arter och deras aktivitet minskar markant mot norr och med ökande höjd över havet. Man ser också att trenden är densamma från år till år, men att det ändå finns en viss variation på varje plats. Aktiviteten vid Askome (C) var fem gånger högre under 2016 än under de båda föregående åren, men i det fallet kan skillnaden förklaras av högre aktivitet av större brunfladdermus *Nyctalus noctula*. Detta kan i sin tur ha att göra med att ett av kraftverken stod stilla under lång tid och aktiviteten

var högre vid detta verk. I praktiken innebär variationen att uppföljningsprogram och liknande bör löpa under mer än ett enstaka år, så att variationen kommer med i statistiken.

Sammanfattningsvis kan vi konstatera att (tabell 2.3) aktiviteten av fladdermöss mätt från navhöjd från vindkraftverk i inlandet i norr är betydligt lägre än aktiviteten mätt på samma sätt i höglänta delar av södra Sverige, vilken i sin tur är betydligt lägre än den i kustnära områden i söder. Detta betyder rimligtvis att risken för att fladdermöss dödas vid vindkraftverk skiljer sig kraftigt mellan Sydsveriges kustland och Norrlands inland. Resurser i syfte att skydda fladdermöss från att dödas vid vindkraftverk bör således i första hand satsas på vindparker i söder, särskilt i kustnära områden. Detta utesluter givetvis inte att insatser ibland kan behövas även på andra platser.

Vi konstaterar också att nordfladdermusen visserligen förekommer i alla de undersökta vindparkerna i norr, men att den sällan rör sig på ett sätt så att den kan anses vara utsatt för risk att dödas av vindkraftverkens rotorblad. Därmed anser vi att risken för att fladdermöss skall dödas inte kommer att utgöra något större problem vid vindkraftsetableringar i det här området. Det är dock viktigt att påpeka att det som kommit fram i denna undersökning gäller för vindparker i höjdlägen i norra Sveriges inland. Det är inte helt givet att förutsättningarna är desamma på lägre nivå i kustlandet och i älvdalarna, där viktiga områden kan komma att behöva undersökas om man visar intresse för vindkraftutbyggnad i de delarna.

3. Barbastell

3.1. Inledning

När fladdermöss dödas vid vindkraftverk sker det inte slumpmässigt i tid och rum eller när det gäller vilka arter som drabbas. Några arter har vi klassat som ”högriskarter” eftersom de relativt ofta dödas vid vindkraftverk och därför är i större behov av hänsyn i någon form (Rydell et al. 2017). Övriga arter dödas av allt att döma sällan eller aldrig vid vindkraftverk. Det är givetvis viktigt att uppmärksamheten och skyddsåtgärderna i samband med vindkraft koncentreras till högriskarterna.

Det finns dock en art, nämligen barbastellen *Barbastella barbastellus*, för vilken kunskapen så här långt har varit bristfällig och där bedömningarna och rekommendationerna har varit osäkra och något motsägelsefulla. Den betraktas som en utpräglad skogsart, men betar sig åtminstone ibland ungefär som högriskarterna på så sätt att den jagar flygande insekter i öppen terräng (Ahlén 2015). Den är specialist på att fånga och äta nattfjärilar och är därför beroende av en art- och individrik förekomst av sådana insekter (Rydell et al. 1999, Görlitz et al. 2010). Barbastellen förekommer framför allt i södra Sveriges skogsområden, där den är ganska vitt spridd men inte särskilt talrik. Förekomsten verkar dock vara koncentrerad till vissa områden, varav centrala Halland är ett. Barbastellen klassas som Sårbar (VU) i Sverige (ArtDatabanken, 2015) och som Nära hotad (NT) i ett globalt perspektiv (IUCN 2016).

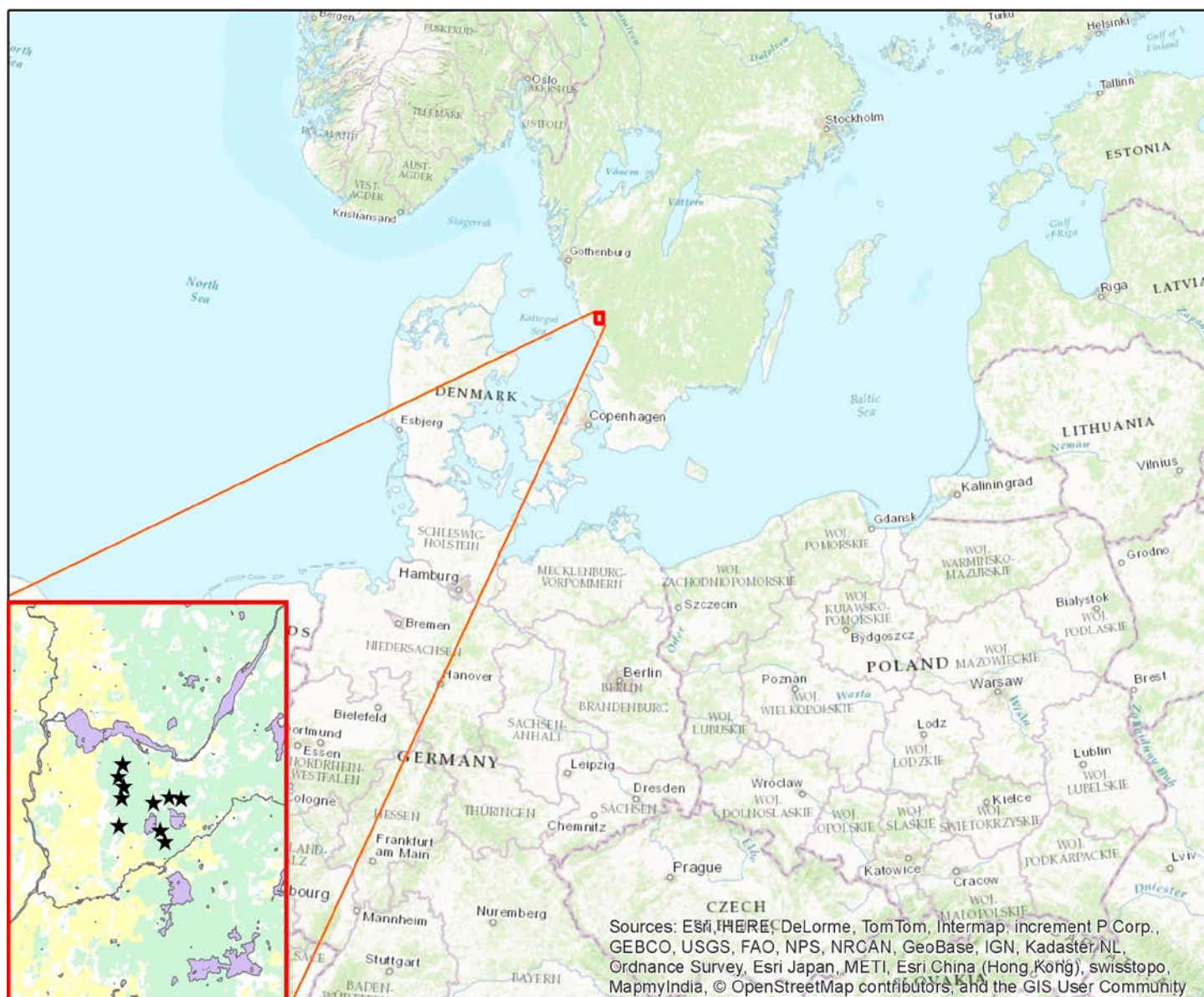
Barbastellens förekomst sammanfaller ofta med vindkraftsetableringar särskilt i Skåne, Småland och Halland, vilket har gett upphov till många svåra överväganden som inte sällan slutat med avslag för ansökningar om vindkraftsetableringar. Barbastellens förhållande till vindkraftverk har emellertid aldrig undersökts direkt, utan beslutet har tagits på basis av allmänna kunskaper om barbastellens ekologi och i utifrån ”försiktighetsprincipen”. Detta projekt har som syfte att förbättra våra kunskaper om hur barbastellen påverkas av vindkraftverk för att på så vis underlätta hanterandet av barbastellförekomster vid framtida vindkraftsärenden i Sverige.

Den här delen av projektet genomfördes vid en etablerad vindpark i centrala Halland, där undersökningar av barbastell har bedrivits tidigare (2014–2016) både i samband med etableringen av vindparken och som en del av en inventering av Hallands fladdermöss i Länsstyrelsens regi. I centrala Hallands lövskogsområde finns vad som verkar vara en livskraftig och relativt talrik population av barbastell (Pettersson & Gylje Blank 2016).

3.2. Material och metoder

Områdesbeskrivning

Undersökningen gjordes med utgångspunkt i Askome vindpark i Falkenbergs kommun (57°00'N, 12°40'E; figur 2.1) huvudsakligen under juli–augusti 2016 samt april och juni–juli 2017. Vindparken består av 10 turbiner (General Electric) med 150 m totalhöjd (navhöjd ca 100 m), vilka har varit igång sedan 2013. Parken ligger ca 100 m över havet på den kuperade sluttningen där Sydsvenska höglandet med huvudsakligen produktionsskog och torvmossar övergår i lövskog och åkermark.



Figur 3.1. Lokalisering av Askome vindpark i Falkenbergs kommun (Halland). Stjärnorna markerar parkens tio vindkraftverk. Grönt är skog, gult är jordbruksmark.

Området som nu är vindpark har under historisk tid förvandlats till en mosaik av ett hedlandskap med smärre inslag av olika typer av skog, exempelvis björk, bok, ek och gran, beroende på topografi och hydrologi. Under de senaste 150 åren har stora delar av området planterats med gran och tall, men planteringarna förstördes delvis av stormar under 2005 och 2007, vilket innebär att en stor del av vindparken för närvarande består av unga granplanteringar. Naturligt uppvuxen löv- och granskog förekommer också, men då inom mindre områden i blöta, steniga eller branta lägen där avverkning hittills inte varit lönsam. Dessutom återstår artrika bestånd av lövskog på åkerholmar och i höjdlägen i det öppna jordbrukslandskapet väster om sluttningen (figur 3.2).

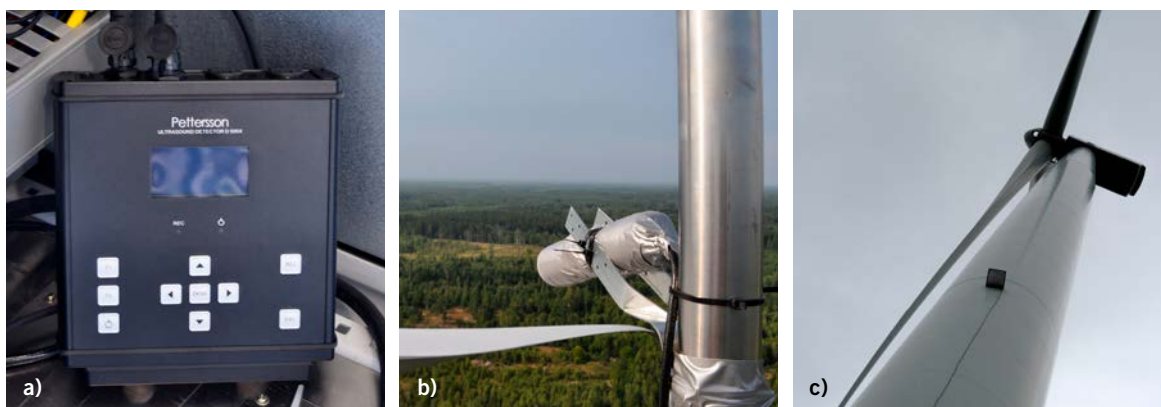
En viktig faktor i fladdermussammanhang är att hela undersökningsområdet inklusive vindparken och omgivande vägar och gårdar är påfallande fritt från utomhusbelysning av alla slag. Detta kan möjligen vara avgörande för hur barbastellen rör sig i landskapet. Det finns indikationer på att barbastellen undviker upplysta områden. Bland annat har barbasteller försvunnit från flera kända övervintringsplatser i Sverige och Danmark, exempelvis Natura 2000-området Varbergs Fästning (Rydell 2006), i samband med att man har installerat fasad- och annan utomhusbelysning på byggnaderna som utnyttjades av fladdermössen.



Figur 3.2. Exempel på miljöer i närheten av Askome vindpark, a) bokskog med inslag av ek, b) våtmark med al och tall, c) planterad gran, d) lövskogsrest på åker väster om vindparken. De två till höger (b och d) är artrika och utgör de viktigaste miljöerna för barbastell. De vänstra (a och c) är relativt artfattiga och av mindre betydelse.

Automatisk registrering av fladdermöss med ultraljudsdetektor

För att undersöka barbastellens förekomst över ett större område i och omkring vindparken använde vi oss av upp till 10 stycken automatiska ultraljudsdetektorer av typ Petterson D500X. Ultraljudssignaler från fladdermöss registrerades i realtid och inspelade sekvenser lagrades direkt på minneskort för senare analys. Detektorerna var programmerade så att de var aktiva mellan solnedgång och soluppgång, och triggades automatiskt av kraftiga ultraljud, det vill säga när en fladdermus passerar. Hur detektorerna fungerar och används beskrivs mer detaljerat ovan (avsnitt 2.2).



Figur 3.3. Registrering av fladdermöss med ultraljudsdetektor från vindkraftverk: a) D500X ultraljudsdetektor inne i kraftverkstornet, b) mikrofon monterad på ett stag på navhuset och c) fäst ovanpå plattan som skärmar av ljud under ifrån. Kabeln förbinder mikrofonen med detektorn som sitter inne i tornet.

Vi använde följande inställningar: känslighet = high, sampling frekvens = 500 kHz, inspelningstid = 3 s per registrering, input gain = 45, trigger level = 80 och trigger interval = 5 eller 10 s. Inspekingarna sparades som wave-filer på minneskort (32 eller 64 GB SanDisk). Detektorerna drevs med 4 st 1,5 V AA-batterier. Inspekingarna sorterades automatiskt, det vill säga filer med fladdermusljud sparades medan filer med ljud från regn och vind-sus etc. sorterades bort. Till detta användes SonoChiro version 3.33. Filerna analyserades manuellt med BatSound version 4.03 eller 4.4 med avseende på barbasteller. Barbasteller känns lätt igen på de mycket säregna sonar-pulserna som alternerar i frekvens (Görlitz et al. 2016).

En förberedande undersökning gjordes i syfte att ta fram grundläggande kunskap om var barbastellerna förekommer, vilka miljöer som utnyttjas för transport och jakt, samt var boplatser är belägna. Vi placerade detektorer på stigar, vid vindkraftverken och vid hus och andra byggnader över ett större område runt vindparken, platser som vi bedömde skulle kunna användas av barbasteller och andra fladdermöss. I det här skedet använde vi 2–8 detektorer, vilka lämnades under minst en natt på varje plats (figur 3.5). Inledningsvis (2014–2016) gjordes detta inom ett allmänt kontrollprogram vid Askome vindpark (Varberg Energi) men senare (2016 och 2017) som en del i det här redovisade Vindvalsprojektet.

Vi undersökte även i mer detalj barbastellernas förekomst vid vindkraftverk 5, 6 och 10 i Askome vindpark och även vid olika höjder på tornet. Detektorerna placerades då både på grusplanen som omger kraftverken och i skogsbrynet intill, och inne i tornen, och de drevs då med den interna strömkällan från kraftverket. Detektorerna i tornen var via en kabel i kontakt med externa Pettersson-mikrofoner som monterades dels utanpå navhuset ca 100 m över marken och dels utanpå tornet ca 30 m över marken. Mikrofonerna som monterades i navhöjd riktades snett nedåt i ca 20 graders vinkel, medan de övriga riktades horisontellt (figur 3.4). Mikrofonerna i marknivå placerades på en elbod ca 4 m över marken och anslöts till detektorerna via en 10 m kabel. Den här beskrivna metodiken är samma som använts vid tidigare kontrollprogram (Rydell et al. 2017).

Fångst och radiospårning

Barbasteller fångades med hjälp av slöjnet för fågelfångst av nylon (6 eller 9 m långa) som sattes antingen över vägar och stigar i skogen i eller utanför vindparken eller vid kända boplatser för barbastell. De fångade barbastellerna mättes, vägdes och undersöktes med avseende på kön, ålder och reproduktionsstatus, medan individer av andra arter släpptes direkt på platsen. Efter att vi konstaterat att de fångade barbastellerna var vuxna och i bra kondition (normal vikt) och därför bedömdes kunna bära sändarna (LB-2X, 0.32 g; Holohil Systems, Canada) limmades sändarna på ryggen (mellan skulderbladen) med hjälp av ”bonding adhesive” (Torbot, Rhode Island, USA). Med detta lim lossnar sändarna från huden och ramlar av efter 2–3 veckor. De märkta fladdermössen släpptes när limmet härdat, vilken innebar senast 1 timme efter fångsten.

De radiosändarmärkta barbastellerna följdes sedan av tre team med varsin mottagare (Australis 26k med Y-3 antenner; Titley Electronics, Australien) vanligen från bil och längs vägarna som förbinder vindkraftverken och på omgivande bilvägar utanför vindparken. Ibland rörde vi oss även till fots. Märkta fladdermöss spårades under 12 nätter 2016 (25 juli till 7 augusti) och 16 nätter 2017 (14–30 juni), men vi lyckades vanligen inte följa alla individer samma natt. När en märkt individ hade lokaliserats följdes den med bil eller kommunicerades positionen till ett annat team som befann sig i en bättre position för fortsatt spårning. Vi beräknade vanligen de märkta fladdermössens position genom triangulering, det vill säga riktningen (bäringen) till fladdermusen bestämdes från minst två håll, antingen av två team ungefär samtidigt eller av ett team som genom att flytta sig snabbt med bil kunde beräkna bäringen från flera punkter inom en kort tid (några minuter). På så sätt försökte vi följa fladdermusens rörelse och ringa in jaktplatserna. Vi använde oss även av mottagarens volyminställning och signalstyrka för att bedöma ungefärligt avstånd till fladdermusen, men eftersom signalstyrkan är kraftigt beroende av terrängen och vegetationen och även sändar- och mottagarantennernas riktningar i förhållande till varandra, använde vi denna metod restriktivt i lägen när vi ansåg att vi kunde göra en säker bestämning (framför allt i öppen och flack terräng). Fixpunkterna bestämdes

med minst 5 min intervall. I början jämförde vi bäringarna efter varje pass för att kunna beräkna de lämpligaste startpositionerna för de olika teamen inför följande natts spårning, men efter några dagar hade vi lärt oss att någorlunda förutsäga hur de olika individerna rörde sig mellan boplatsen och deras jaktområden, vilket gjorde det enklare att hitta dem redan från början.

Fixpunkternas koordinater skapades utifrån de positioner vi fick fram av radiopejlingen. De färdiga koordinaterna (d.v.s. fixpunkterna) lades sedan in på en tom karta i Map Source 6.14 (Garmin Inc., USA), på så sätt att vi inte kunde se var de hamnade på en riktig karta, som visar hur det egentligen ser ut. Detta gjordes för att undvika subjektivitet vid placeringen av punkterna och därmed risken att processen påverkas av förutfattade meningar om var punkterna kan förväntas ligga. Fixpunkterna lades senare in i ArcMap version 10.3.1 (Environmental Systems Research Institute Inc., USA).

För att kunna spåra barbastellerna i omedelbar närhet av vindkraftverken, vilket ju var ett av huvudsyftena med den här studien, användes grusplanen vid tre av kraftverken (1, 7 och 10) som baser för spårningen. Dessa var högt belägna vid toppen av mer eller mindre branta kullar och med god utsikt över större delen av undersökningsområdet och med bra möjligheter för att radiospåra över längre avstånd (upp till 8 km från verk 7). Från höjderna i vindparken kunde vi med bra precision särskilt följa honornas förflyttningar mellan boplatsen och vindparken under skymning och gryning. Detta gjordes varje dag (2016) och vi fick på så vis en uppfattning om de olika individernas val av flygrutt och jaktområde och framför allt variationen i dessa. Även de mer stationära hanarnas ungefärliga position kunde ofta bestämmas från höjderna i samband med att vi spårade honorna, vilket senare underlättade den mer detaljerade spårningen.

Under dagtid kontrollerade vi att de märkta individerna hade återvänt till den boplats som användes dagen innan. Detta var inte alltid fallet, och vi letade då upp den nya boplatsen samma dag, genom att radiospåra den märkta individen.

Barbasteller byter boplats ofta och behöver därför många boplatser, vilka vanligen består av döda eller döende träd med löst sittande bark under vilken fladdermössen kryper in (Russo et al. 2004). Tillgången på sådana träd är en mycket viktig del av barbastellens livsmiljö. Vi beräknade därför förekomsten av sådana träd i olika typer av skog inom Askome vindpark i syfte att få en uppfattning om de olika miljöernas betydelse i detta avseende. Vi använde oss då av 25 linjetransekter som var 50–100 m långa och följdes till fots av två personer samtidigt under dagtid. Vi noterade alla döda och döende träd med lös bark inom 25–50 m på ömse sidor av linjen (beroende på siktförhållanden d.v.s. hur tät skogen var). För varje potentiellt boträd noterades trädart, diameter i brösthöjd (DBH) och om trädet var dött eller fortfarande levde. Eftersom avsikten enbart var att bedöma tillgången på boträd, kontrollerade vi inte om träden användes av barbasteller för tillfället. Utifrån de träd som hittades längs transekten beräknades tätheten av potentiella boträd per hektar för varje miljö.



Figur 3.4. Exempel på metodik som användes inom barbastellprojektet; a) fångst med slöjnet vid lada, b) radiospårning från bil och c) till fots samt d) experimentell utläggning av kadaver för beräkning av dödlighet.

Eftersök och beräkning av dödlighet vid vindkraftverken

En av oss (SP) sökte av grusplanen och andra sökbara ytor inom en radie av 50 m under vart och ett av de 10 vindkraftverken i Askome vindpark under juni till september 2014–2016 med ungefär en veckas intervall (12–14 besök per år, totalt 86–128 besök per verk och år). Döda fladdermöss (och fåglar) samlades in och bestämdes till art. Sökbarheten på en viss plats, det vill säga chansen att man upptäcker de döda fladdermöss som ligger där, varierar kraftigt beroende på markens beskaffenhet och särskilt på vegetationen. En ytas sökbarhet kan vara lätt (ex. grusplan och intilliggande vägar), medel (ex. låg vegetation som klippt gräs eller mossa) eller svår (ex. snår eller skogsmark). Vi avsåg endast ytor där sökbarheten klassades som antingen lätt eller medel, vilket var i genomsnitt 54 % av den totala ytan (inom 50 m radie; 7 850 m² per verk).

Under juli och augusti 2016 gjordes experiment med syftet att beräkna sökeffektivitet (olika beroende på om sökbarheten var god eller ganska god) samt hur snabbt döda fladdermöss försvinner från platsen (äts upp eller flyttas av rovdjur eller asätare). Som tidigare år fungerade SP då som sökande, så att de olika åren blir jämförbara. Vi använde oss av döda fladdermöss som hittats i Askome eller på andra platser, men i brist på riktiga fladdermöss kompletterade vi med döda husmöss (grå) som inhandlades i zooaffär. Mössen var i genomsnitt något större än fladdermössen och resultaten från

borttransportförsöket tyder på att möss försvinner snabbare än fladdermöss, vilken kan resultera i att den beräknade dödligheten blir något högre än den faktiska.

För att beräkna dödligheten i Askome vindpark användes programmet EoA (Evidence of Absence v2.0, Dalthorp et al. 2017). Programmet är gratis, användarvänligt och framtaget speciellt för att beräkna mortalitet i vindparker där antalet fynd av kadaver är lågt. I analysen tas även hänsyn till sökbarhet, sökeffektivitet, borttransport och storlek på det avsökta området.

Resultaten från försöken med borttransport/predation och sökeffektivitet för respektive ytor tillsammans med de faktiska fynden av döda fladdermöss användes för att först beräkna dödligheten inom delområdena klassade som lätt och medel. Utifrån dessa resultat beräknades sedan den uppskattade totala mortaliteten per verk för 2014, 2015 samt för 2016.

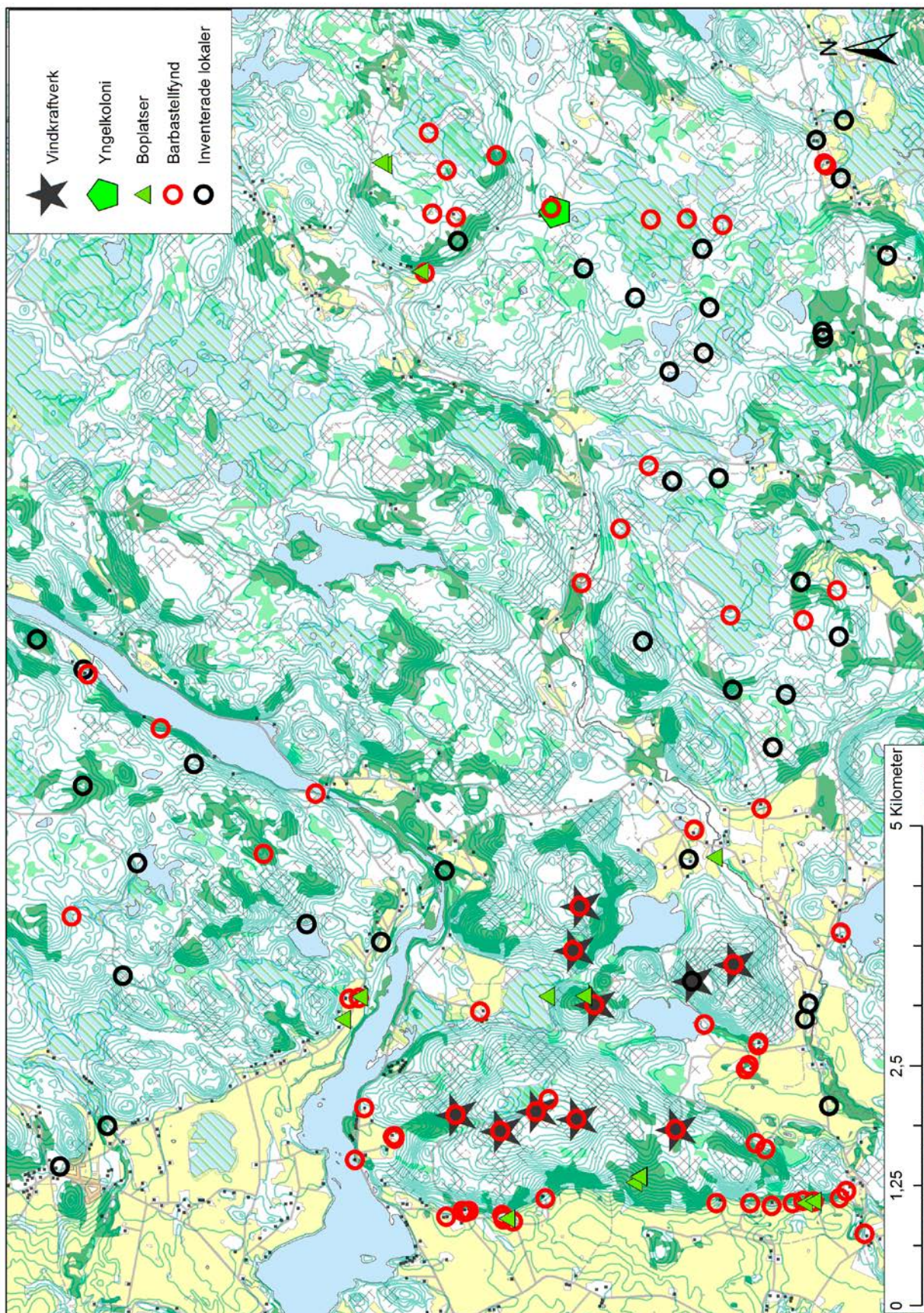
3.3. Resultat

Förekomst av barbastell vid Askome vindpark

Utplacering av ultraljudsdetektorer runt Askome vindpark under 2014–2017 (figur 3.5) visade att barbasteller förekommer över nästan hela området, men samtidigt gjordes bara ett fåtal men återkommande observationer på varje plats. Endast två platser visade på regelbunden förekomst av flera barbasteller, och dessa lokaler visade sig senare utgöra två alternativa boplatser för en yngelkoloni som bestod av ca 33 honor (se nedan).

Detta resultat tolkas så som att det inom det undersökta området antagligen bara förekommer en yngelkoloni och därutöver enbart hanar och icke reproduktiva individer som lever ensamma. I gengäld rör sig varje individ mycket och över stora områden. Att barbasteller noterades på många platser i det här området beror alltså lika mycket på deras rörelsemönster som på det egentliga antalet individer. Inom det undersökta området känner vi till yngelkolonin som namns ovan och det verkar inte troligt att fler kolonier förekommer där. Om vi dessutom antar att det finns några icke-reproduktiva honor och dessutom hanar motsvarande antalet honor, hamnar vi på 50–100 vuxna individer totalt. Till detta skall läggas en unge per reproduktiv hona, vilket innebär ca 30 ungar.

Sommaren 2016 fångade vi två hanar och en hona med nät i skogen vid vindparken och dessa tre individer förseddes med sändare. Honan spårades sedan till den lada där resten av de reproduktiva honorna och ungarna bodde, och där fångades ytterligare sju honor under utflygningen nästa kväll. Under 2017 fångade vi fyra hanar i skogen vid vindparken, men vi lyckades inte hitta någon yngelkoloni. Vi fångade inte heller några honor, trots en intensiv insats med nät och ultraljudsdetektorer. Var honorna höll hus denna sommar vet vi alltså inte. Det är möjligt att de inte reproducerade sig, kanske på grund av att vädret var dåligt särskilt under våren och försommaren och att de därför tillbringade sommaren i något helt annat område.



Figur 3.5. Platser i och intill Askome vindpark som inventerats på barbastell med hjälp av automatiska ultraljudsdetektorer under minst en natt 2014–2016. Röda ringar är platser där barbasteller registrerades medan svarta ringar är platser där barbasteller inte registrerades. Vindkraftverken är markerade som svarta stjärnor. Karta från Lantmäteriet (2016).



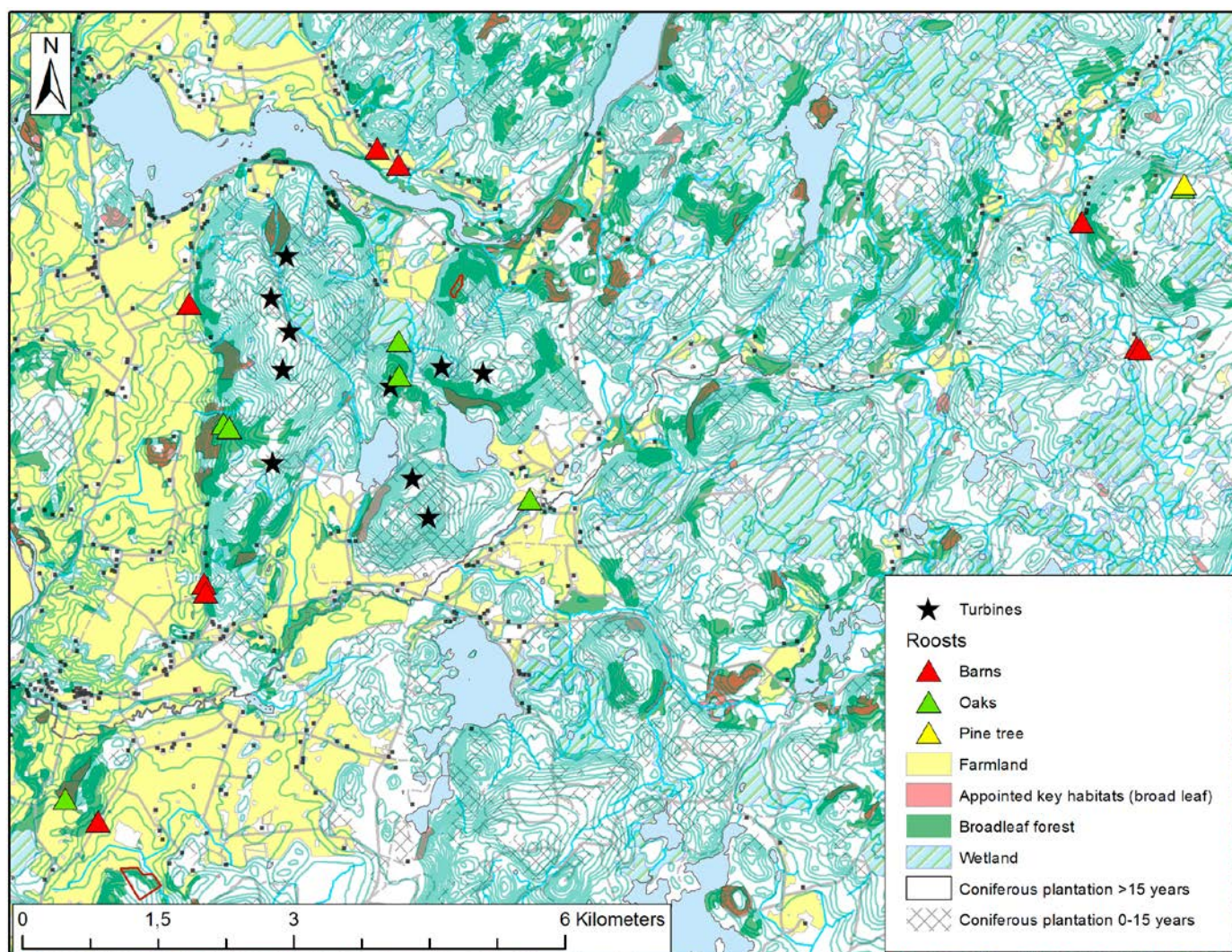
Figur 3.6. Två typer av boplatser som användes av barbasteller, a) under lös bark på en död ek och b) bakom masonit på panelen av en gammal lada.

Boplatser

Genom att radiospåra individer hittade vi totalt 14 boplatser som användes av hanar och tre som användes av honorna och ungarna. Hanarnas boplatser var belägna bakom lös bark på döda eller döende träd, antingen ek eller tall eller, som i flera fall, bakom masonit eller brädfodring på äldre lador (figur 3.6). De tre boplatserna som honorna använde var alla bakom brädfodringen på lador. Hanarnas boplatser användes under minst en dag vardera. Två av honornas boplatser låg i anslutning till varandra medan den tredje låg ca 1 km därifrån. De användes under längre sammanhängande perioder. I figur 3.7 visas hur boplatserna var belägna i förhållande till vindparken i Askome.

Tillgången till boplatser lämpliga för barbasteller varierade kraftigt mellan de olika miljöerna (tabell 3.1). Särskilt ekskog men även bokskog, sumpskog och åkerholmar var mycket rika på potentiella boplatser (9–26 träd per ha) i form av lös bark på döda eller döende träd. De allra flesta potentiella boträden var ekar och detta gäller inte bara i ekskog utan också i bokskog och på åkerholmar där inslag av ek förekom. I våtmark utgjordes de potentiella boträden av tallar och alar och ibland ekar. Granskogen var betydligt sämre i det här avseendet, men även där fanns boplatser, om än i mycket mindre omfattning (4 per ha), och då alltid i form av lös bark på granar som dödats vid barkborreangrepp.

Vi gjorde inte någon uppskattning av tillgången på gamla lador, vilka ofta används som boplatser av barbasteller. Det finns god tillgång på denna typ av boplatser, särskilt i jordbrukslandskapet väster om vindparken. De lador som användes av barbasteller var alla byggda på samma sätt med överlappande brädfodring på gaveln (figur 3.8).



Figur 3.7. Boplatser som användes av de radiomärkta barbastellerna. Röda trianglar = lador, gröna trianglar = ekar med lös bark, gula trianglar = tallar med lös bark. Vindkraftverken är markerade som svarta stjärnor. Rosa markerar nyckelbiotoper. Karta från Lantmäteriet (2016).

Tabell 3.1. Tätheter av träd med lös bark, vilka är potentiella boplatser för barbastell, i olika habitat vid Askome vindpark.

Habitat	Antal transekter	Area (ha) totalt	Antal träd med lös bark	Antal träd med lös bark per ha
Ekskog	4	2,3	60	26,1
Bokskog	6	1,8	74	17,9
Åkerholme	3	3,0	35	11,8
Våtmark	6	3,2	29	9,1
Granplantering	6	5,1	19	3,7

Tabell 3.2. Barbastellernas val av jakthabitat vid Askome vindpark 2016 och 2017. Honorna lever i koloni och behandlas därför tillsammans medan hanarna lever ensamma och behandlas separat. Lövskog innefattar bok- och ekskog i vindparken och åkerholmar utanför vindparken. Sumpskog innefattar skog med al, tall mm på våt mark. Myr innefattar både trädbevuxen myr och mosse. Gran innefattar granskog av olika slag, även äldre naturligt föryngrad granskog. Hemområdenas storlek baseras på beräkningar av MCP ("Minimum Convex Polygons", figur 3.9).

Kategori	År	Hemområde (ha)	Antal (%) jaktområden					
			Lövskog	Sumpskog	Myr	Gran >15 år	Gran <15 år	Jordbruks-mark
Honor n=8	2016	6 415	21 (44.7)	11 (23.4)	4 (8.5)	11 (23.4)	0	0
Hane 1	2016	1 145	9 (47.4)	5 (26.3)	2 (10.5)	3 (15.8)	0	0
Hane 2	2016	1 115	6 (35.3)	1 (5.9)	3 (17.6)	6 (35.3)	1 (5.9)	0
Hane 3	2017	1 970	13 (41.9)	1 (3.2)	0	9 (29.1)	7 (22.6)	1 (3.2)
Hane 4	2017	1 382	12 (31.6)	5 (13.2)	1 (2.6)	16 (42.1)	4 (10.5)	0
Hane 5	2017	1 497	12 (52.2)	5 (21.7)	0	4 (17.4)	2 (8.7)	0
Hane 6	2017	1 470	6 (37.5)	3 (18.7)	2 (12.5)	4 (25.0)	0	1 (6.2)
Totalt			79 (41.4)	31 (16.2)	12 (6.3)	53 (27.7)	14 (7.3)	2 (1.0)



Figur 3.8. Exempel på lador som användes som boplats av barbasteller vid Askome. Boplatserna var alltid bakom den överlappande brädfodringen på gaveln och med in- och utgång nedtill.

Sammanfattningsvis finns ett stort överskott av boplatser i döda och döende träd samt i lador inom det undersökta området vid Askome. Boplatserna är dock koncentrerade till små rester av gammal skog och till gårdsmiljöer. Granskogen erbjuder viss tillgång till boplatser i vissa äldre bestånd som angripits av granbarkborre, men vi hittade inga belägg för att sådana verkligen användes av barbasteller. Det är viktigt att skogssavsnitt med boträd inte avverkas vid exploatering för vindkraft eller andra ändamål i barbastell-områden.

Rörelsemönster och val av jaktplatser allmänt

Med hjälp av radiospårning identifierade vi 83 jaktplatser under 2016 och 108 under 2017. Med jaktplatser menar platser som användes kontinuerligt under minst 5 min. Dessa platser har markerats på kartan i figur 3.9 och 3.10. Hundratals enstaka punkter som inte räknas som jaktplatser (eftersom de inte användes kontinuerligt under 5 min) är inte medtagna i figuren. Jaktplatserna fanns vanligen i små rester med vuxen eller gammal skog, särskilt lövskog av olika slag, våtmarker med träd, åkerholmar och även äldre bestånd av gran. Få jaktplatser kunde identifieras i yngre planterad gran- eller tallskog och på öppen åker eller betesmark. Barbastellernas val av jaktmiljö sammanfattas i tabell 3.2.

Flera jaktplatser som användes av honorna låg så långt som 10–14 km väster om deras boplats, inom och strax väster om vindparken (figur 3.9). Honorna använde även små och isolerade platser på öppen jordbruksmark upp

till tre km väster om vindparken. För att ta sig dit och hem igen korsade de regelbundet 1–2 km öppen terräng i form av hyggen och ungskog, sjöar och åkermark och var således inte bundna till kontinuerliga skogsbestånd när det gäller förflyttning.

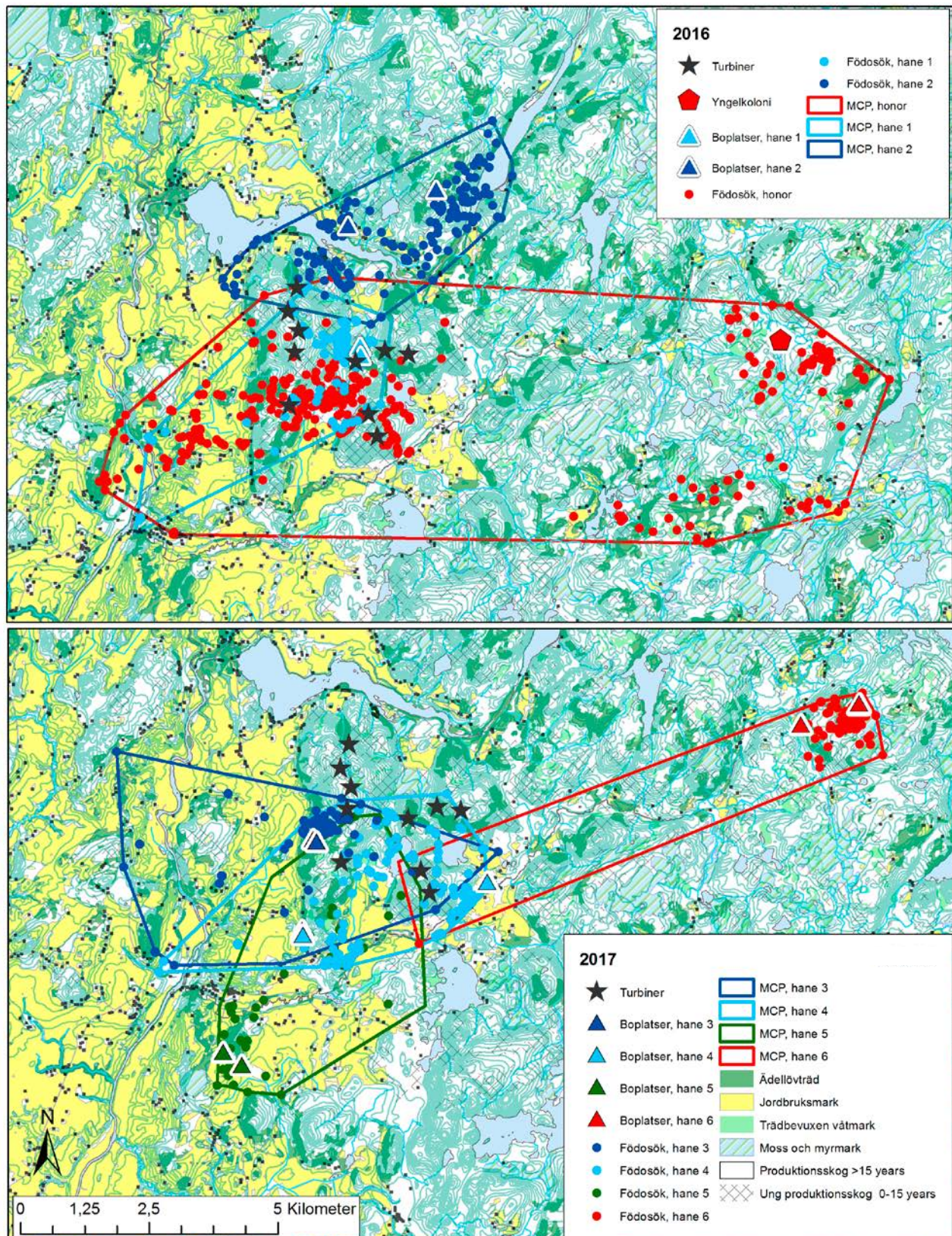
Polygoner som sammanbinder observationerna dels av honkolonins medlemmar och dels av de individuella hanarna visas i figur 3.9. tillsammans med de boplatser som utnyttjades. Vi valde att presentera honorna tillsammans snarare än var för sig. Detta beror dels på att vi har få observationer av varje individuell hona och dels på att deras hemområden överlappar. Alla märkta honor jagade i och runt vindparken. Avsikten med denna undersökning var ju att undersöka hur de utnyttjar vindparken och eventuellt påverkas av kraftverken, inte att studera skillnader mellan olika individer.

Fig. 3.9 och tabell 3.2 visar att honorna i yngelkolonin tillsammans utnyttjade ett område om minst 6 400 ha (64 km²), medan hanarna använde något mindre områden, ca 1 000 ha (10 km²) vardera, som helt eller delvis överlappade med honornas hemområde. De två hanar som spårades i augusti 2016 hade icke överlappande revir, medan de tre som spårades under juni 2017 hade överlappande revir. Detta är som väntat, eftersom spårningen 2016 sammanföll med att parningstiden närmade sig, och hanarna därför antagligen upprättar exklusiva revir i konkurrens med andra hanar.

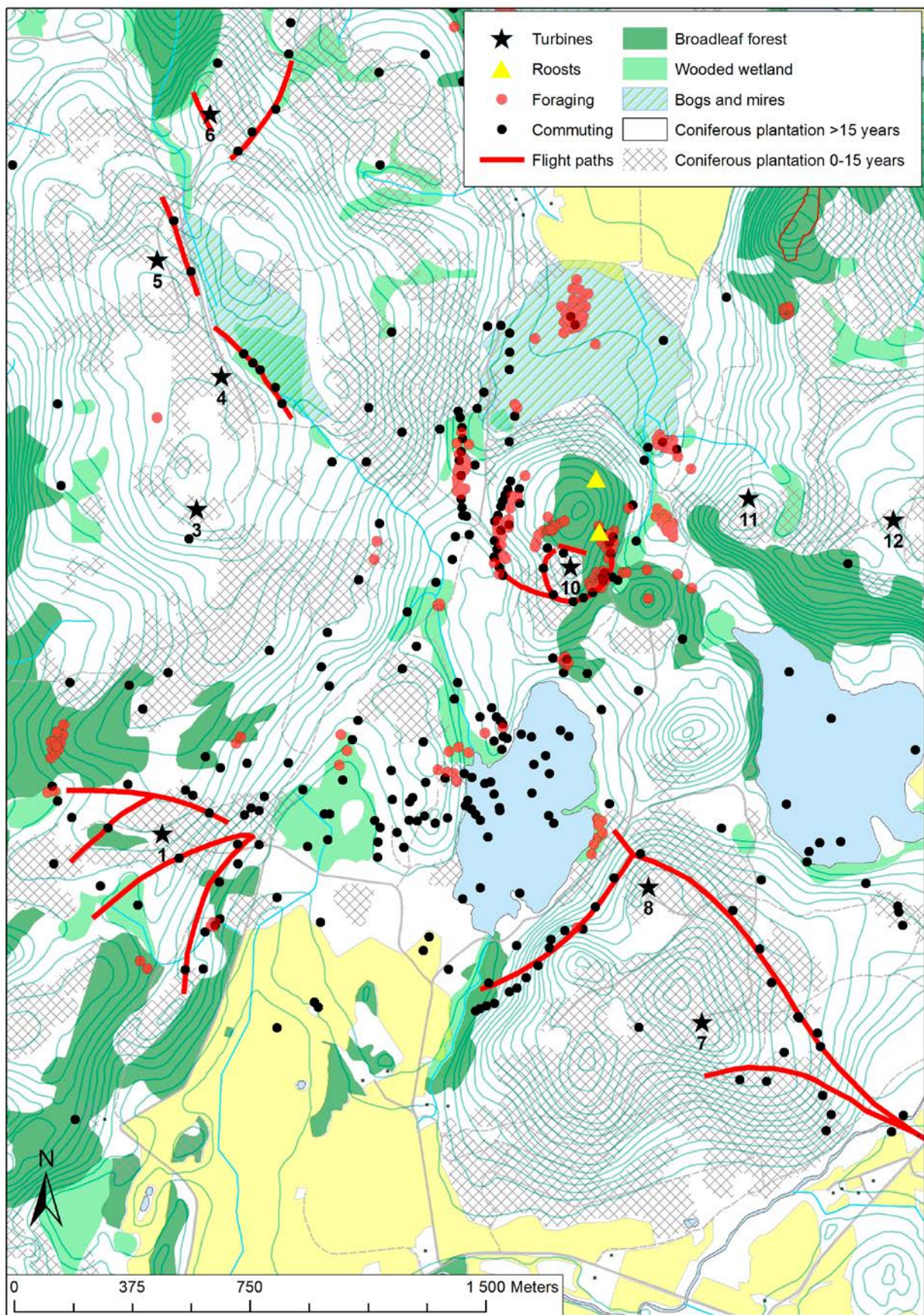
Barbastellernas beteende vid kraftverken

Den viktigaste delen av den här undersökningen var att ta reda på hur barbastellerna rör sig i närheten av vindkraftverken och om de i så fall riskerar att förolyckas där. Vi pejlade därför honornas förflyttning från boplatser till jaktområdena i och väster om vindparken med utgångspunkt från höjden vid något av kraftverken. Därifrån kunde vi observera hur de konsekvent undvek att flyga över höjden med kraftverket utan istället svängde av på en lägre nivå åtminstone 100 m från kraftverket. Det är möjligt att de helt enkelt följde dalgången, men det kan också vara så att de undvek att passera höjden eller den öppna ytan runt kraftverket i skymningen, när ett rovfågels-hot fortfarande kan finnas. Barbastellernas rörelse runt vindkraftverken visas i figur 3.10. Figuren bygger både på data från radiospårning och från ultraljudsdetektorer som placerats på marken nära kraftverken (tabell 3.2).

För att undersöka barbastellernas rörelse i omedelbar närhet av kraftverkstornen använde vi oss av ultraljudsdetektorer som automatiskt registrerade passerande barbasteller. Resultatet (tabell 3.3) visar att barbasteller rör sig mer eller mindre regelbundet (några gånger per natt i genomsnitt) längs skogskanten intill grusplanen som omger kraftverken, men sällan (<1 gång per natt i genomsnitt) över den öppna grusplanen. Detektorerna placerade i trädtopphöjd (30 m) och i navhöjd på kraftverken registrerade inga barbasteller överhuvudtaget, trots att vi gjorde flera hundra nätter kontinuerliga registreringar vid tre olika kraftverk under tre år (tabell 3.3). Detta visar tydligt att barbastellerna inte attraheras till vindkraftverkens övre delar i Askome vindpark och därmed sannolikt inte riskerar att bli dödade av denna anledning.



Figur 3.9. Resultatet av radiospårning av åtta diande honor och två hanar vid Askome vindpark juli-augusti 2016 (upptill) och fyra hanar 2017 (nedtill). Punkterna markerar jaktplatser (punkter som representerar enbart förflyttning är inte medtagna). Hemområden är markerade med polygoner som sammanbinder observationerna dels för de märkta honorna kollektivt, och de sex hanarna. Boplatserna är markerade med trianglar, vindkraftverken med svarta stjärnor. Karta från Lantmäteriet (2016).



Figur 3.10. Barbastellernas rörelsemönster runt kraftverken i augusti 2016. Kartan baseras på radiospårning och vid verk 5, 6 och 10 även på data från automatiska ultraljudsdetektorer. De svarta punkterna är enskilda observationer medan de rosa representerar jaktplatser. De gula trianglarna är boplatser som användes av en av hanarna. Kraftverken är markerade med svarta stjärnor och nummer (enl. tabell 3.1). Karta från Lantmäteriet (2016).

Tabell 3.3. Horisontell och vertikal fördelning av flygande barbasteller nära vindkraftverk mätt med hjälp av 3 eller 4 automatiska ultraljudsdetektorer från juni till september 2014–2016. Varje inspelning (3 s) utgör en observation. Detektorernas mikrofoner var monterade a) i marknivå i skogskanten 30 m från kraftverkstornet eller på grusplanen <10 m från basen av tornet, b) på kraftverkstornet i trädtopps höjd (30 m över marken) eller c) på navhuset (ca 100 m över marken). Antalet nätter då registreringarna gjordes anges inom parentes.

Verk	År	Antal observationer av barbastell per natt (antal nätter)			
		a) Mark – 0 m höjd		b) Trädtopp – 30 m höjd	c) Nav – 100 m höjd
		Skogskant 30 m från tornet	Grusplan <10 m från tornet		
5	2014	0,52 (21)	–	–	0 (103)
5	2015	1,47 (19)	–	–	0 (105)
6	2014	2,91 (11)	–	–	–
6	2015	2,47 (19)	–	–	–
6	2016	2,00 (12)	0,05 (114)	0 (113)	0 (114)
10	2014	3,82 (23)	–	–	0 (103)
10	2015	0,37 (19)	–	–	0 (105)
10	2016	0 (7)	0,46 (94)	0 (94)	0 (114)

Vårt resultat stämmer väl överens med en ny undersökning från Tyskland (Budenz et al. 2018) där man studerade barbastellens beteende vid två radiomaster med hjälp av ultraljudsdetektorer. De båda masterna skiljde sig åt genom att den ena var placerad i ganska tät skog och den andra i mitten av en öppen yta, alltså inte helt olikt den som omger vindkraftverken i Askome. Barbastellerna besökte och undersökte masten i skog i betydligt större omfattning än den som var placerad mer öppet, och de undersökte den upp till trädtoppsnivå (30 m). Den öppet placerade masten besöktes bara i liten omfattning och då bara i den lägre delen (15 m).

Tabell 3.4. Resultat av eftersök vid Askome vindpark 2014–2016. Enil = Eptesicus nilssonii (nordfladdermus), Nnoc = Nyctalus noctula (större brunfladdermus), Ppyg = Pipistrellus pygmaeus (dvärgfladdermus).

År	Tid	Antal dagar med eftersök	Antal besök per verk	Antal eftersök totalt	Enil	Nnoc	Ppyg
2014	jul–okt	10	12	86	1	1	1
2015	jun–okt	10	12	110	1		
2016	jun–sep	10	11–14	128	1	1	1
Totalt				324	3	2	2

Resultat av eftersök

Vid Askome vindpark gjordes totalt 324 eftersök under 40 dagar under tre år. Detta gav sammanlagt sju döda fladdermöss men ingen barbastell (tabell 3.4). Det finns därmed inget konkret belegg för att vindkraftverk utgör en fara för barbastell i Halland, vilket är i överensstämmelse med de andra resultaten av det här projektet. Resultatet av eftersöken vid Askome och på andra platser behandlas vidare längre ner i rapporten (4.1).

3.4. Diskussion

Den övergripande slutsatsen av det här delprojektet är att vindkraften i sig själv inte utgör något större hot mot barbastellen. Däremot kan det mycket väl uppstå en negativ sekundär effekt genom att gamla art- och åldersstrukturerade skogsområden, som hittills varit förskonade från skogsbruk genom sin otillgänglighet, plötsligt görs tillgängliga vid en vindkraftsetablering i och med de tillfartsvägar som byggs. Modernt skogsbruk utgör tveklöst ett hot mot barbastellen, både i större och mindre perspektiv, eftersom art- och åldersstrukturerad skog med naturskogskaraktär systematiskt och storskaligt omvandlas till monokulturer av gran eller tall. Förekomst av artrika och åldersstrukturerade skogar är så vitt vi kan bedöma avgörande för barbastellen, eftersom det är där den finner både föda (nattfjärilar) och boplatser. Granplanteringar och andra monokulturer erbjuder ingetdera i tillräcklig omfattning.

Att barbastellen fortfarande förekommer med en till synes livskraftig population i centrala Halland beror i viss mån på den komplicerade topografin, som gör att obrukade rester av artrik skog fortfarande återstår i tillräcklig omfattning i svackor och på branta och steniga partier i skogen, samt i form av lövskogsrester på jordbruksmark. En del ädellövskogsrester har en mycket lång skoglig kontinuitet. Bevarande av livskraftiga barbastellpopulationer i Halland är beroende av att sådana artrika oaser får finnas kvar och skulle förmodligen gynnas om fler områden lämnas för fri utveckling.

Barbastellernas hemområden var betydligt större än vad som var känt tidigare, vilket innebär att bevarande av livskraftiga bestånd kräver planering på landskapsnivå och måste innefatta både vind-, skogs- och jordbruk. Av dessa verksamheter har vindbruket antagligen minst påverkan. Att som hittills upprätta skyddszoner fria från vindkraftverk (och kanske annan form av exploatering) inom en cirkel runt kända boplatser, enligt Naturvårdsverkets rekommendationer (i ”Åtgärdsprogram för barbastell”; Ahlén 2015), är ineffektivt när det handlar om att skydda barbasteller. Detta beror på att

- a) barbasteller ideligen byter boplatser och flyttar över stora områden, vilket skulle kräva ständig uppdatering av boplatsens läge och av aktuella skyddszoner,
- b) barbasteller rör sig långt (minst 15 km) från boplatserna och orimligt stora skyddszoner skulle därför behövas (detta gäller antagligen även om man inte har för avsikt att skydda hela området som används utan bara ett centralt område),
- c) hanar och icke-reproduktiva individer skyddas bara i den mån deras hemområde överlappar med yngelkolonins hemområde.

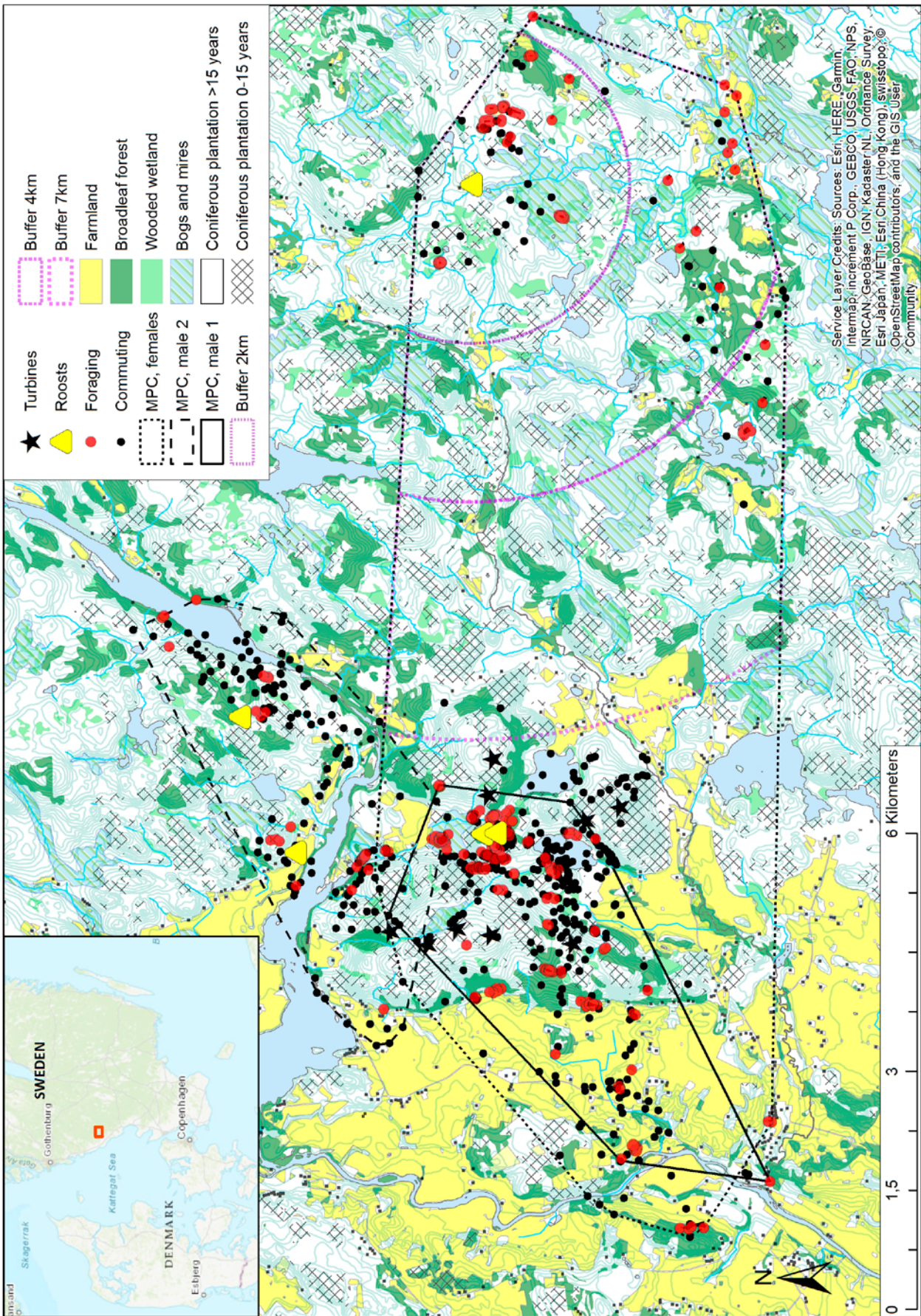
Exempelvis föreslås (Ahlén 2015) att man bör upprätta ett skyddsavstånd med en diameter av 2 km från boplatserna, vilket i vårt exempel skulle skydda endast en mycket liten del av de boplatser som användes av individerna i kolonin (figur 3.11). Detsamma gäller om man istället använder 4 km

skyddsavstånd, vilket föreslagits i Tyskland (Hillen et al. 2009), eller rent av 7 km, som i England (Zeale et al. 2012). Även i det senare fallet skyddas bara en liten del av det område som utnyttjas och i vårt exempel skulle de båda hanarna (2016) hamna helt utanför skyddszonerna. Samtidigt skulle mycket för barbasteller oanvändbar mark skyddas utan att vara till nytta för barbasteller.

Ett alternativ är att den skyddade ytans storlek och form baseras på radiospårning av varje koloni snarare än på en schablon, ungefär som föreslagit för kungsörn i Norrland (Singh et al. 2017). Detta skulle emellertid innebära en orimlig arbetsinsats (ungefär motsvarande det här projektet för varje koloni) och även en oacceptabel störning, men den upprättade skydds-zonen skulle ändå bara vara giltig under kort tid (tills kolonin bytt boplat) och inte heller omfatta hanar och icke-reproducerande individer. Skydds-zoner är således ingen rimlig metod för att skydda barbastellen och detta gäller oavsett hur zonen upprättas och oavsett dess storlek och form.

Effektivt skydd av barbastell kräver storskalig planering som inbegriper både vindkraft och de areella näringarna. Detta är givetvis inte i första hand vindindustrins uppgift, men vi vill här ändå presentera idén att vindparker i barbastellområden skulle kunna skötas på ett sätt som gynnar just barbastell och därmed också biologisk mångfald i allmänhet. Inom vårt undersökningsområde finns flera artrika skogsrester och skogklädda åkerholmar och det är naturligtvis viktigt att sådana lokaler får ett effektivt skydd, men för att detta ska kunna få någon praktisk betydelse för skyddet av barbastell måste de vara många fler och utspridda över hela området. Kanske skulle just denna typ av skydd kunna vara en viktig del i den storskaliga planeringen vid skyddet av barbastellen i Halland. Skyddet behöver ju bara omfatta begränsade delområden men de måste i sin tur vara många och utspridda. Skyddet behöver inte heller vara strikt, men det måste kunna garantera att artrikedomen och strukturen på skogen består och utvecklas i ett längre perspektiv. Det bör påpekas att barbastellerna även utnyttjade mycket små och isolerade åkerholmar, vilka därmed får anses vara viktiga i ett lite större sammanhang.

Slutligen en kommentar angående utomhusbelysning. Vi gjorde inte en enda observation av barbastell som rörde sig i närheten av någon lampa, vare sig vid gatljus eller vid bebyggelse. Det förefaller inte omöjligt att mörker är en nödvändighet för barbastellen, även om detta inte har studerats direkt. Som nämnts ovan övergavs den enda kända övervintringslokalen för barbastell i Halland, nämligen Natura 2000-lokalen Varbergs fästning, i samband med reovering och montering av fasadbelysning på 90-talet (Rydell 2005). Sambandet mellan ljus och försvinnandet av barbastellpopulationer är till viss del ännu så länge spekulativt, men problematiken är potentiell mycket viktig och därför värd att undersöka och ta hänsyn till. Tills vidare bör vi betrakta ostört mörker som en viktig resurs för barbastellen. Utomhusbelysning bör därför undvikas vid vindkraftsetablering i barbastellområden.



Figur 3.1.1. Undersökningsområdet vid Askome med rörelsemönster och hemområde för honor i en yngelkoloni samt två hånar markerats enl. tidigare. Yngelkoloniens läge är markerat med en gul triangel till höger i bilden. Skydds-zoner av 2, 4 resp. 7 km radie runt boplatser illustreras med koncentriska ringar. Detta visar varför upprättandet av skydds-zoner runt boplatser inte är utgör någon användbar strategi för bevarandet av barbastellen i Halland. Karta från Lantmäteriet (2016).

4. Uppskattning av dödlighet genom eftersök

Man har nu hittat 90 kadaver av fladdermöss vid svenska vindkraftverk, varav 17 rapporterades av Ahlén (2002). Av de döda fladdermössen är de flesta större brunfladdermus (32) och dvärgpipistrell (29) och dessa båda arter utgör tillsammans 69 % av dödsfallen. Vi kan också konstatera att nordfladdermus (18) och gråskimlig fladdermus (5) inte utgör lika stor del av de förolyckade individerna som vi kanske hade väntat oss, vilket antyder att de är mindre benägna att vistas på hög höjd.

Vi har hittat 20 svenska kontrollprogram som innehållit eftersöksstudier av fladdermöss. Dessa har redovisats tidigare tillsammans med antalet kadaver funna vid respektive park (Rydell et al. 2017) och vi tar inte upp detta i detalj här. Däremot kan vi konstatera att det bara är i några fall som programmet utformats så att det går att beräkna eller uppskatta den verkliga dödligheten. Detta beror antagligen på att myndigheterna sällan har ställt kravet. Det finns ändå flera program där antalet söktillfällen verkar vara tillräckligt för att det ska vara meningsfullt att försöka beräkna dödligheten (Askome, Brotorp, Idhult, Ryssbol, Röpplinge, Skogaby och Vassmolösa). I fyra av dessa har även de nödvändiga försöken genomförts, nämligen i Askome, Kvilla, Idhult och Ryssbol, men för Idhult har inga beräkningar av dödligheten gjorts. Resultat visas i tabell 4.1. Vindparkerna återfinns i tabell 2.3. och figur 2.3. Resultatet redovisas mer detaljerat ovan i denna rapport och av Pettersson (2018).

Tabell 4.1. Sammanställning av resultaten från eftersök vid tre vindparker.

Park	År	Antal funna kadaver	Beräknad dödlighet per verk och år
Askome	2014	3	2,9
	2015	1	1,5
	2016	3	2,8
Ryssbol	2017	7	6,5
Kvilla	2016	4	3,5
	2017	4	6,5

Sammanfattningsvis konstaterar vi att det nu finns beräkningar av dödlighet från tre vindparker i Sverige under tre år. De beräknade värdena bygger på ett mycket litet material och det är viktigt att betrakta dem för vad de är. Få fynd behöver dock inte nödvändigtvis betyda stor osäkerhet. Det viktigaste är att få fram så säkra värden som möjligt på den avsökta ytan, sökeffektivitet och borttransport. Det är där den största osäkerheten ligger. Tills vidare kan vi ändå konstatera att dödligheten verkar ligga lägre än i exempelvis Tyskland (10–12), men samtidigt är den tillräckligt hög för att ta hänsyn till.

5. Övergripande slutsatser och rekommendationer

- a) Nordfladdermus förekom vid alla undersökta vindparker i norr, men nästan aldrig i höjd med rotorerna. Den är därmed normalt inte i riskzonen vid vindkraftutbyggnad i norr och skyddsåtgärder som stoppreglering kommer antagligen inte att behövas där. Det är dock viktigt att komma ihåg att vi endast har undersökt vindkraftverk i höjdlägen i inlandet. Vid kusten och vid sjöar i norr kan det vara annorlunda.
- b) Barbastellen utsätts inte heller av något direkt hot från vindkraftverk. Den vistas sällan eller aldrig i höjd med rotorerna och omkommer sällan eller aldrig på grund av kollisioner med dessa.
- c) Vindkraftutbyggnad utgör inte något *direkt* hot mot de arter vi studerat här, men kan leda till ett *indirekt* hot genom att utbyggnad av vindkraftverk ibland öppnar tidigare oexploaterade skogsområden för skogsbruk genom nya vägbyggen.
- d) Åtgärder för att skydda fladdermöss från att dödas vid vindkraftverk (stoppreglering) bör i första hand koncentreras till södra Sverige, särskilt till låglänta, högproduktiva områden längs kusten och i jordbruksområden.
- e) Vi bedömer att skogsbruk snarare än vindkraft utgör ett allvarligt hot mot båda arterna i ett längre perspektiv. Det är mycket viktigt att skog med naturskogskaraktär får vara kvar i tillräcklig och någorlunda sammanhängande omfattning och detta gäller överallt där nordfladdermus och barbastell förekommer, både i norr och i söder.
- f) Även om skydd av skog inte är vindkraftsindustrins primära ansvar, så är det ändå just detta som är det viktiga när det gäller skydd och förvaltning av fladdermöss i vindkraftsområden. Kompensationsåtgärder kan exempelvis innebära att man skyddar en viss areal av gammal skog från avverkning under vindparkens livslängd, antingen i parken eller i något annat område. Problemet är att det inte är rimligt eller möjligt att ställa de kraven på vindbolagen för närvarande, men idén kan vara värd att fundera över inför framtiden.
- g) Ett upprätthållande av livskraftiga bestånd av nordfladdermus och barbastell bör kunna vara förenligt med de verksamheter som redan pågår i de aktuella områdena, inklusive vind-, jord- och skogsbruk. Men detta kommer att kräva övergripande och långsiktig planering på landskapsnivå och som innefattar både naturvård och de aktuella verksamhetsgrenarna. När det gäller barbastellen krävs antagligen också att utomhusbelysning regleras och begränsas kraftigt.

6. Tack

Tack till Varberg Energi som upplåtit Askome Vindpark för forskning under flera år och som bidragit med mycket praktisk hjälp och som även försett oss med vind- och temperaturdata från kraftverken. Tack också till de tre vindbolagen i norr (Vattenfall Vindkraft AB, Nordisk Vindkraft AB och Dala Vind AB) som hjälpte oss att mäta aktiviteten av fladdermöss från kraftverken genom att upplåta verken, byta och skicka minneskort mm. Tack också till de vindbolag som låtit oss använda data från genomförda kontrollprogram (bolagen listas i tabell 2.3). Ett stort tack till alla markägare runt Askome som mer eller mindre frivilligt stått ut med våra nattliga besök på sina marker, runt hus och lador i jakt på radiomärkta barbasteller.

En stor del av det dagliga slitet i fält och med analyserna av radiosparningsdata gjordes av våra suveräna medhjälpare från Spanien och Polen; Sonia Sanchez-Navarro, Tomasz Kokurewicz, Grzegorz Apoznanski och Justyna Blesnowska. Utan deras expertis och erfarenhet hade vi varit helt chanslösa att ro iland detta projekt. Tack också till Marcus Elfström för hjälp med statistiken och till Anders Jansson på Vattenfall Vindkraft AB för kreativa synpunkter.

7. Referenser

- Ahlén, I. 2002. Fladdermöss dödade vid svenska vindkraftverk. *Fauna och Flora*.
- Ahlén, I., 2015. *Åtgärdsprogram för barbastell, 2015–2019*. Naturvårdsverket, Stockholm, report 6532.
- Budenz, T., Gessner, B., Lüttman, J., Molitor, F., Servatious, K. & Veith, M. 2018. Up and down: western barbastelles explore lattice towers. *Hystrix* 29, in press.
- Arnett, E.B., Baerwald, E.F., Mathews, F., Rodrigues, L., Rodriguez-Duran, A., Rydell, J., Villegas-Patracá, R. & Voigt, C.C. 2015. *Impacts of wind energy development on bats: a global perspective*. *Bats in the anthropocene* (eds. Kingston T. & Voigt, C.C.), pp. 295–324. Springer-Verlag, Berlin.
- ArtDatabanken, 2015. *Rödlistade arter i Sverige 2015*. ArtDatabanken, SLU, Uppsala, Sweden.
- Barclay, R.M.R., Baerwald, E.R. & Rydell, J. 2016. *Bats and windfarms*. In: *Wildlife and Wind Farms, Conflict and Solutions, Volume 1. Onshore: Potential Effects* (ed. Perrow, M.) 191–221. Pelagic Publishing, Exeter, UK.
- Cryan, P.M., Gorresen M.P., Hein, C.D., Schirmacher, M.R., Diehl, R.H., Huso, M.M. Hayman, D.T.S., Fricker, P.D., Bonaccorso, F.J., Johnson, D.H., Heist, K. & Dalton, D.C., 2014. Behavior of bats at wind turbines. *PNAS* 111, 15126–15131.
- Dalthorp, D., Huso, M., and Dail, D., 2017, Evidence of absence (v 2.0) software user guide: *U.S. Geological Survey Data Series* 1055, 109 p. <https://doi.org/10.3133/ds1055>.
- Dietz, C., von Helversen, O. & Nill, D. 2009. *Bats of Britain, Europe & Northwest Africa*. A&C Black, London.
- Frick, W., Baerwald, E., Pollock, J. F., Barclay R.M.R, Szymanski J.A., Weller T.J., Russel, A.L, Loeb, S.C, Medellin R.A & McGuire L.P. 2017. Fatalities at wind turbines may threaten population viability of a migratory bat. *Biological Conservation* 209, 173–177.
- Gunnarsson, C., Palo, T. & Rydell, J. 2013. *Are wind power parks in boreal forest in Sweden a threat to bats?* Poster at CWW, Stockholm 2013.
- Görlitz, H.R., Hofstede, H.M. ter, Zeale, M.R.K., Jones, G., & Holderied, M.W. 2010. An aerial-hawking bat uses stealth echolocation to counter moth hearing. *Current Biology* 20, 1568–1572.
- Hein, C. D., Gruver, J. & Arnett, E. B. 2013. *Relating pre-construction bat activity and post-construction bat fatality to predict risk at wind energy*

- facilities: a synthesis*. Report to the National Renewable Energy Laboratory. Bat Conservation International, Austin, Texas, USA.
- Hillen, J., Kiefer, A. & Veith, M. 2009. Foraging site fidelity shapes the spatial organization of population of female western barbastelle bats. *Biological Conservation* 142, 817–823.
- IUCN, 2016. *Barbastella barbastellus* (western barbastelle). The IUCN Red List of threatened species, ver. 2016-2. www.iucnredlist.org.
- Lantmäteriet, 2016. GSD – Terrängkartan, Creative Commons. www.lantmateriet.se/sv/Kartor-och-geografiskinformation/Kartor/oppna-data
- Lehnert, L.S., Kramer-Schadt, S., Schönborn, S., Lindecke, O., Niermann, I. & Voigt, C.C., 2014. Wind farm facilities in Germany kill noctule bats from near and far. *PLoS One* 9, e103106.
- Lintott, P.R., Richardson, S.M., Hosken, D.J., Fensome, S.A. & Mathews, F., 2016. Ecological impact assessments fail to reduce risk of bat casualties at wind farms. *Current Biology* 26, R1119-R11136.
- Pettersson, S. 2017. *Fladdermusövervakning vid Fredriksdals vindpark, Nässjö kommun*, 2017. Rapport till Stena Renewable, Göteborg.
- Pettersson, S. 2018. *Kontrollprogram fladdermöss vid Kvilla vindpark, Torsås kommun*, 2015–2017. Rapport till Green Extreme AB, Göteborg.
- Pettersson, S. & Gylje Blank, S., 2016. *Fladdermöss i Halland – kunskaps-sammanställning och vägledning*. Länsstyrelsen i Hallands län, 2016:11.
- Rodrigues, L., Bach, L., Dubourg-Savage, M.-J., Karapandza, B., Kovac, D., Kervyn, T., Dekker, J., Kepel, A., Bach, P., Collins, J., Harbusch, C., Park, K., Micevski, B. & Minderman, J. 2015. Guidelines for consideration of bats in wind farm projects – Revision 2014. *Eurobats Publication Series* No. 6.
- Roeleke, M., Blohm, T., Kramer-Schadt, S., Yovel, Y. & Voigt, C.C., 2016. Habitat use of bats in relation to wind turbines revealed by GPS tracking. *Scientific Reports* 6, 28961. DOI: 10.1038/srep28961.
- Russo, D., Cistrone, L., Jones, G., & Mazzoleni, S. (2004). Roost selection by barbastelle bats (*Barbastella barbastellus*, Chiroptera: Vespertilionidae) in beech woodlands of central Italy: consequences for conservation. *Biological Conservation* 117, 73–81.
- Rydell J. 2006. *Barbastellen i Varbergs Fästning*. Rapport till Länsstyrelsen i Halland län.
- Rydell, J., Natuschke, G., Theiler, A. & Zingg, P.E. 1996. Food habits of the barbastelle bat *Barbastella barbastellus*. *Ecography* 19, 62–66.
- Rydell, J., Engström, H., Hedenström, A., Larsen, J.K., Pettersson, J. & Green M. 2011. *Vindkraftens påverkan på fåglar och fladdermöss – Syntesrapport*. Naturvårdsverket, Rapport 6467.

- Rydell, J., Bogdanowicz, W., Boonman, A., Pettersson, S., Suchecka, E. & Pomorski, J.J. 2016. Bats may eat diurnal flies that rest on wind turbines. *Mammalian Biology* 81, 331–339.
- Rydell, J., Ottvall, R., Pettersson, S. & Green, M. 2017. *Vindkraftens påverkan på fåglar och fladdermöss. Uppdaterad syntesrapport*. Naturvårdsverket Rapport 6740.
- Singh, N.J., Hipkiss, T., Ecke, F. & Hörnfeldt, B. 2017. *Betydelsen av kungsörnars hemområden, biotopval och rörelser för vindkraftsetablering – del 2*. Naturvårdsverket, Rapport 6734.
- Voigt, C. C., Popa-Lisseanu, A. G., Niermann, I. & Kramer-Schadt, S. 2012. The catchment area of wind farms for European bats: A plea for international regulations. *Biological Conservation* 153, 80–86.
- Zeale, M.R.K., Davidson-Watts, I. & Jones, G., 2012. Home range use and habitat selection by barbastelle bats (*Barbastella barbastellus*): implications for conservation. *Journal of Mammalogy* 93, 1110–1118.

8. Lista över vetenskapliga artiklar och andra internationella redovisningar som kommit ut av det här projektet

Vetenskapliga uppsatser

Apoznanski, G., Sánchez-Navarro, S., Kokurewicz, T., Pettersson, S. & Rydell, J. 2018. Barbastelle in a wind farm: are they at risk? *European Journal of Wildlife Research*, submitted ms.

Rydell, J., Nyman, S., Eklöf, J., Jones, G. & Russo, D. 2018. Corrigendum to ”Testing the performances of automated identification of bat echolocation calls: a request for prudence” [Ecol. Indic. 78 (2017) 416–420]. *Ecological Indicators* 84, 273.

Rydell, J., Nyman, S., Eklöf, J., Jones, G. & Russo, D. 2017. Testing the performances of automated identification of bat echolocation calls: a request for prudence. *Ecological Indicators* 78, 416–420.

Rydell, J., Bogdanowicz, W., Boonman, A., Pettersson, S., Suchecka, E. & Pomorski, J. J. 2016. Bats may eat diurnal flies that rest on wind turbines. *Mammalian Biology* 81, 331–339.

Föredrag och posters

Pettersson, S., Rydell, J., Eklöf, J. & Lanz, J. 2016. Activity of bats at the top of wind turbines – and first presentation of the new guidelines for Sweden. Edinburgh, UK, April 2016 (abstract och föredrag).

Pettersson, P. & Rydell, J. 2017. Activity of bats at the top of wind turbines – and new mitigation guidelines for Sweden. 14th European Bat Research Symposium, Donostia, Basque Country, 1–5 August 2017 (abstract och föredrag).

Apoznanski, G., Kokurewicz, T., Pettersson, S., Sánchez-Navarro, S. & Rydell, J. 2017. Movements of barbastelle bats in a wind farm. 14th European Bat Research Symposium, Donostia, Basque Country, 1–5 August 2017 (abstract och föredrag).

Pettersson, S. & Rydell, J. 2017. Bat activity at nacelle level and its implications for mitigation. CWE 2017 Portugal (abstract och föredrag)

Kokurewicz, T., Apoznanski, G., Pettersson, S., Sánchez-Navarro, S. & Rydell, J. 2017. Habitat selection of the barbastelle bat (*Barbastella barbastellus*) during pregnancy and lactation in Sweden – preliminary results. 14th European Bat Research Symposium, Donostia, Basque Country, 1–5 August 2017 (abstract och poster).

Nordfladdermus och barbastell

RAPPORT 6827

NATURVÅRDSVERKET
ISBN 978-91-620-6827-1
ISSN 0282-7298

– Hänsyn vid etablering och drift av vindkraftverk

JENS RYDELL, STEFAN PETTERSSON, MARTIN GREEN

Rapporten uttrycker nödvändigtvis inte Naturvårdsverkets ställningstagande. Författaren svarar själv för innehållet och anges vid referens till rapporten.

Rapporten beskriver hur nordfladdermus (*Eptesicus nilssonii*) och barbastell (*Barbastella barbastellus*) påverkas av vindkraft och hur detta bör hanteras. I norra Sverige är nordfladdermusen ofta den enda förekommande fladdermusarten i områden med vindkraft. Barbastellen förekommer i södra Sverige, och jagar nästan uteslutande i områden där skogen fått stå kvar under lång tid och kunnat utvecklas fritt. Detta gäller i viss mån även för nordfladdermusen i norr. Författarnas slutsats är att den direkta effekten från vindkraft på de båda arterna antagligen är liten. Negativa effekter kan dock uppstå sekundärt genom att deras livsmiljö förstörs, exempelvis om tillfartsvägar öppnar tidigare intakta skogsområden för skogsbruk.

Skogsbruket har avgörande betydelse för såväl barbastellen i södra Sverige som nordfladdermusen i norr. Rekommendationen från författarna är att naturvårdsinsatser bör koncentreras på att skydda skog med naturskogsliknande kvalitéer som utgör fladdermössens livsmiljö. Att som i dag använda skyddszoner runt kända boplatser, inom vilka vindkraftverk inte får byggas, är inte en effektiv åtgärd för att skydda bestånd av barbastell. Författarna reserverar sig samtidigt för att studierna bygger på små underlag, vilket begränsar möjligheten att generalisera.

Kunskapsprogrammet Vindval samlar in, bygger upp och förmedlar fakta om vindkraftens påverkan på den marina miljön, på växter, djur, människor och landskap samt om människors upplevelser av vindkraftanläggningar. Vindval erbjuder medel till forskning inklusive kunskapssammanställningar och synteser kring effekter och upplevelser av vindkraft.

